

Kommunaler Wärmeplan Stadt Augsburg

Abschlussbericht

Auftraggeber

Stadt Augsburg - Umweltamt

Schießgrabenstr. 4

D-86150 Augsburg

Internet: www.augsburg.de

Ansprechpartner: Andreas Repper

E-Mail: waermeplanung@augsburg.de

Auftragnehmer*in

IP SYSCON GmbH

Westerbreite 7

D-49084 Osnabrück



Tel.: +49 (5 11) / 85 03 03-0

Fax: +49 (5 11) / 85 03 03-30

E-Mail: info@ipsyscon.de

Internet: www.ipsyscon.de

Ansprechpartner: Lucas Bender, Julian Haerkötter

E-Mail: lucas.bender@ipsyscon.de ; julian.haerkoetter@ipsyscon.de

Datenstand: 1.3.2026

Bericht: 18.6.2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis	8
Formelverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einleitung, Zielsetzung und rechtliche Grundlage	11
1.1 Die kommunale Wärmeplanung.....	13
2 Bestandsanalyse	14
2.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten	14
2.2 Beschreibung der Stadt- sowie der Gebäude- und Siedlungsstruktur ..	18
2.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs	19
2.4 Informationen zu den aktuellen Gebäude- und Wärmeversorgungsdaten	26
2.5 Informationen zur aktuellen Versorgungsstruktur sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur	27
2.6 Eignungsprüfung § 14 WPG.....	27
2.7 Berücksichtigung der Anforderungen gemäß § 21 WPG	28
2.8 Ergebnisse der Bestandsaufnahme	31
2.8.1 Beschreibung der Gemeindestruktur.....	31
2.8.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur	33
2.8.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur.....	40
2.8.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmeverbrauchs	46
2.8.5 Energie- und Treibhausgasbilanz	52
3 Potenzialanalyse	54
3.1 Methodik der Potenzialanalyse	54
3.1.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz.....	55

3.1.2	Oberflächennahe Geothermie	58
3.1.3	Umweltwärme aus Fließgewässern	58
3.1.4	Solarthermie und Photovoltaik.....	59
3.1.5	Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Kälte und Abwasser	59
3.1.6	Umweltwärme aus Luft	59
3.2	Wärmespeicher im Stadtgebiet Augsburg	60
3.3	Ergebnisse der Potenzialanalyse	61
3.3.1	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	62
3.3.2	Biomasse	64
3.3.3	Oberflächennahe Geothermie	64
3.3.4	Umweltwärme aus Fließgewässern	70
3.3.5	Solarthermie und Photovoltaik.....	72
3.3.6	Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Kälte und Abwasser	75
3.3.7	Umweltwärme aus Luft	77
4	Szenarientwicklung	80
4.1	Dezentrale Versorgung.....	80
4.2	Zentrale Versorgung und Gebiete mit hoher Wärmedichte.....	87
4.3	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	92
4.4	Gebiete zur Versorgung durch grüne Gase	94
4.4.1	Wasserstoff	94
4.4.2	Biogas	95
4.5	Energieträgerverteilung im Zieljahr.....	95
4.6	Berücksichtigung von Baupotenzialflächen in der Wärmeplanung.....	106
4.6.1	Abschätzung des Wärmebedarfs	106
4.6.2	Berücksichtigung zur Anschlussperspektive an Wärmenetze	106
5	Maßnahmen und Umsetzungsstrategie	108
	Cluster 1 – Wärmewende-Koordinierungsstelle.....	110
	Cluster 2 – Modernisierungsoffensive	114
	Cluster 3 - Umsetzungsbeschleuniger	116
	Cluster 4 - Wärmenetze als Quartierslösungen	119

Cluster 5 – Abwärmequellen und erneuerbare Energien nutzbar machen	122
Cluster 6 – Zukunft des Gas- und Stromnetzes	125
Cluster 7 – Optimierung Fernwärme	128
6 Zusammenfassung und Ausblick	133
7 Literaturverzeichnis	134
8 Anhang	136

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga, 2015)	22
Abbildung 2-2:	Stadtgebiet Augsburg	32
Abbildung 2-3:	Darstellung der beheizten Nutzfläche in den einzelnen Sektoren	35
Abbildung 2-4:	Hauptnutzungsart auf Baublockebene	36
Abbildung 2-5:	Verteilung der Bautypen (nach Anzahl der Gebäude)	37
Abbildung 2-6:	Verteilung der Baualtersklassen	38
Abbildung 2-7:	Entwicklung der Bebauung in der Stadt Augsburg	39
Abbildung 2-8:	Übersicht bestehender und geplanter Wärmenetzgebiete der swa	41
Abbildung 2-9:	Baublöcke mit vorliegendem Erdgasanschluss	43
Abbildung 2-10:	Verteilung der Heizungsanlagen nach Energieträgern	44
Abbildung 2-11:	Verteilung der Energieträger nach Energieverbrauch (inkl. Prozesswärme)	45
Abbildung 2-12:	Verteilung der Energieträger nach Einsatz als Hauptenergieträger in den Gebäuden (inkl. Prozesswärme)	45
Abbildung 2-13:	Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Augsburg nach Gebäudenutzung (inkl. Prozesswärme)	47
Abbildung 2-14:	Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Augsburg nach Gebäudenutzung (exkl. Prozesswärme)	47
Abbildung 2-15:	Endenergieverbrauch nach Sektor und Energieträger (inkl. Prozesswärme)	48
Abbildung 2-16:	Aktueller Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung (inkl. Prozesswärme)	48
Abbildung 2-17:	Treibhausgas-Emissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern im Bezugsjahr 2024 (inkl. Prozesswärme)	49
Abbildung 2-18:	Wärmeverbrauchsichte auf Baublockebene	50
Abbildung 2-19:	Wärmelinienichte im Bestand	51
Abbildung 2-20:	Anteil der Energieträger an den Gesamtemissionen in der Stadt	52
Abbildung 3-1:	Einordnung der Stufen der Potenziale	61
Abbildung 3-2:	Entwicklung des Wärmebedarfs im Basisszenario	63
Abbildung 3-3:	Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario	63
Abbildung 3-4:	Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Erdwärmesonden vorhanden ist	67

Abbildung 3-5:	Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Erdwärmekollektoren vorhanden ist	68
Abbildung 3-6:	Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Grundwasserwärmepumpen vorhanden ist	69
Abbildung 3-7:	Darstellung der Umweltwärmequellen aus Fließgewässern in Augsburg	71
Abbildung 3-8:	Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Augsburg	74
Abbildung 3-9:	Standorte von Unternehmen mit potenzieller industrieller Abwärme	76
Abbildung 3-10:	Potenzielle Standorte für Luftwärmepumpen	78
Abbildung 3-11:	Darstellung der zur Verfügung stehenden Potenziale aus erneuerbarer Energie	79
Abbildung 4-1:	Angenommene Entwicklung des CO ₂ -Preises bis 2045 aus dem Ariadne-Projekt (Meyer, 2024)	84
Abbildung 4-2:	Wärmenetzgebiete und Ausbauplanungen sowie Prüfgebiete der swa	88
Abbildung 4-3:	Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 im Basiszenario	90
Abbildung 4-4:	Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 im Klimaschutzzenario	91
Abbildung 4-5:	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	93
Abbildung 4-6:	Darstellung der Entwicklung des Anteils der Energieträger am Wärmebedarf bis 2045 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)	96
Abbildung 4-7:	Darstellung der Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)	96
Abbildung 4-8:	Darstellung der Entwicklung des Anteils der Energieträger am Wärmebedarf bis 2045 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)	97
Abbildung 4-9:	Darstellung der Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)	97
Abbildung 4-10:	Energieträgerverteilung 2040 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)	99
Abbildung 4-11:	Energieträgerverteilung 2040 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)	99
Abbildung 4-12:	Anzahl der Energieträger als Hauptenergieträger in den Gebäuden im Basis-Szenario (links) und Klimaschutzzenario (rechts), jeweils inkl. Prozesswärme	100
Abbildung 8-1:	Fließbild zur Bestimmung des Bautyps bei Wohngebäuden	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Darstellung der eingeflossenen Datenquellen	14
Tabelle 2-2: Eingesetzte Volllaststunden für die Berechnung der Verbräuche der nicht-leitungsgebundenen Energieträger	24
Tabelle 2-3: Übersicht über die verwendeten Emissionsfaktoren	53
Tabelle 3-1: Angenommene jährliche Sanierungsraten pro Cluster zur Ermittlung der Einsparpotenziale.	56
Tabelle 3-2: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.	57
Tabelle 3-3: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.	57
Tabelle 3-4: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.	57
Tabelle 3-5: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.	58
Tabelle 3-6: Energetisch nutzbares Biomassepotenzial.	64
Tabelle 4-1: Angenommene (Endkunden-)Strompreise für die jeweiligen Stützjahre.	84
Tabelle 4-2: Angenommene (Endkunden-)Preise für feste Biomasse für die jeweiligen Stützjahre.	84
Tabelle 4-3: Angenommene (Endkunden-)Preise für Erdgas für die jeweiligen Stützjahre.	85
Tabelle 4-4: Angenommene (Endkunden-)Preise für Biogas für die jeweiligen Stützjahre.	85
Tabelle 4-5: Angenommene (Endkunden-)Preise für Wasserstoff für die jeweiligen Stützjahre.	85
Tabelle 4-6: Wärmeverbrauch der Szenarien in absoluten Zahlen und pro Jahr in GWh	98
Tabelle 4-7: Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 in Tonnen pro Jahr	98
Tabelle 4-8: Jährlicher Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern für die Stützjahre im Basis- und Klimaschutzszenario in GWh/a.	104
Tabelle 8-1: Einteilung der Gebäudefunktionen nach ALKIS in die entsprechenden Sektoren	136

Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung der Vollgeschosse	20
Formel 2: Berechnung der beheizten Nutzfläche in m ²	21
Formel 3: Berechnung der Heizungstauschrate	82
Formel 4: Berechnung der Heizlast	82
Formel 5: Berechnung der Wärmegehaltungskosten	83

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem	GMH	Großes Mehrfamilienhaus
APF	Anpassungsfaktor	HD	Handel und Dienstleistungen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	HH	Hochhaus
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude	HU	Hausumring
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze	IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz	JAZ	Jahresarbeitszahl (Verhältnis von erzeugter Wärme und benötigtem Strom, bezogen auf ein komplettes Jahr)
BHKW	Blockheizkraftwerk	kW	Kilowatt
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz	kWh	Kilowattstunde
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr
CO ₂	Kohlendioxid	KUP	Kurzumtriebsplantage
DIN	Deutsches Institut für Normung	KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
DLM	Digitales Landschaftsmodell	LoD	Level of Detail (Detaillierungsgrad von 3D-Gebäudemodellen)
DOM	Digitales Oberflächenmodell	MFH	Mehrfamilienhaus
DWD	Deutscher Wetterdienst	MWh	Megawattstunde
EFH	Einfamilienhaus	MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
EnEV	Energieeinsparverordnung	NFLbh	Beheizte Nutzfläche
EU	Europäische Union	NWG	Nichtwohngebäude
GEG	Gebäudeenergiegesetz	PV	Photovoltaik
GF / gfk	Gebäudefunktion / Gebäudefunktionscode	RH	Reihenhaus
GI	Gewerbe und Industrie	THG	Treibhausgase
GIS	Geographisches Informationssystem	WBS	Wärmebedarfsservice
		WG	Wohngebäude
		WPG	Wärmeplanungsgesetz
		WSG	Wasserschutzgebiet

1 Einleitung, Zielsetzung und rechtliche Grundlage

Die Stadt Augsburg hat sich frühzeitig auf den Weg gemacht, die Wärmewende aktiv zu gestalten und ihre Energieversorgung zukunftsfähig auszurichten. Mit dem Anfang 2025 veröffentlichten Energienutzungsplan Wärme (ENP Wärme) wurden wichtige Grundlagen geschaffen, um die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung strategisch zu planen und erste Maßnahmen umzusetzen. Insbesondere wurde eine umfassende Bestandsaufnahme von Gebäuden mit Wärmebedarf durchgeführt, eine Einteilung des Stadtgebiets in Wärmeeignungsgebiete dargestellt, die sich bereits an den im Wärmeplanungsgesetz definierten „voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten“ orientierte, und es wurden überwiegend strukturelle Maßnahmen als Grundlagen für den Weg zur Wärmewende beschrieben.

Ausgehend von diesen Grundlagen kommt die Stadt Augsburg nun ihrer gesetzlichen Verpflichtung zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans nach.

Diese Verpflichtung ergibt sich aus den aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen auf Bundes- und Landesebene. Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes sowie der darauf aufbauenden landesgesetzlichen Regelung (Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften, (AVEn)) wurden die Anforderungen für die systematische Planung der Wärmeversorgung definiert. Ziel ist es, eine klimaneutrale Wärmeversorgung langfristig sicherzustellen. Die Stadt Augsburg richtet ihre Planungen dabei an der (noch) geltenden Zielsetzung des bayerischen Klimaschutzgesetzes aus, Klimaneutralität bis spätestens 2040 zu erreichen. Die grundsätzliche Erreichbarkeit dieses Ziels in Augsburg wurde im ENP Wärme dargestellt.

Eine klimaneutrale Wärmeversorgung trägt wesentlich zur Umsetzung der Augsburger Nachhaltigkeitsziele Zukunftsleitlinie Ö1.1 „Treibhausgasemissionen reduzieren und klimaneutral werden“, Ö3.4 „nichterneuerbare Energien durch erneuerbare ersetzen“ und W 5.1 „bezahlbaren Wohnraum zur Verfügung stellen“ bei.

Der kommunale Wärmeplan schafft damit eine aktualisierte, nach einheitlichen methodischen Standards erstellte Grundlage für die Vertiefung, Ausgestaltung und Umsetzung der Wärmewende in Augsburg. **Der Wärmeplan hat jedoch keinerlei verbindliche Außenwirkung, sondern versteht sich als eine Orientierungshilfe. Sie begründet daher weder Pflichten noch Ansprüche. Maßgeblich für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sind die jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben.**

Für den Erfolg der Wärmewende wird neben einer breiten Akzeptanz in der Stadtgesellschaft vor allem entscheidend sein, dass Stadtregierung und Stadtrat – nach den Kommunalwahlen im März 2026 neu formiert – das Thema angemessen priorisieren und mit einer umsetzungsorientierten Politik aktiv vorantreiben.

Künftige Aktualisierungen der kommunalen Wärmeplanung

Gemäß Wärmeplanungsgesetz ist die Kommunale Wärmeplanung spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren, um Umsetzungsfortschritte, technische, wirtschaftliche und politische Entwicklungen sowie entsprechende veränderte Berechnungsparameter zu berücksichtigen.

Aus Sicht des Umweltamts ist es sinnvoll, eine erste Aktualisierung und inhaltliche Vertiefungen deutlich früher anzustreben, da bereits im Laufe des Jahres 2026 Veränderungen der Rahmenbedingungen und verfügbarer Informationen zu erwarten sind. Das betrifft insbesondere die angekündigte Ablösung des Gebäudeenergiegesetzes, die nationale Umsetzung der EU-Erdgasbinnenmarkttrichtlinie mit Rahmenbedingungen zum Ausstieg aus der Erdgasversorgung und die Fertigstellung des Transformationsplans zur Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung („Transformationsplan Fernwärme“) durch die Stadtwerke Augsburg (swa).

Ein zentraler Baustein der Wärmeplanung für Augsburg ist der gezielte Ausbau von Wärmenetzen in großen Teilen des Stadtgebiets. Die Stadtwerke Augsburg verfolgen nach einem Strategiewechsel bereits seit 2018 das Ziel, Fernwärme verstärkt auszubauen und eine nachhaltige, effiziente und wirtschaftliche Wärmeversorgung zu etablieren, die zunehmend auf erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme basiert. Daneben spielen dezentrale Wärmeversorgungslösungen eine große Rolle in der Transformation des Wärmesektors.

Transformationsplan zur Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung

Die Stadtwerke Augsburg erarbeiten derzeit einen Transformationsplan zur Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung. Die swa kommen damit ihrer Verpflichtung aus dem Wärmeplanungsgesetz nach, wobei die weitergehenden Anforderungen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) berücksichtigt werden. Der Transformationsplan Fernwärme behandelt deutlich detaillierter als die kommunale Wärmeplanung die Frage, wie sich das bestehende Wärmenetz – bei zugleich weiterem Ausbau – dekarbonisieren lässt. Zum jetzigen Zeitpunkt kann jedoch noch keine Aussage darüber getroffen werden, in welchem Umfang Ergebnisse veröffentlicht werden.

Unabhängig davon streben swa und Stadt Augsburg sowohl im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als auch bei deren Umsetzung eine enge und kontinuierliche Zusammenarbeit an. Vor diesem Hintergrund verweist der Wärmeplan an verschiedenen Stellen auf den in Erarbeitung befindlichen Transformationsplan, um fachliche Schnittstellen und mögliche Synergien frühzeitig zu berücksichtigen.

Die kommunale Wärmeplanung schafft damit einen integrierten und räumlich differenzierten Rahmen, um netzgebundene und dezentrale Versorgungsoptionen systematisch zu bewerten und zu priorisieren. Sie dient als strategisches Instrument, um die Wärmewende in Augsburg

koordiniert, transparent und unter Einbindung aller relevanten Akteure in den kommenden Jahren voranzutreiben.

Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde die IP SYSCON GmbH beauftragt. In enger Abstimmung mit der Stadt Augsburg und den Stadtwerken Augsburg übernahm sie die fachliche Erarbeitung der Inhalte mit ihrer Expertise in den Bereichen Energieplanung, Geoinformationssysteme und strategische Infrastrukturentwicklung.

1.1 Die kommunale Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung stellt ein zentrales strategisches Instrument dar, um die Transformation der Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen und nachhaltigen Struktur systematisch zu gestalten. Sie verfolgt das Ziel, auf Basis einer fundierten Datengrundlage langfristige Entwicklungspfade für die Wärmeversorgung aufzuzeigen und konkrete Handlungsoptionen für unterschiedliche (Teil-)Gebiete im Stadtgebiet abzuleiten. Die Wärmeplanung erfolgt dabei in mehreren aufeinander aufbauenden Phasen:

Zu Beginn steht die Bestandsanalyse, in der die aktuelle Wärmeversorgungssituation umfassend erfasst und bewertet wird. Hierzu gehören insbesondere die Analyse der Gebäudestrukturen, des Wärmebedarfs, der eingesetzten Energieträger sowie der bestehenden Versorgungsinfrastrukturen. Ziel dieser Phase ist es, ein detailliertes Verständnis über die Ausgangssituation im Stadtgebiet zu gewinnen und räumliche Schwerpunkte zu identifizieren.

Darauf aufbauend erfolgt die Potenzialanalyse, in der die verfügbaren erneuerbaren Energiequellen sowie nutzbare Abwärmepotenziale untersucht werden. Ergänzend werden Effizienzpotenziale im Gebäudebestand betrachtet. Diese Analyse bildet die Grundlage für die Einschätzung, in welchem Umfang und in welchen Gebieten eine zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung realisierbar ist.

In der anschließenden Szenarienentwicklung werden auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse unterschiedliche Entwicklungspfade für die zukünftige Wärmeversorgung erarbeitet. Dabei werden verschiedene Annahmen hinsichtlich technologischer Entwicklungen, Energieeinsparungen und Infrastrukturmaßnahmen getroffen, die bei künftigen Fortschreibungen der Wärmeplanung zu prüfen sind. Ziel ist es, realistische und zugleich ambitionierte Szenarien zu entwickeln, die den Weg hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung aufzeigen.

Abschließend werden Maßnahmen abgeleitet, die zur Umsetzung der identifizierten Szenarien erforderlich sind. Diese umfassen sowohl infrastrukturelle Maßnahmen wie beispielsweise den Ausbau von Wärmenetzen, als auch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Integration erneuerbarer Energien. Die Maßnahmen dienen als Ideengrundlage für die schrittweise Umsetzung der Wärmewende auf kommunaler Ebene.

In ihrer Gesamtheit ermöglicht die kommunale Wärmeplanung somit eine strukturierte, nachvollziehbare und langfristig ausgerichtete Herangehensweise an die Transformation des Wärmesektors.

2 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden gebäudescharfe Daten auf Ebene von Baublöcken ausgewertet und miteinander verschnitten, die Rückschlüsse auf Baualtersklassen, energetische Standards, eingesetzte Heiztechnologien sowie die Nutzung leitungsgebundener Energieträger ermöglichen. Neben der Wohnbebauung werden die Sektoren Gewerbe und Industrie, Handel und Dienstleistungen sowie öffentliche Liegenschaften berücksichtigt. Über den ENP Wärme hinausgehend wurde auch Prozesswärme einbezogen.

Die erhobenen Daten liefern die Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios.

Tabelle 2-1: Darstellung der eingeflossenen Datenquellen

Datenquelle	Information	Einsatzzweck
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung	Gebäudemodell; Aggregationen
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell
Zensus 2022	Baualtersklassen	Gebäudemodell
Strom-, Wärme- und Gasnetzbetreiber (aggregiert)	Verbrauchsdaten	Ermittlung des Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser
Schornstiefegerdaten (aggregiert)	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers
ENP Wärme	Beheizte Gebäude, Baualtersklassen, Geschosse	Gebäudemodell
Weitere Kommunale Fachinformationen	Vorhandene Planungen und Expertisen	Abgleich mit vorhandener Infrastruktur und Planung

2.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten

Die gebäudescharfe Umlage vieler Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus. Die damit einhergehende umfassende Datenaufbereitung fußt auf den Daten der ALKIS-Hausumringe. Den jeweiligen darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden Informationen aus weiteren Datenbeständen, wie z.B. ALKIS-Hauskoordinaten oder LoD1-Gebäudedaten, zugeordnet. Auf einzelne, wesentliche Parameter und deren Herkunft wird im Folgenden eingegangen.

Für die Aufbereitung des Gebäudebestandes wurden vorrangig Informationen aus den Gebäudeaufbereitungen des ENP Wärme entnommen (Gebäudegeometrie, Adressen, Grundflächen, Gebäudehöhen, Gebäudefunktionen, Baujahre). Für neuere Gebäude, die seitdem hinzugekommen sind, wurden die Informationen wie folgt aufbereitet.

Gebäudefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebäudefunktion der jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurde im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung – beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits – dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebäudefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde. Dementsprechend ist ein zusätzliches Attribut „Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z.B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“ = ‘Wohngebäude’)

Exkurs: Zuordnung von Gebäudefunktionen

Die für die durchgeführten Berechnungen verwendete Gebäudefunktion stammt aus den offiziellen Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS-Daten). Diese werden durch die zuständigen Katasterämter erhoben und verwaltet. Stellenweise bestehen Unstimmigkeiten zwischen der in den ALKIS-Daten erfassten Gebäudefunktion und der realen Gebäudefunktion. Dies betrifft z.B. einzelne Nichtwohngebäude, die in den offiziellen Daten als Wohngebäude geführt werden.

Im Rahmen des Projekts wurden grundsätzlich die Gebäudefunktionen aus den offiziellen ALKIS-Daten für die Berechnungen und Auswertungen verwendet. Auf Basis einer Stichprobe und einer Plausibilitätsprüfung wurden vereinzelt offensichtliche Unstimmigkeiten bei einzelnen Gebäuden manuell korrigiert. Dennoch können verbleibende Abweichungen in den Berechnungsergebnissen und statistischen Auswertungen nicht ausgeschlossen werden.

Gebäudehöhe

Die Gebäudehöhe stellt einen weiteren wichtigen Parameter im Rahmen der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung dar, zumal hierüber die Geschossanzahl und letztlich die beheizte Nutzfläche abgeleitet werden kann. Die Höheninformationen entsprechen der Gebäudegeometrie und sind nicht in den genannten Hausumringen enthalten, sondern in einem separaten ALKIS-Datensatz, den LoD1-Daten. Die Höheninformation und weitere LoD1-Gebäude-Features wurden, zusammen mit weiteren Attributen, wie dem amtlichen Gemeindeschlüssel, dem zugehörigen ALKIS-Hausumring zugewiesen.

Baualter

Vor der Zuweisung des Baualters eines Gebäudes galt es zunächst, die zugehörigen Baualtersklassen festzulegen. Die Baualtersklassen geben eine Zeitspanne an, in der das Gebäude wahrscheinlich errichtet wurde. Diese teilen sich wie unten dargestellt auf und

entstammen der IWU-Gebäudetypologie (Loga, 2015); die Zuordnung der Baujahre erfolgt über die Daten des Zensus 2022.

Die Einteilung in Baualtersklassen dient der strukturierten Bewertung des Gebäudebestands im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Sie ermöglicht Rückschlüsse auf typische Bauweisen, energetische Standards, Sanierungszustände sowie auf das typische Wärmebedarfs- und Einsparpotenzial.

Für die Bestimmung der Baualtersklassen an den Gebäuden standen zwei Datenquellen zur Verfügung: Zensus-Daten (Stand 2022) und World Settlement Footprint-Daten. Bei der Zuordnung einer Zensus-Baualtersklasse wurde der am häufigsten auftretende und numerisch höhere Wert einer Zeitspanne je Rasterzelle als Baualter definiert und an die Gebäude übertragen. Für Gebäude ohne Überschneidung mit einer Zensus-Kachel (100 m x 100 m) wurde als weitere Datenquelle das World Settlement Footprint des DLR herangezogen. Gebäudeumringe, die sich nicht innerhalb einer Zensus-Kachel oder DLR-Rasterzelle befanden, wurde das Baualter auf Basis eines Durchschnittswerts der nächstgelegenen Nachbargebäude bestimmt und entsprechend zugewiesen.

Neben den vorrangig verwendeten Daten aus dem ENP Wärme wurden Zensus-Daten und DLR-Daten für die Zuweisung des Baujahrs genutzt.

- Baualtersklasse < 1919

Gebäude dieser Baualtersklasse stammen überwiegend aus der Vorkriegszeit und sind häufig durch massive Bauweisen mit großer Wandstärke gekennzeichnet. Eine systematische Wärmedämmung ist in der Regel nicht vorhanden. Die Gebäude weisen häufig hohe Raumhöhen, große Gebäudevolumina und energetisch ungünstige Bauteilanschlüsse auf. Aufgrund ihres Alters bestehen häufig bauliche und denkmalpflegerische Einschränkungen, die energetische Sanierungen erschweren. Entsprechend ist von einem hohen spezifischen Wärmebedarf auszugehen, gleichzeitig bestehen jedoch relevante Einsparpotenziale. Der Gebäudebestand ist vielfach heterogen und weist ein hohes Sanierungspotenzial auf, insbesondere in Bezug auf Gebäudehülle und Heiztechnik.

- Baualtersklasse 1919–1948

Diese Gebäude wurden überwiegend in der Zwischenkriegszeit sowie in der unmittelbaren Nachkriegsphase errichtet. Sie sind häufig einfacher ausgeführt als Vorkriegsbauten und weisen meist keine oder nur sehr geringe energetische Standards auf. Auch in dieser Baualtersklasse sind Wärmedämmmaßnahmen ursprünglich nicht vorhanden. Der Gebäudebestand ist vielfach heterogen und weist ein hohes Sanierungspotenzial auf, insbesondere in Bezug auf Gebäudehülle und Heiztechnik.

- Baualtersklasse 1949–1978

Die Baualtersklasse der Nachkriegsjahrzehnte stellt in vielen Kommunen den größten Anteil des Gebäudebestands dar. Die Gebäude dieser Phase wurden unter dem Fokus schnellen und kostengünstigen Wohnungsbaus errichtet. Energetische Anforderungen spielten nur eine untergeordnete Rolle, sodass Gebäude auch dieser Klasse häufig nicht oder schlecht gedämmt

sind. Erste technische Standards (z. B. zentrale Heizsysteme) sind jedoch verbreitet. Aufgrund des hohen Anteils am Gesamtbestand und des vergleichsweise schlechten energetischen Zustands stellt diese Baualtersklasse eine zentrale Zielgruppe für energetische Sanierungen und Maßnahmen der Wärmewende dar.

- Baualtersklasse 1979–1994

Mit Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnungen am 1. November 1977 verbesserten sich die energetischen Standards von Neubauten, wobei davon auszugehen ist, dass aufgrund genehmigungsrechtlicher Verzögerungen die erste Wärmeschutzverordnung auch erst mit Verzögerung im Neubaugeschehen merkbar wurde. Gebäude dieser Baualtersklasse verfügen in der Regel über eine grundlegende Wärmedämmung, die jedoch aus heutiger Sicht nicht mehr dem Stand der Technik entspricht. Der Wärmebedarf liegt deutlich unter dem älterer Baualtersklassen, bietet jedoch weiterhin relevante Einsparpotenziale durch nachträgliche Sanierungen, insbesondere bei Fenstern, Dächern und Heizsystemen.

- Baualtersklasse 1995–2000

Gebäude dieser Phase wurden unter weiterentwickelten energetischen Anforderungen errichtet. Die Wärmeschutzstandards sind gegenüber älteren Baualtersklassen verbessert, wenngleich sie noch nicht das Niveau heutiger Neubauten erreichen. Der spezifische Wärmebedarf ist moderat. Sanierungspotenziale bestehen vor allem bei der Optimierung der Heiztechnik sowie bei der Integration erneuerbarer Wärmeerzeugung.

- Baualtersklasse 2001–2009

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) wurden die energetischen Anforderungen an Neubauten deutlich verschärft. Gebäude dieser Baualtersklasse weisen eine vergleichsweise gute energetische Qualität auf. Der Wärmebedarf ist im Vergleich zu älteren Gebäuden deutlich reduziert. Der Fokus der Wärmeplanung liegt hier weniger auf der Reduktion des Wärmebedarfs als vielmehr auf der Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien.

- Baualtersklasse 2010–2015

Diese Gebäude entsprechen weiterentwickelten EnEV-Anforderungen und weisen eine gute energetische Gebäudehülle sowie effiziente Heizsysteme auf. Der spezifische Wärmebedarf ist niedrig. Für die kommunale Wärmeplanung sind diese Gebäude vor allem im Hinblick auf die Umstellung der Heizungstechnik relevant, während der Sanierungsbedarf vergleichsweise gering ist.

- Baualtersklasse 2016–2019

Gebäude dieser Baualtersklasse erfüllen hohe energetische Standards und nähern sich teilweise dem Niedrigenergie- oder Effizienzhausniveau an. Der Wärmebedarf ist gering, und energetische Sanierungen sind in der Regel nicht prioritär. Sie spielen jedoch eine wichtige Rolle bei der Integration moderner Heizsysteme, insbesondere von Wärmepumpen, und bei der sektoralen Kopplung mit Strom aus erneuerbaren Energien.

- Baualtersklasse ≥ 2020

Diese Gebäude wurden unter den aktuellen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) errichtet und weisen nochmals höhere energetische Standards auf. Der Wärmebedarf ist sehr gering. Für die kommunale Wärmeplanung ist diese Baualtersklasse vor allem als Referenz für zukünftige Neubauentwicklungen relevant. Maßnahmen konzentrieren sich hier nahezu ausschließlich auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung, da energetische Effizienz bereits weitgehend umgesetzt ist.

Gebäudegrundfläche

Grundsätzlich ist die Gebäudegrundfläche Teil der Gebäudegeometrie (s.o.). Freistehende Gebäude, welche durch ihre Gebäudefunktion zwar als beheizte Gebäude eingestuft wurden, aber eine Grundfläche von unter 30 m² aufwiesen, wurden von der Wärmebedarfsberechnung ausgeschlossen. So wurden z.B. Garagen, Carports, Gartenhäuser, Bauten in Schrebergärten und ähnliche Gebäude nicht in die Berechnung einbezogen.

Weitere Grundlagendaten

Neben den vorab genannten Daten wurden die Flurstückskennzeichen, die Adresse und der Straßenschlüssel, die Zonierung gemäß der naturräumlichen Gliederung sowie die Temperaturdaten der naturräumlichen Gliederungen als Berechnungsgrundlage und für die aus Datenschutzgründen erforderliche Aggregation (vgl. Kapitel 2.3) verwendet.

2.2 Beschreibung der Stadt- sowie der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Analyse der vorhandenen Siedlungsstruktur bildet eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung. Sie ermöglicht eine differenzierte Betrachtung des Wärmebedarfs, der Versorgungspotenziale und der infrastrukturellen Voraussetzungen in den verschiedenen Stadtgebieten. Im Rahmen der Methodik wurden vier zentrale Analysebausteine betrachtet: Gebäudetypologie und Wohnfläche, Bevölkerungsentwicklung, Hauptnutzungsarten der Gebäude sowie die Flächendichte im Wohnsektor.

Wohnfläche je Gebäude

Für die Ermittlung der beheizten Wohnfläche wurden ausschließlich Wohngebäude berücksichtigt. Die Einteilung der Gebäude erfolgte gemäß eines durch IP SYSCON entwickelten Schemas (siehe Abbildung 8-1 im Anhang) in fünf Bautypen:

- Einfamilienhäuser (EFH),
- Reihenhäuser (RH),
- Mehrfamilienhäuser (MFH),
- große Mehrfamilienhäuser (GMH),
- Hochhäuser (HH).

Auf Basis dieser Kategorisierung wurde für jedes Gebäude die beheizte Nutzfläche gemäß DIN 4108 berechnet. Die Berechnungen werden in Kapitel 2.3 genauer beschrieben.

Hauptnutzungsart der Gebäude

Für die Bewertung der Hauptnutzungsarten wurden die Gebäude baublockweise ausgewertet. Die Baublöcke wurden dabei auf Basis räumlicher Nähe, baulicher Struktur und Nutzungsmuster gebildet. Innerhalb jedes Clusters wurde der dominierende Gebäudesektor bestimmt und als Hauptnutzungsart angegeben. Die Einteilung der Sektoren erfolgte in:

- Wohnen,
- Gewerbe und Industrie,
- Handel und Dienstleistungen,
- Öffentliche Gebäude (z. B. Schulen, Verwaltungen, soziale Einrichtungen).

Diese Einteilung bildet die Grundlage für die sektorspezifische Wärmebedarfsbewertung und zukünftige Versorgungsstrategien.

Im öffentlichen Sektor sind auch Großverbraucher, wie beispielsweise Schwimmbäder und Krankenhäuser, mit eingeordnet. Diese Großverbraucher haben nennenswerten Einfluss auf die Gesamtzahlen im jeweiligen Bereich.

Flächendichte im Wohnbereich

Zur Bewertung der Wohnflächendichte wurde die Wohnfläche je Wohnung aus der Studie des Statistikamts des Bundes herangezogen:

Diese statistischen Indikatoren wurden mit den im Rahmen der Wärmebedarfsberechnung ermittelten Werten verglichen und plausibilisiert. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass sowohl Bestandsdaten als auch Planungsdaten eine konsistente und belastbare Grundlage für die weitere Analyse und Szenarienentwicklung bilden.

Die Analyse der vorhandenen Siedlungsstruktur liefert wesentliche Erkenntnisse über die Wärmebedarfe, bauliche Voraussetzungen und sektoralen Nutzungsschwerpunkte im Stadtgebiet. Grundlage waren flächendeckende Gebäude- und Einwohnerdaten, die statistisch und typologisch ausgewertet wurden.

2.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs

Der Wärmebedarf beschreibt den theoretisch berechneten Energiebedarf eines Gebäudes zur Beheizung und Warmwasserbereitung (im Falle von Wohngebäuden: 12,5 kWh je m² beheizter Fläche und Jahr) unter standardisierten Bedingungen, wie sie beispielsweise in DIN-Normen festgelegt sind. Er steht in Abhängigkeit verschiedener Gebäudeparametern wie Baualtersklasse, Dämmstandard, Grundfläche, Gebäudehöhe, Gebäudefunktion und Klimadaten. Der Wärmeverbrauch hingegen beruht auf real gemessenen Verbrauchsdaten, wie sie etwa von Energieversorgern bereitgestellt werden oder sich aus Kkehrbuchdaten ableiten lassen.

Während der Wärmebedarf eine flächendeckende, konsistente und modellgestützte Einschätzung erlaubt (auch dort, wo keine Verbrauchsdaten vorliegen), spiegelt der Wärmeverbrauch das tatsächliche Nutzerverhalten und Betriebsverhalten wider, kann dadurch

jedoch stark von individuellen Gewohnheiten, Leerständen und Witterungseinflüssen geprägt sein. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse, während der Verbrauch durch seine Realitätsnähe punktet, jedoch oft lückenhaft oder nur aggregiert vorliegt. In der kommunalen Wärmeplanung werden daher idealerweise beide Methoden kombiniert, um ein möglichst genaues und belastbares Bild der Wärmesituation zu erhalten.

Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, ...) erzeugt, um eine möglichst reelle Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf ist dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich:

- Gebäude-ID,
- Baujahr,
- Geometrie des Gebäudes,
- Mittlere Dachhöhe des Gebäudes,
- Gebäudefunktion (Wohngebäude / Nichtwohngebäude).

Im Ergebnis wurde für die Wärmebedarfsberechnung ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudefunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß Formel 1 (s.u.) aus der mittlere Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß EnEV, bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

Formel 1: Berechnung der Vollgeschosse

$$\text{Vollgeschosse} = \text{Traufhöhe} / 2,75$$

Dabei sind:

<i>Vollgeschosse</i>	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
<i>Traufhöhe</i>	die angelegte Höhe [m]
<i>2,75</i>	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [m]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude über Formel 2 berechnet werden:

Formel 2: Berechnung der beheizten Nutzfläche in m^2

$$NFL_{bh} = \text{Grundfläche} * \text{Anzahl Vollgeschosse} * A_{BGF}$$

Dabei sind:

NFL_{bh}	die beheizte Nutzfläche [m^2]
Grundfläche	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m^2]
Anzahl Vollgeschosse	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
A_{BGF}	der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche (gemäß BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor A_{BGF} ergibt sich aus der Gebäudefunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK Bundesministerium für Wirtschaft, 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudefunktionen, wie sie in den amtlichen Daten vorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von $A_{BGF} = 0,85$ an. Dieser wurde u.a. für Wohngebäude angewendet.

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach DIN V 4108-6 zurückgegriffen, da die DIN V 18599 im Wohngebäudebereich deutlichere Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch aufweist als die DIN 4108-6. Es werden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga, 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh}/m^2 \cdot a$ berechnet.

Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudefunktion auf Basis von Erfahrungs- und Vergleichswerten. Aufgrund

der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt.

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von den zugeordneten Gebäudetypen. Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

Anpassungsfaktor

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelter Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga, 2015). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude (Wohn- und Nichtwohngebäude), sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsanieung, interpoliert und verrechnet.

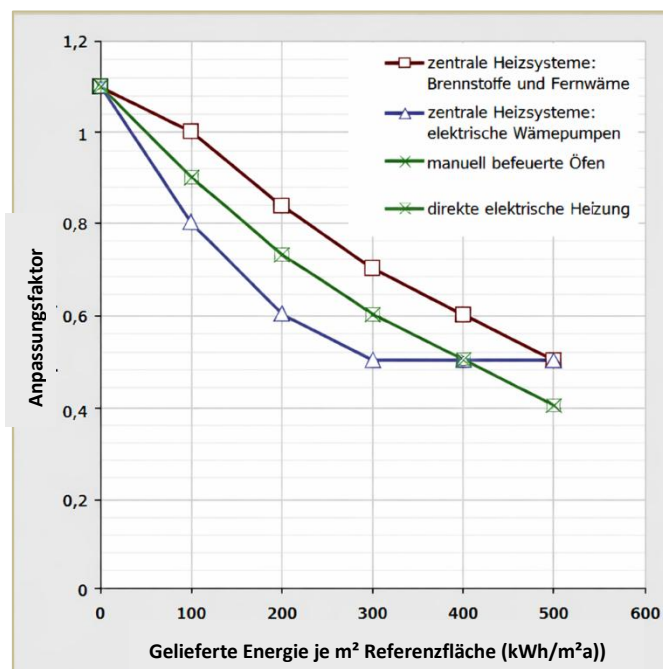


Abbildung 2-1: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga, 2015)

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit von Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend der Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder).
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet.
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung (hiermit ist die Nutzung der Tagesstrahlung auf das Gebäude ohne die Nutzung technologischer Hilfsmittel wie Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen gemeint) werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor angenähert. Weitere Abweichungen bleiben in der Bestandsaufnahme unberücksichtigt. In der Szenarienentwicklung wird ein Abgleich zwischen den Bedarfs- und Verbrauchswerten durchgeführt.

Wärmeverbrauch

Zuweisung der Informationen aus den Verbrauchs- und Kkehrbuchdaten

Für die Analyse des Wärmeverbrauchs standen unterschiedliche Datengrundlagen zur Verfügung, die jedoch nicht gebäudescharf, sondern in aggregierter Form verfügbar waren. Die Daten der Bezirksschornsteinfeger (Kkehrbuchdaten aus einer Erhebung durch das Bayerische Landesamt für Statistik gemäß Art. 6 Bayerisches Klimaschutzgesetz) sowie die Verbrauchsdaten der swa Netze GmbH Augsburg (Wärmenetzverbräuche, Gasverbräuche, Wärmepumpen) lagen datenschutzkonform jeweils auf Ebene von Baublöcken vor.

Eine direkte Zuordnung des Wärmeverbrauchs zu einzelnen Gebäuden ist auf Grundlage der baublockbezogenen Daten nicht möglich.

Um dennoch eine gebäudescharfe Betrachtung für die weiteren Analysen und Modellierungen zu ermöglichen, wurde eine methodische Disaggregation der vorliegenden Daten vorgenommen. Hierbei wurde der aggregierte Wärmeverbrauch eines Baublocks auf die darin befindlichen beheizten Gebäude verteilt. Die Identifikation der beheizten Gebäude erfolgte auf Basis der vorhandenen Gebäudedaten aus der Bestandsaufnahme.

Da keine differenzierten Informationen zur tatsächlichen Verbrauchsverteilung innerhalb der Baublöcke vorlagen, wurde die Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die einzelnen Gebäude innerhalb eines Baublocks zufällig vorgenommen. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass die Summe der Verbräuche auf Baublockebene erhalten bleibt, gleichzeitig jedoch eine räumlich höher aufgelöste Datengrundlage für die weiteren Planungsschritte geschaffen wird.

Die aus den Bezirksschornsteinfegerdaten abgeleiteten Wärmeverbräuche basieren auf einer Umrechnung der installierten Leistung unter Annahme spezifischer Volllaststunden. Die hierfür verwendeten Volllaststunden wurden im Projektverlauf abgestimmt und sind in Tabelle 2-2 detailliert dargestellt.

Die beschriebene Methodik stellt eine pragmatische Lösung dar, um trotz eingeschränkter Datenverfügbarkeit eine gebäudescharfe Analyse zu ermöglichen. Die daraus resultierenden Unsicherheiten sind bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, insbesondere auf kleinräumiger Ebene (z.B. einzelne Gebäude), während die Aussagen auf aggregierter Ebene (Baublöcke und höher) als belastbar einzustufen sind.

Tabelle 2-2: Eingesetzte Volllaststunden für die Berechnung der Verbräuche der nicht-leitungsgebundenen Energieträger

Sektor	0-11 kW	11-25 kW	25-50 kW	50-100 kW	> 100 kW
Wohnen	1.550	1.300	1.300	1.300	1.300
Öffentliche Gebäude	1.500	1.500	1.550	1.400	1.300
Gewerbe und Industrie	1.500	1.500	1.550	1.400	1.300
Handel und Dienstleistungen	1.500	1.500	1.550	1.400	1.300

Auf dieser Datengrundlage wurde jedem beheizten Gebäude ein Verbrauchswert zugewiesen.

Betrachtungsebenen

Baublöcke

Der Wärmebedarf-/verbrauch auf Baublockebene kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Baublöcke genutzt, um zusammenhängende Siedlungsbereiche systematisch zu erfassen und auszuwerten. Die Geometrien der Baublöcke entstammen dabei den aggregierten Daten der Bezirksschornsteinfeger. Um die Unschärfen so gering wie möglich zu halten, wurden die Verbrauchsinformationen zu den gas- bzw. fernwärmeversorgten Gebäuden der swa Netze GmbH ebenfalls auf die gelieferten Baublockgeometrien aggregiert.

Wärmelinien

Die Wärmelinienrichte bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Netz oder dezentral) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmelinienrichte wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell (DLM) herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmelinienrichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügt über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt liegt überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftreten (d.h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhielten eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgte die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei wurden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmelinienrichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird.

Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Bezugsgröße für die kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. Die nachfolgende Methodik beschreibt das Vorgehen zur Erhebung, Verarbeitung und Bilanzierung der THG-Emissionen auf Gebäudeebene.

Datenbasis

Zentrale Grundlage für die THG-Bilanzierung sind gebäudescharfe Angaben zum eingesetzten Energieträger. Diese Informationen wurden aus zwei Hauptquellen gewonnen: Zum einen wurden die Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger herangezogen, die detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen liefern, und zum anderen wurden für Gebäude mit Erdgasanschluss zusätzlich Erdgasverbrauchsdaten sowie für Gebäude mit Fernwärme-Anschluss zusätzlich die Fernwärmeverbräuche berücksichtigt.

Bei der Wärmegewinnung aus Strom im Bereich der Stromdirektheizungen und der Wärmepumpen sind die tatsächlichen Stromverbräuche zur Wärmeerzeugung in die Berechnung der Treibhausgasemissionen eingeflossen.

Für die Umrechnung der ermittelten Energieverbräuche in THG-Emissionen kamen standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS-Datenbank zum Einsatz. Dabei werden sowohl direkte Emissionen aus der Verbrennung als auch vorgelagerte Emissionen aus der Vorkette berücksichtigt, um eine realitätsnahe Bilanzierung der klimawirksamen Emissionen zu ermöglichen.

Bilanzierungsrahmen

Die Systemgrenze der Bilanzierung umfasst ausschließlich den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden. Die Bilanz erfolgt gebäudescharf, wodurch eine detaillierte geografische Verortung von Emissionsschwerpunkten ermöglicht wird. Berücksichtigt wurden alle Energieträger, die in den Schornsteinfegerdaten, Stromanwendungen für Wärme und den Wärmenetzen erfasst sind, darunter:

- Braunkohle
- Steinkohle
- Erdgas
- Flüssiggas
- Heizöl
- Nicht-biogener Abfall
- Feste Biomasse
- Gasförmige Biomasse
- Flüssige Biomasse
- Strom für Wärmeanwendungen
- Fernwärme

Für jedes einzelne Gebäude wurden die THG-Emissionen nach folgendem Schema berechnet:

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des angegebenen oder abgeleiteten Wärmeverbrauchs mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (in t CO₂-Äquivalent je kWh),
3. Aggregation der berechneten Emissionen

Die Ergebnisse der Berechnung wurden gebäudescharf ausgewiesen und bilden eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung wirksamer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Wärmesektor.

2.4 Informationen zu den aktuellen Gebäude- und Wärmeversorgungsdaten

Die Informationen zu den aktuellen Gebäude- und Wärmeversorgungsdaten stammen aus den Verbrauchsdaten (aggregiert) der leitungsgebundenen Energieversorgung (Gas-, Wärme- und Stromnetz) sowie für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger aus den Daten der Bezirksschornsteinfeger (aggregiert). Darüber hinaus wurden Daten aus dem Marktstammdatenregister zu vorhandenen KWK-Anlagen, Heizzentralen, Photovoltaikanlagen sowie Wasserkraftanlagen für die Analyse herangezogen.

2.5 Informationen zur aktuellen Versorgungsstruktur sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur

Die Versorgungsstrukturen in Form von Gas- und Wärmenetzen sowie der jeweiligen Erzeugertechnologien wurden auf aggregierter Ebene ermittelt. Darüber hinaus wurden Informationen aus den Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger zum eingesetzten Energieträger, der Kesselanzahl sowie der Kesselleistungen in aggregierter Form auf Baublockebene übermittelt.

2.6 Eignungsprüfung § 14 WPG

Gemäß § 14 WPG dient die Eignungsprüfung der Identifikation von Teilgebieten, in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Versorgung über Wärmenetze oder Wasserstoffnetze wirtschaftlich und technisch sinnvoll möglich ist. Ziel ist es, den weiteren Planungsprozess auf geeignete Versorgungsoptionen auszurichten und den Untersuchungsaufwand zielgerichtet zu strukturieren.

Für die Stadt Augsburg lagen bereits zu Beginn der kommunalen Wärmeplanung umfangreiche Erkenntnisse und Vorarbeiten der swa zur bestehenden und potenziellen Wärmeversorgungsstruktur vor. Die swa stellten hierfür eine räumliche Differenzierung in

- bestehende Wärmenetzgebiete,
- potenzielle Ausbauggebiete für Wärmenetze sowie
- Prüfgebiete für einen möglichen zukünftigen Wärmenetzausbau

zur Verfügung. Diese Gebiete bildeten die wesentliche Grundlage für die Einordnung netzgebundener Wärmeversorgungspotenziale innerhalb des Stadtgebiets.

Eine darüber hinausgehende flächendeckende Eignungsprüfung nach dem Ausschlussprinzip wurde nicht durchgeführt. Hintergrund hierfür ist die siedlungsstrukturelle Ausgangslage der Stadt Augsburg: Als Großstadt mit überwiegend dichter und zusammenhängender Bebauungsstruktur bestehen grundsätzlich in weiten Teilen des Stadtgebiets potenziell geeignete Rahmenbedingungen für unterschiedliche Formen einer klimaneutralen Wärmeversorgung – insbesondere auch für leitungsgebundene Versorgungslösungen.

Vor diesem Hintergrund wurde die kommunale Wärmeplanung nicht auf ausgewählte Teilräume begrenzt, sondern eine umfassende Betrachtung sämtlicher Stadtgebiete vorgenommen. Ziel war es, für das gesamte Stadtgebiet eine differenzierte Bewertung zukünftiger Wärmeversorgungsoptionen zu ermöglichen und langfristige Entwicklungsperspektiven für alle Quartiere aufzuzeigen.

Die von den swa bereitgestellten Netz-, Ausbau- und Prüfgebiete wurden daher unmittelbar in die weitere Bestands- und Potenzialanalyse integriert und im Rahmen der Szenarientwicklung sowie der Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete berücksichtigt.

2.7 Berücksichtigung der Anforderungen gemäß § 21 WPG

Der vorliegende kommunale Wärmeplan für die Stadt Augsburg wurde unter Berücksichtigung der Anforderungen des §21 Wärmeplanungsgesetz (WPG) erstellt. Die nachfolgenden Ausführungen zeigen auf, wie die gesetzlichen Vorgaben systematisch in die Analyse, Szenarienentwicklung sowie Maßnahmenableitung integriert wurden.

1. Berücksichtigung des Grundsatzes „Energieeffizienz an erster Stelle“

Die Erstellung des Wärmeplans folgt konsequent dem Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle“. Dieser wurde sowohl methodisch als auch inhaltlich in allen Arbeitsschritten berücksichtigt. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist die Reduktion des Wärmebedarfs durch Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand sowie durch infrastrukturelle Optimierungen. Erst auf dieser Grundlage erfolgt die Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien. Die Planung stellt somit sicher, dass der Ausbau von Wärmeversorgungsnetzen und dezentralen Lösungen auf den prognostizierten Restwärmebedarf einer klimaneutralen Gebäudestruktur im Jahr 2040 ausgerichtet ist.

Die zugrunde liegenden Annahmen und methodischen Herleitungen sind im Kapitel 3.1.1 detailliert beschrieben. Insbesondere werden dort die identifizierten Einsparpotenziale im Gebäudesektor sowie Effizienzmaßnahmen in der Wärmeinfrastruktur dargestellt. Das Klimaschutzszenario 2040 basiert auf einer Senkung des Endenergieverbrauchs für Wärme um ca. 44 % gegenüber dem Basisjahr.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Transformation der Wärmenetze hin zu effizienteren Strukturen, beispielsweise durch die Absenkung von Netztemperaturen sowie die verstärkte Integration von Abwärmequellen, welcher aktuell auch durch die in Umsetzung befindlichen Transformationsplanung der swa unterstützt wird. Die Ausweisung der entsprechenden Wärmenetz- und Ausbaugebiet wird in der Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4 detailliert dargestellt und in Kapitel 4 detailliert beschrieben. Diese Maßnahmen tragen wesentlich zur Reduktion von Energieverlusten und zur Steigerung der Gesamteffizienz bei.

Darüber hinaus basiert die Entwicklung der Zielszenarien auf umfassenden Potenzialanalysen (vgl. Kapitel 3) sowie einer detaillierten Darstellung der zukünftigen Wärmeversorgung im Zieljahr (vgl. Kapitel 4.5), wodurch eine priorisierte und effizienzorientierte Maßnahmenplanung ermöglicht wird.

2. Bewertung der Rolle von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften und verbrauchergetriebenen Initiativen

Im Rahmen der Wärmeplanung wurde die Rolle von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften sowie weiterer verbrauchergetriebener Initiativen mit berücksichtigt. Diese Akteursgruppen können einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung lokaler Wärmeprojekte leisten, insbesondere im Bereich dezentraler und quartiersbezogener Versorgungslösungen. Durch die Einbindung von Bürgerenergiegenossenschaften und lokalen Zusammenschlüssen wird die Teilhabe der Bevölkerung an der Wärmewende gestärkt und die regionale Wertschöpfung gefördert.

Als relevante Akteure wurden unter anderem identifiziert:

- Bürgerenergiegenossenschaften
- Wohnungsbaugesellschaften und -genossenschaften
- Quartiersinitiativen und Nachbarschaftsnetzwerke
- Lokale Unternehmen und Gewerbebetriebe mit Abwärmepotenzial
- Stadtwerke Augsburg

Die Potenzialanalysen sowie die räumlichen Darstellungen bieten eine fundierte Grundlage zur Identifikation geeigneter Gebiete für solche gemeinschaftlichen Ansätze. Ergänzend ermöglichen digitale Werkzeuge wie der digitale Zwilling sowie die Bereitstellung von Kartenmaterial eine transparente Informationsbasis für potenzielle Initiativen und fördern deren aktive Beteiligung (Maßnahmen-Cluster 1).

Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften werden primär als Akteure für die Umsetzung von Quartierslösungen identifiziert, da sie insbesondere in verdichteten Gebieten mit lokalen Potenzialen – wie Solarthermie, Umweltwärme oder Abwärme – sowie in Bereichen außerhalb großskaliger Fernwärmenetze eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung von Wärmenetzlösungen oder gemeinschaftlichen Erzeugungsanlagen einnehmen können. Ihre Bedeutung liegt vor allem in der Mobilisierung von Investitionen, der lokalen Akzeptanzsteigerung sowie der Beschleunigung von Umsetzungsprozessen.

Zusammenfassend wird die Förderung von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften als strategischer Beschleunigungsfaktor für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eingestuft, deren konkrete Ausgestaltung jedoch von der lokalen Initiativkraft und den spezifischen technischen Gegebenheiten im jeweiligen Quartier abhängt

3. Bewertung von Finanzierungsmöglichkeiten und Finanzierungsmechanismen

Die Umsetzung der in der Wärmeplanung entwickelten Strategien und Maßnahmen erfordert erhebliche Investitionen, deren Finanzierung durch eine Kombination aus öffentlichen Fördermitteln und privaten Finanzierungsmodellen erfolgen kann.

Im Rahmen der Maßnahmenentwicklung wurden relevante Förderprogramme systematisch berücksichtigt und in die Maßnahmen integriert. Dazu zählen insbesondere:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Förderprogramme der KfW
- Landesförderprogramme des Freistaats Bayern

An dieser Stelle sei der Hinweis gegeben, dass zum jeweiligen Zeitpunkt geprüft werden muss, welche Förderungen zur Verfügung stehen, da die Förderlandschaft erfahrungsgemäß einigen Schwankungen unterliegt.

Ergänzend wurden verschiedene Finanzierungsmodelle aufgenommen, die eine Umsetzung auf unterschiedlichen Ebenen ermöglichen:

- **Contracting-Modelle**, bei denen Investitionen durch externe Dienstleister übernommen werden
- **Bürgerbeteiligungsmodelle**, insbesondere über Energiegenossenschaften und Crowdfunding
- **Investitionen durch kommunale Unternehmen**, insbesondere Stadtwerke
- **Öffentlich-private Partnerschaften (ÖPP)**

Diese Modelle bieten unterschiedliche Vorteile hinsichtlich Risikoverteilung, Kapitalverfügbarkeit und Umsetzungsdynamik.

Gleichzeitig bestehen Hemmnisse, die die Umsetzung erschweren können. Dazu zählen insbesondere:

- Hohe Anfangsinvestitionen und lange Amortisationszeiträume
- Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Energiepreise und regulatorischer Rahmenbedingungen
- Begrenzte finanzielle Handlungsspielräume privater Haushalte
- Komplexität von Förderverfahren und administrativer Aufwand

Die Kombination aus Förderinstrumenten und innovativen Finanzierungsmodellen ist daher entscheidend, um den Umstieg auf erneuerbare Wärme für Verbraucher wirtschaftlich tragfähig zu gestalten.

4. Bewertung potenzieller Synergieeffekte mit benachbarten Kommunen

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden potenzielle Synergien mit benachbarten Kommunen berücksichtigt, um Möglichkeiten für gemeinsame Investitionen und eine erhöhte Kosteneffizienz zu identifizieren.

Die durchgeführten Potenzialanalysen wurden bewusst bis an die administrativen Grenzen der Stadt Augsburg geführt, um auch angrenzende Strukturen und Potenziale in die Betrachtung einzubeziehen.

Darüber hinaus ist die Planung von Wärmenetzen nicht ausschließlich auf das Stadtgebiet beschränkt, sondern berücksichtigt auch mögliche stadtgebietsübergreifende Lösungen. Entsprechende erste Netzerweiterungen bzw. Planungen bestehen für das Augsburger Fernwärmenetz in Richtung der Nachbarkommunen Neusäß, Stadtbergen und Friedberg. Dies eröffnet die Möglichkeit zur Nutzung gemeinsamer Erzeugungsstandorte (z. B. industrielle Abwärme oder Abwärme aus Abwasser), zur Integration externer Abwärmequellen sowie zur Realisierung von Skaleneffekten.

Die Berücksichtigung dieser interkommunalen Ansätze trägt dazu bei, langfristig wirtschaftlich und energetisch optimierte Lösungen zu entwickeln.

5. Bewertung durch zuständige Stelle

Der vorliegende Wärmeplan soll gemäß §21 WPG einer Bewertung durch die zuständige Landesbehörde unterzogen. Die daraus resultierenden Empfehlungen fließen in die Priorisierung und Umsetzung der Maßnahmen ein.

2.8 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Stadt Augsburg eine gebäudescharfe Bestandsanalyse auf Basis der gesetzeskonform aggregierten Daten durchgeführt. Ziel war es, die aktuelle Wärmeversorgung detailliert zu erfassen und eine solide Datenbasis für die künftige Wärmewendestrategie zu schaffen. Die Analyse umfasst insbesondere den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude, die eingesetzten Energieträger sowie die bestehende leitungsgebundene Infrastruktur wie Gas- und Wärmenetze samt zugehöriger Erzeugungseinrichtungen.

Aus Datenschutzgründen werden gebäudescharfe Daten in der öffentlichen Darstellung nicht ausgewiesen. Stattdessen erfolgt die Visualisierung in aggregierter Form auf Bau-block- und Wärmelinienebene, um Rückschlüsse auf einzelne Gebäude zu verhindern.

2.8.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Die Stadt Augsburg ist eine großstädtisch geprägte kreisfreie Stadt in Bayern mit einem ausgeprägten historischen Stadtkern (Innenstadt) und daran anschließenden, unterschiedlich verdichteten Wohn- und Gewerbegebieten, die in die äußeren, teils suburban und in Teilen noch dörflich geprägten Stadtbezirke übergehen. Administrativ gliedert sich Augsburg in 42 Stadtbezirke, darunter die zentral gelegenen Innenstadt-Bezirke sowie weitere Bezirke wie Pfersee, Kriegshaber, Oberhausen, Lechhausen, Göggingen, Haunstetten-Siebenbrunn, Hochzoll, Herrenbach, Spickel–Herrenbach sowie Bergheim und Inningen.

Die Stadtfläche beträgt 146,85 km², womit bei rund 301.105 Einwohnerinnen und Einwohnern (Stand: 31.12.2024) etwa 2.050 Einwohnerinnen und Einwohner je km² leben. Für die kommunale Wärmeplanung ergibt sich damit eine Siedlungsstruktur, die einerseits durch dichte, zusammenhängende Quartiere im innerstädtischen Bereich mit mehrgeschossiger Bebauung geprägt ist und andererseits durch aufgelockerte Strukturen mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung sowie teilweise ländlich geprägte Ortsteile in den Randlagen charakterisiert wird.

Diese Kennwerte verdeutlichen insgesamt eine im Vergleich zu kleineren Mittelstädten weniger kompakte, jedoch klar strukturierte Großstadt mit deutlichen Gradienten der Bevölkerungsdichte. Für die Wärmeplanung sind insbesondere die Unterschiede zwischen den hochverdichteten innerstädtischen Bereichen, den Nachkriegs- und Großwohnsiedlungen sowie den locker bebauten Rand- und eingemeindeten Ortsteilen von Bedeutung.



Bestandsanalyse

 Stadtgrenze

Abbildung 2-2: Stadtgebiet Augsburg

2.8.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Im Zuge der Erstellung des Wärmeplans wurden, ausgehend von der Bestandsaufnahme im ENP Wärme und aktuellen ALKIS-Daten, 41.734 Gebäude als beheizte Gebäude erfasst. Die Auswertung der Gebäudebestandsdaten für das Stadtgebiet Augsburg zeigt eine deutliche Prägung durch Wohnnutzungen. Insgesamt entfallen:

- **84 %** aller Gebäude auf **Wohngebäude**,
- **8 %** auf **Gewerbe- und Landwirtschaftsgebäude**,
- **6 %** auf **Gebäude für Handel und Dienstleistungen**,
- **2 %** auf **öffentliche Gebäude**.

Damit ist die Gebäudestruktur klar wohnungsdominiert. Nichtwohngebäude (zusammen 16 %) verteilen sich vergleichsweise breit auf gewerbliche, öffentliche sowie handels- und dienstleistungsbezogene Nutzungen. Für die kommunale Wärmeplanung bedeutet dies, dass Maßnahmen im Wohnsektor sowohl hinsichtlich der Anzahl der Objekte als auch hinsichtlich der flächenbezogenen Wärmebedarfe eine zentrale Rolle einnehmen.

Innerhalb des Wohngebäudebestands ergibt sich folgende Struktur:

- **46 % Reihenhäuser (RH)**
- **22 % Mehrfamilienhäuser (MFH)**
- **14 % Einfamilienhäuser (EFH)**
- **2 % große Mehrfamilienhäuser**
- **< 1 % Hochhäuser**

Der Wohngebäudebestand ist somit überwiegend durch **Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser** geprägt (zusammen rund 80 % der Wohngebäude). Der Anteil klassischer Einfamilienhäuser liegt bei rund 17 % des Bestands. Große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser spielen der Anzahl nach demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle.

Diese Struktur weist auf eine insgesamt höhere bauliche Dichte in weiten Teilen des Stadtgebiets hin. Insbesondere der hohe Anteil an Mehrfamilien- und Reihenhäusern bietet grundsätzlich günstige Voraussetzungen für leitungsgebundene Wärmeversorgungs-lösungen (z. B. Wärmenetze), da hier vergleichsweise hohe Anschlussdichten realisierbar sind. In Quartieren mit einem höheren Anteil an Einfamilienhäusern sind dagegen stärker gebäudebezogene („dezentrale“) Versorgungs-lösungen zu erwarten.

Im Stadtgebiet Augsburg liegt die ermittelte gesamte beheizte Nutzfläche bei **23.513.070 m²**. Die Verteilung auf die einzelnen Sektoren stellt sich wie folgt dar:

- **Wohnen: 39 %**
→ ca. **9.266.775 m²**
- **Gewerbe und Industrie: 43 %**
→ ca. **10.016.691 m²**
- **Handel und Dienstleistungen: 9 %**
→ ca. **2.085.500 m²**
- **Öffentliche Gebäude: 9 %**
→ ca. **2.144.104 m²**

Der Wohnsektor stellt damit den größten Anteil an Gebäuden, aber nicht den größten Anteil an beheizter Fläche dar. Ein erheblicher Anteil der beheizten Nutzfläche (insgesamt rund 61 %) entfällt auf Nichtwohngebäude. Besonders der Sektor Gewerbe und Industrie nimmt mit rund einem Viertel der Gesamtfläche eine relevante Position ein.

Die Ergebnisse zeigen eine **wohnungsdominierte Gebäudestruktur** bei gleichzeitig signifikanter Bedeutung der Nichtwohnsektoren in Bezug auf die beheizte Nutzfläche. Daraus ergeben sich folgende übergeordnete Schlussfolgerungen für die kommunale Wärmeplanung:

1. **Schwerpunkt im Wohnsektor:**
Aufgrund des hohen Anteils an Gebäuden kommt der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Wohnbereich eine zentrale Bedeutung zu.
2. **Gute Voraussetzungen für Quartierslösungen:**
Der hohe Anteil an Mehrfamilien- und Reihenhäusern begünstigt in verdichteten Bereichen die Umsetzung von Wärmenetzen oder gemeinschaftlichen Versorgungs-lösungen.
3. **Relevanz gewerblicher und öffentlicher Großverbraucher:**
Trotz geringerer Gebäudeanzahl verfügen insbesondere Gewerbe- und öffentliche Gebäude über große zusammenhängende Nutzflächen und damit relevante Wärmebedarfe. Diese können als Ankerkunden für Wärmenetze oder als Standorte für Abwärme- und erneuerbare Wärmepotenziale fungieren.

Insgesamt weist Augsburg eine differenzierte, jedoch überwiegend städtisch geprägte Gebäude- und Siedlungsstruktur auf.

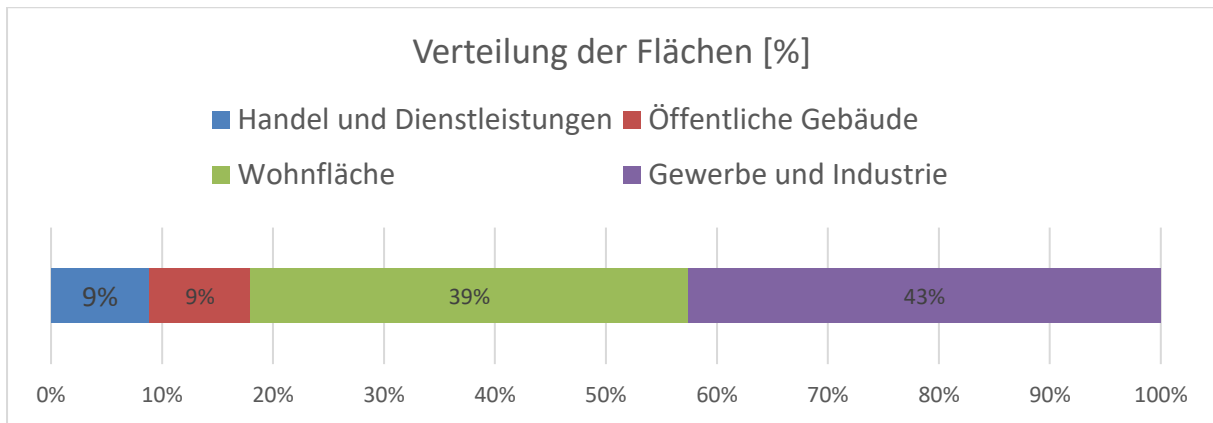
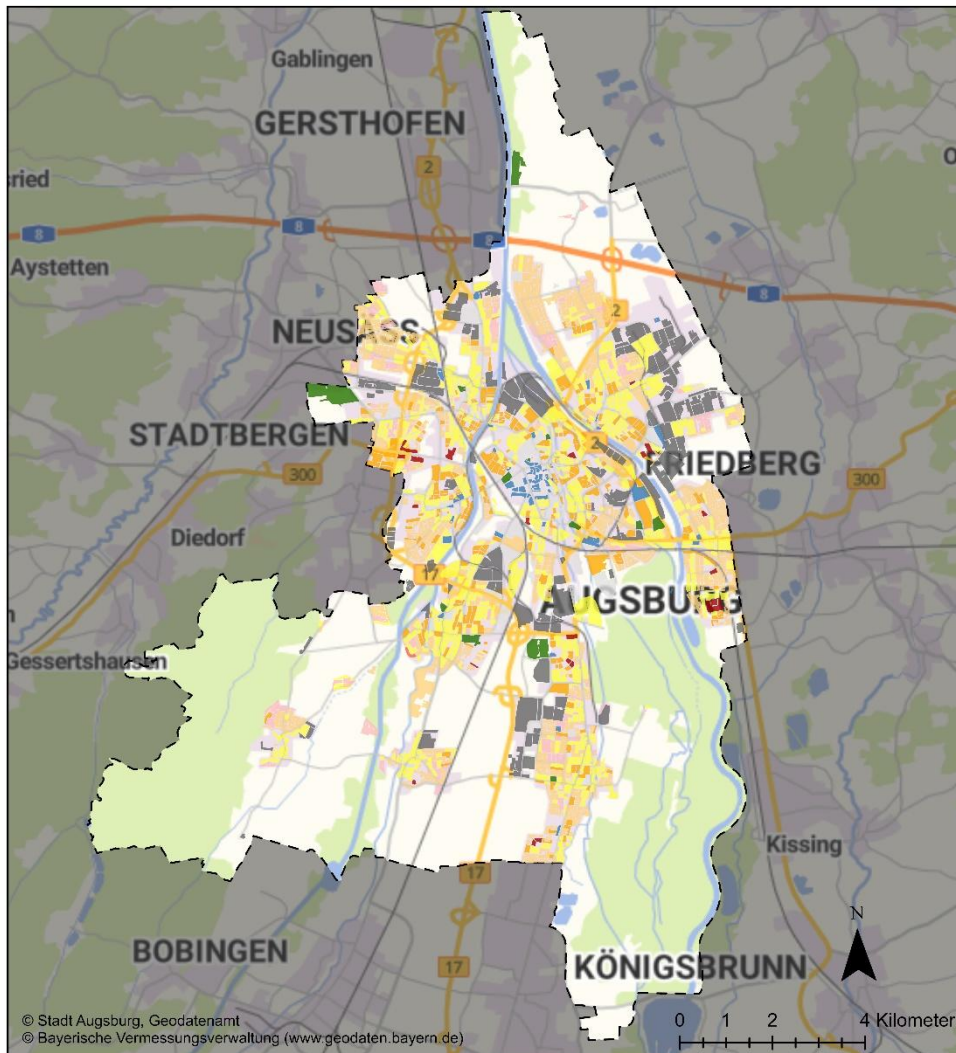


Abbildung 2-3: Darstellung der beheizten Nutzfläche in den einzelnen Sektoren



Bestandsanalyse

Hauptnutzungsart

- Einfamilienhaus
- Reihenhaus
- Mehrfamilienhaus
- Hochhaus
- Großes Mehrfamilienhaus

- Wohnnutzung (gemischte Nutzung)
- Öffentliche Gebäude
- Handel und Dienstleistungen
- Gewerbe und Industrie
- Mischnutzung
- Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

Abbildung 2-4: Hauptnutzungsart auf Baublockebene

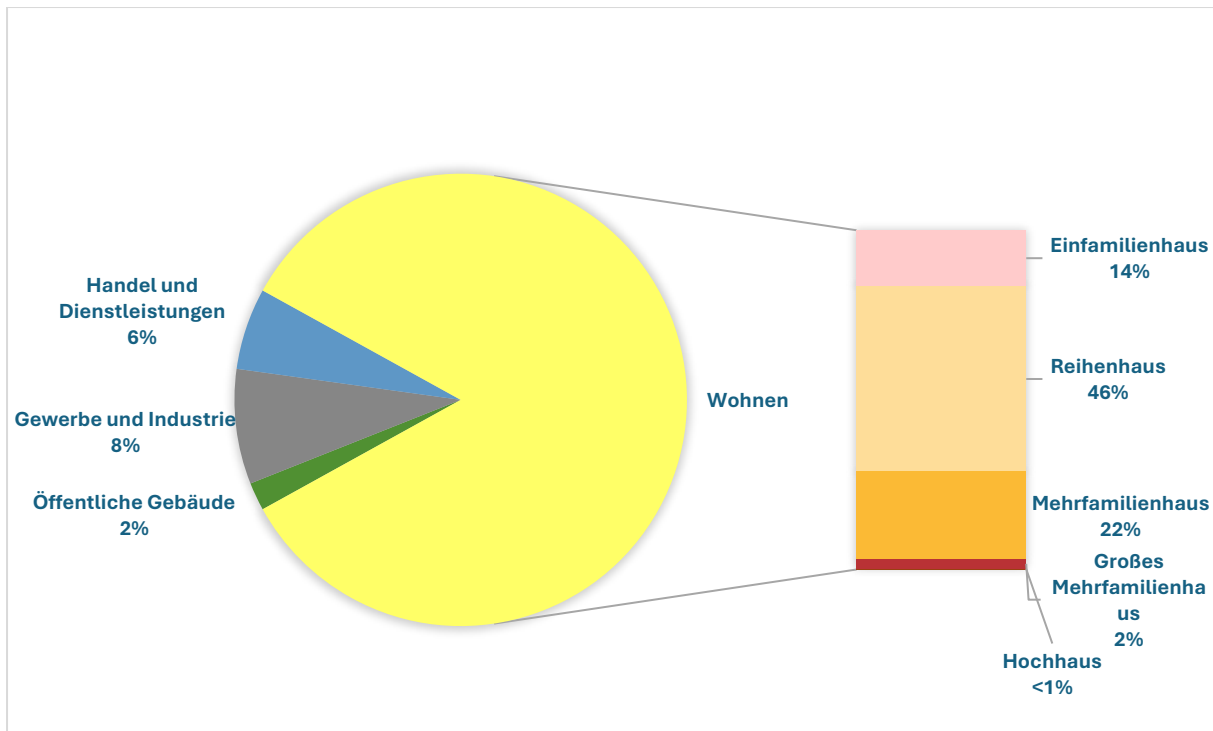


Abbildung 2-5: Verteilung der Bautypen (nach Anzahl der Gebäude)

Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Stadt Augsburg wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Rund 49 % stammen aus der Zeit vor 1979, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung, und weisen daher in der Regel eine schlechtere Dämmung und höhere Wärmeverluste auf.

Jüngere Gebäude (Baujahr 2001 und später) machen zusammen etwa 14 % des Bestands aus.

Eine Abschätzung zur Relevanz und Versorgung von Neubauf lächen folgt in Abschnitt 4.6.

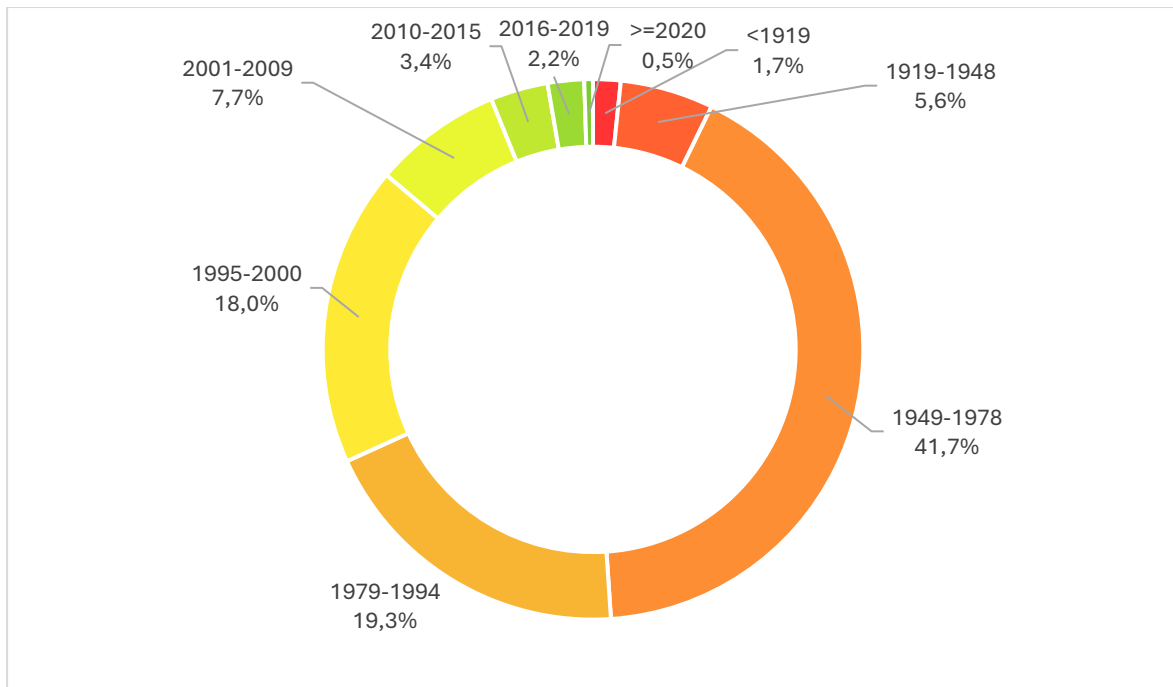
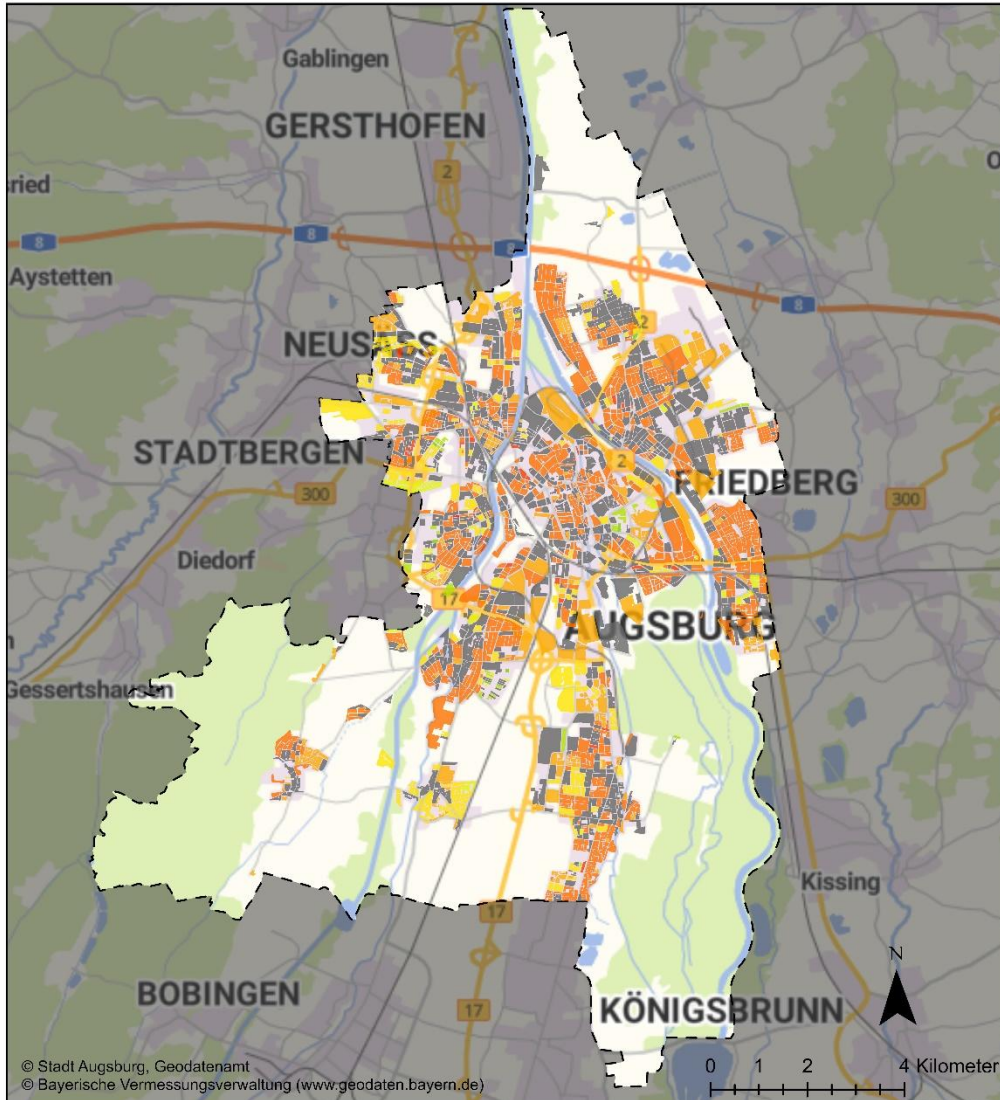


Abbildung 2-6: Verteilung der Baualterklassen



Bestandsanalyse

Hauptbaujahresklasse	2001-2009
■ <1919	■ 2010-2015
■ 1919-1948	■ 2016-2019
■ 1949-1978	■ >=2020
■ 1979-1994	■ k.A.
■ 1995-2000	 Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

Abbildung 2-7: Entwicklung der Bebauung in der Stadt Augsburg

2.8.3 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur (Stand:2025)

Die Wärmeversorgung in der Stadt Augsburg erfolgt derzeit überwiegend dezentral und basiert auf einer Vielzahl von Energieträgern und Versorgungssystemen. Die bestehende Energieinfrastruktur ist heterogen und unterscheidet sich je nach Ortsteil und Gebäudetyp. Der Einsatz fossiler Energieträger ist noch weit verbreitet, wird jedoch zunehmend durch erneuerbare und leitungsgebundene Systeme ergänzt. Besonders hervorzuheben ist der bereits große Bestand an Wärmenetze und die vorliegende Ausbauplanung der Stadtwerke Augsburg.

Wärmenetze

Die swa Netze unterstützen die Wärmeversorgung bereits durch ein großräumiges Fernwärmenetz und einige kleinere Nahwärme- bzw. Inselnetze. Diese Netze versorgen aktuell mit einer Trassenlänge von 227 Kilometern 2.646 Hausübergabestationen mit Wärme. Die Netze werden mit dem Medium Wasser betrieben und haben eine Regel-Vorlauf-temperatur von 120°C. Die Wärmenetzverluste betragen knapp 16 %. Diese Informationen zu den Netzen wurden von der swa Netze GmbH geliefert.

Fernwärme hat im Vergleich zu dezentralen Lösungen relativ hohe fixe Kosten. Die Tarifstruktur der swa bildet dies durch einen vergleichsweise hohen Grundpreis ab. Dementsprechend ist in Fernwärmegebieten für kleinere Verbraucher wie Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser oft eine dezentrale Lösung die wirtschaftlichere, während für größere Mehrfamilienhäuser und andere Großverbraucher die Fernwärme eine attraktive Option ist.

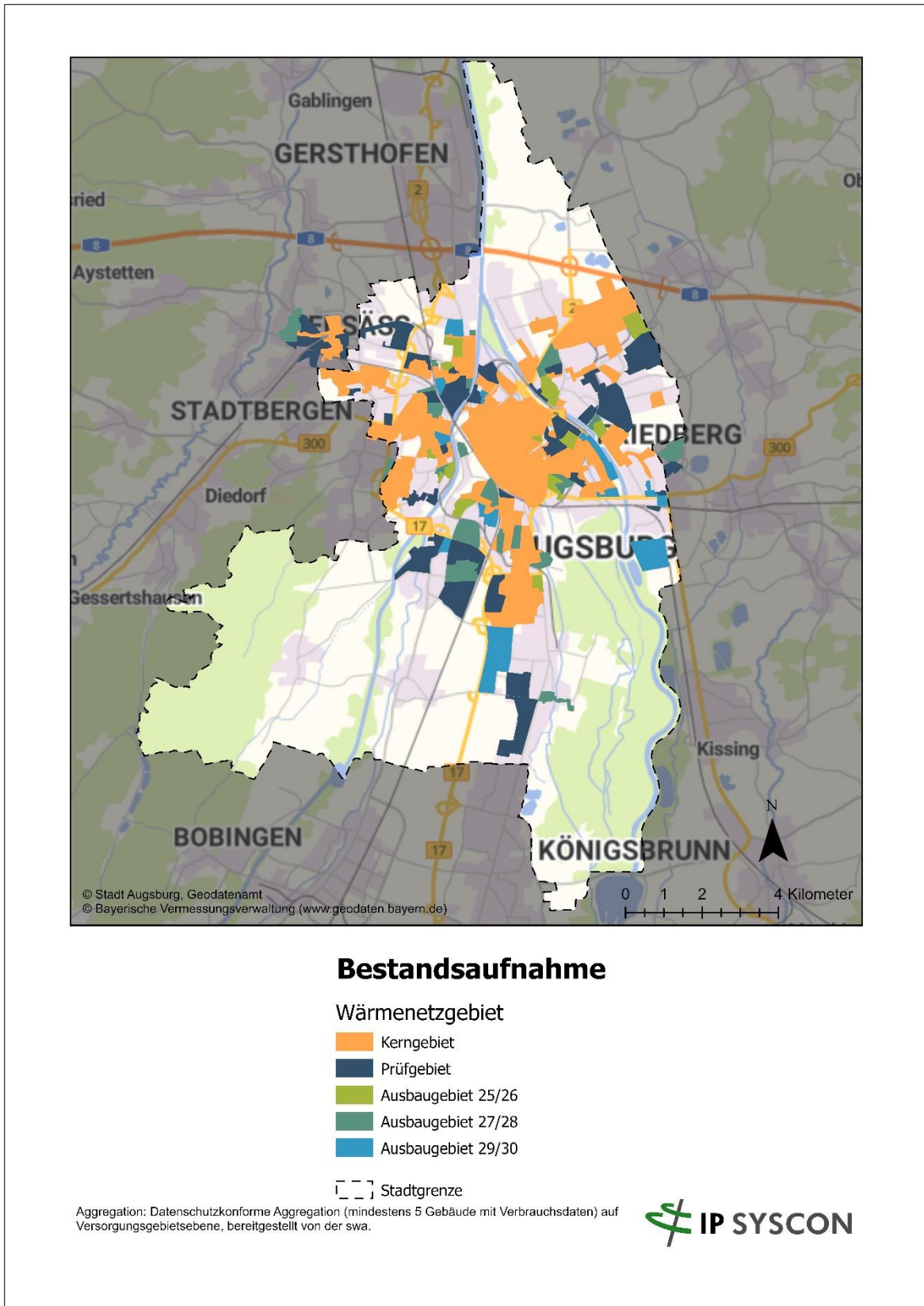
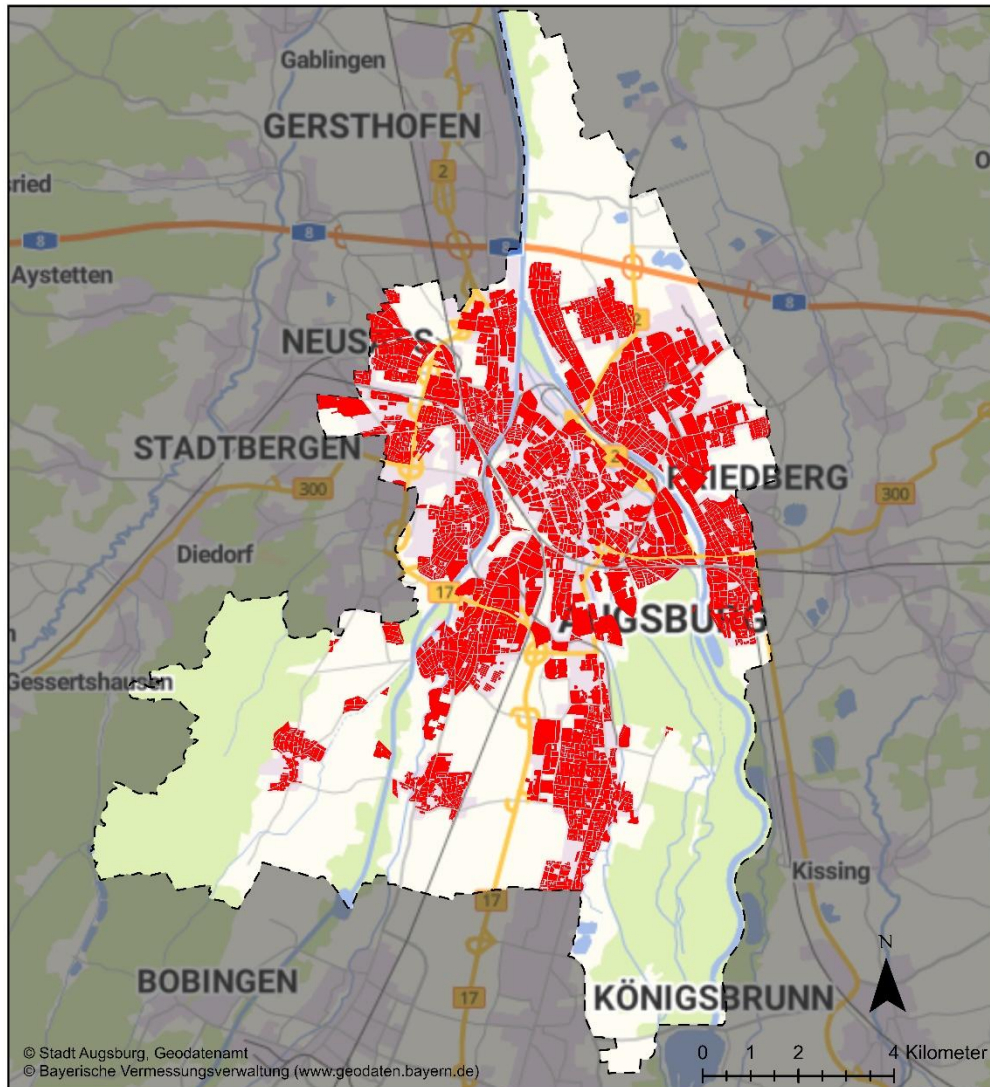


Abbildung 2-8: Übersicht bestehender und geplanter Wärmenetzgebiete der Stadtwerke Augsburg

Gasnetz

Die Versorgung mit Erdgas ist weitgehend flächendeckend vorhanden. Erdgas stellt aktuell den mengenmäßig bedeutendsten Energieträger dar. Insgesamt werden 51.005 Versorgungsanlagen über 34.363 Ausspeisepunkte mit Erdgas versorgt. Das Erdgasnetz gliedert sich in die Druckstufen HD (Hochdruck), MD (Mitteldruck) und ND (Niederdruck):

Druckstufe	Länge (km)	Ausspeisepunkte
HD	185	1269
MD	106	1450
ND	791	31.644



Bestandsanalyse

 Gasanschluss vorliegend

 Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

Abbildung 2-9: Baublöcke mit vorliegendem Erdgasanschluss

Heizungsanlagen und versorgte Gebäude sowie Energieverbrauch

Grundlage der Erhebung zur Energieträgerverteilung sind Daten der Netzbetreiber sowie Angaben der Schornsteinfeger.

Die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen bzw. Hausübergabestationen in den Gebäuden. Insgesamt wurden 77.050 Erzeugungsanlagen und 2.646 Hausübergabestationen für Fernwärme in der Stadt Augsburg erfasst.

Die nichtleitungsgebundene Wärmeherzeugung erfolgt hauptsächlich über Heizöl und Biomasse (Pellets, Scheitholz), die Energieträger Flüssiggas, Steinkohle sowie Braunkohle kommen nur vereinzelt zum Einsatz.

Feste Biomasse spielt eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung. Dabei handelt es sich jedoch häufig um Einzelöfen und Kamine, die vorrangig zur Unterstützung bestehender Heizsysteme genutzt werden. Auch Heizöl ist mit einem Anteil von 11 % an den Erzeugungsanlagen noch weit verbreitet.

Die Angaben für Wärmepumpen (1,2 %) sind als Minimalwerte zu verstehen, die tatsächliche Anzahl der verbauten Pumpen liegt darüber. Hintergrund ist, dass zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahmen belastbare Zahlen ausschließlich zu Grundwasser-Wärmepumpen und zu nach §14a EnWG gemeldeten Luft-Wärmepumpen zur Verfügung standen.

In Abbildung 2-10 ist die gemeldete Anzahl aller Heizungsanlagen, aufgeteilt nach Energieträgern und unabhängig vom Verbrauch, dargestellt.

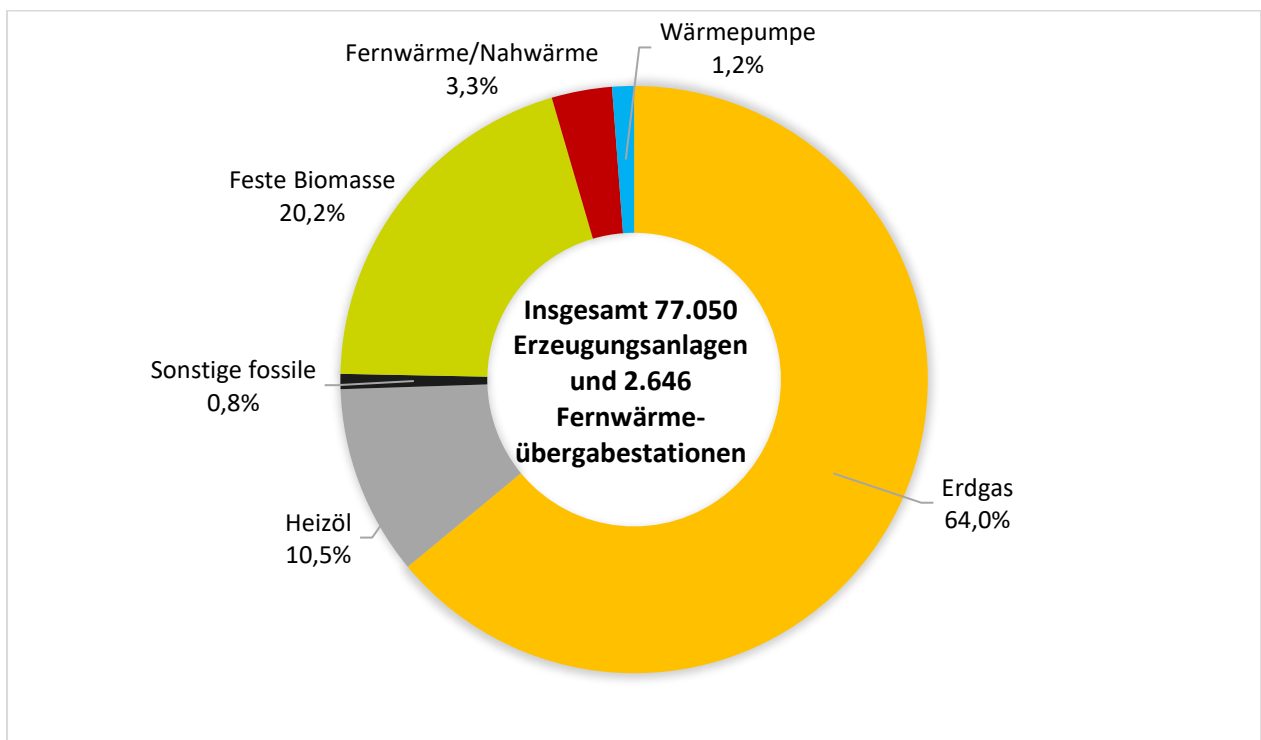


Abbildung 2-10: Verteilung der Heizungsanlagen nach Energieträgern

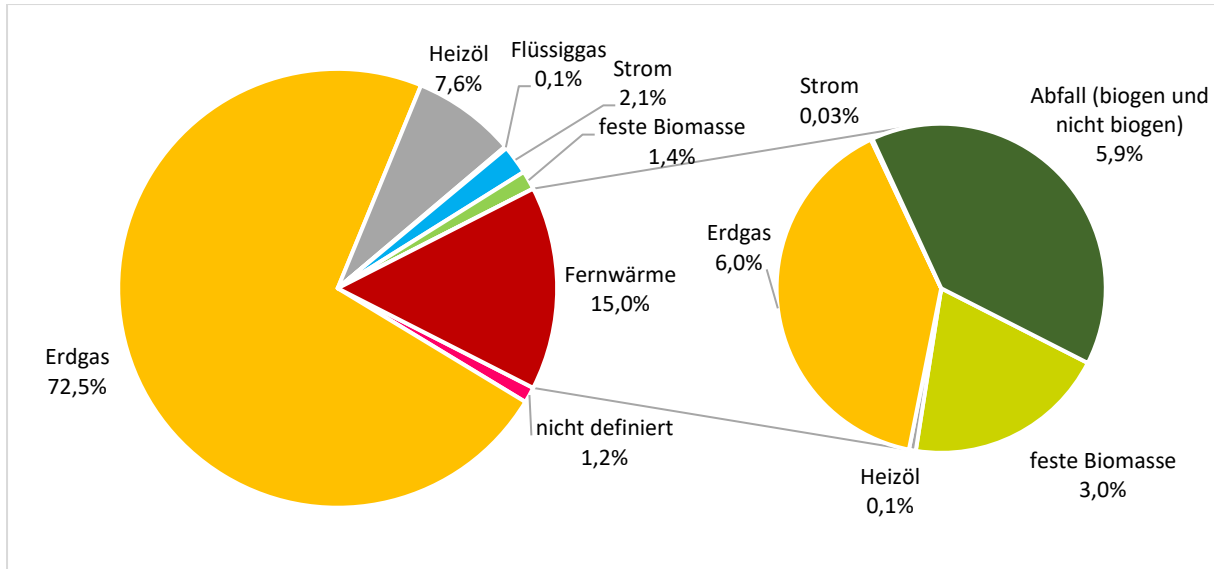


Abbildung 2-11: Verteilung der Energieträger nach Energieverbrauch (inkl. Prozesswärme)

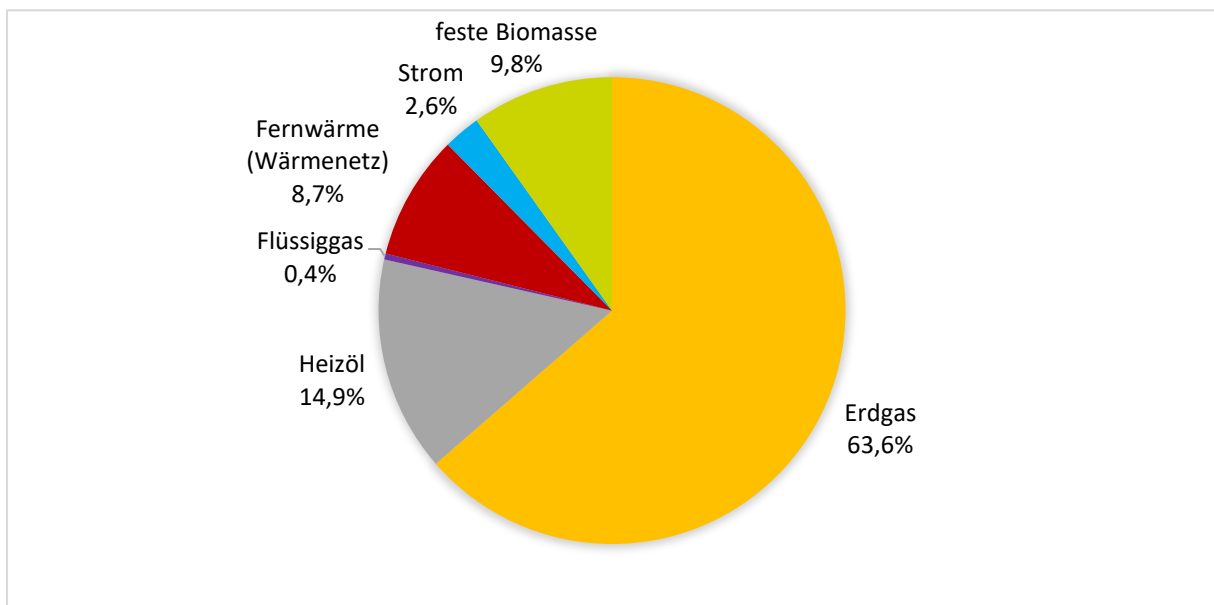


Abbildung 2-12: Verteilung der Energieträger nach Einsatz als Hauptenergieträger in den Gebäuden (inkl. Prozesswärme)

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas- und Wärmenetze.

Abbildung 2-11 stellt die Verteilung der Energieträger nach Energieverbrauch inkl. Prozesswärme dar, während Abbildung 2-12 die Verteilung der Hauptenergieträger, also der Energieträger, die primär in einem Gebäude eingesetzt werden (bei mehreren Energieträgern pro Gebäude, z.B. Zentralheizung und Schwedenofen), darstellt. Beide Abbildungen verdeutlichen die Relevanz dezentraler Heizsysteme und die noch relativ geringe Verbreitung strombasierter Heiztechnologien. Gleichzeitig zeigt sie zentrale Ansatzpunkte für die zukünftige Transformation der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren, emissionsarmen Systemen.

Strombasierte Heizungstechnologien

Wärmepumpen sind im Stadtgebiet noch wenig verbreitet, jedoch zunehmend von Bedeutung – vor allem in Neubauten.

2.8.4 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmeverbrauchs

Exkurs: Verbrauchsdaten

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden aggregierte Verbrauchsdaten von der swa Netze GmbH sowie aggregierte Informationen aus den Kkehrbüchern der Schornsteinfeger verwendet. Diese wurden innerhalb der jeweiligen Baublöcke, auf denen sie aggregiert waren, gebäudescharf zugeordnet. Hierdurch konnte mit gebäudescharfen Daten gearbeitet werden, die sich jedoch immer aus den gelieferten Aggregationen ableiten und somit datenschutzkonform genutzt wurden.

Der Energieverbrauch wird, soweit möglich, aus vorliegende Verbrauchsdaten hergeleitet, sonst auf Grundlage des Gebäudemodells (s. Abschnitt 2.4) in Verbindung mit den eingesetzten Heiztechnologien berechnet.

Die Analyse des räumlich aufgelösten Energieverbrauchs für Wärme in der Stadt Augsburg basiert auf der Auswertung von insgesamt 41.734 beheizten Gebäuden. Der ermittelte Energieverbrauch für Wärme beträgt 3.800 GWh pro Jahr. Dabei entfallen ca. 1.125 GWh pro Jahr auf Prozesswärmeverbräuche und 2.675 GWh pro Jahr auf Raumwärmeverbräuche.

Die Erhebung stützt sich auf aggregierte Angaben aus Kkehrbuchdaten, aggregierte Verbrauchsdaten für Wärmenetze und Strom sowie auf aggregierte Erdgasverbrauchswerte.

Exkurs: Ausweisung von Prozesswärme

Die Prozesswärmeanteile wurden nach dem Technikkatalog der KWW abhängig von der jeweiligen Gebäudefunktion anteilig am Gesamtverbrauch ausgewiesen, da in den bereitgestellten Verbrauchsdaten und den Kkehrbuchdaten keine getrennte Ausweisung der Prozesswärme erfolgte. Somit kann es hier zu Unsicherheiten in der Unterscheidung Raumwärme und Prozesswärme kommen.

Die sektorale Betrachtung des Wärmeverbrauchs macht deutlich, dass Erdgas über alle Sektoren hinweg der aktuelle Hauptenergieträger ist (Abbildungen 2-13 bis 2-15). Der Anteil fossiler Energieträger insgesamt liegt bei knapp 90 % (s. Abbildung 2-16).

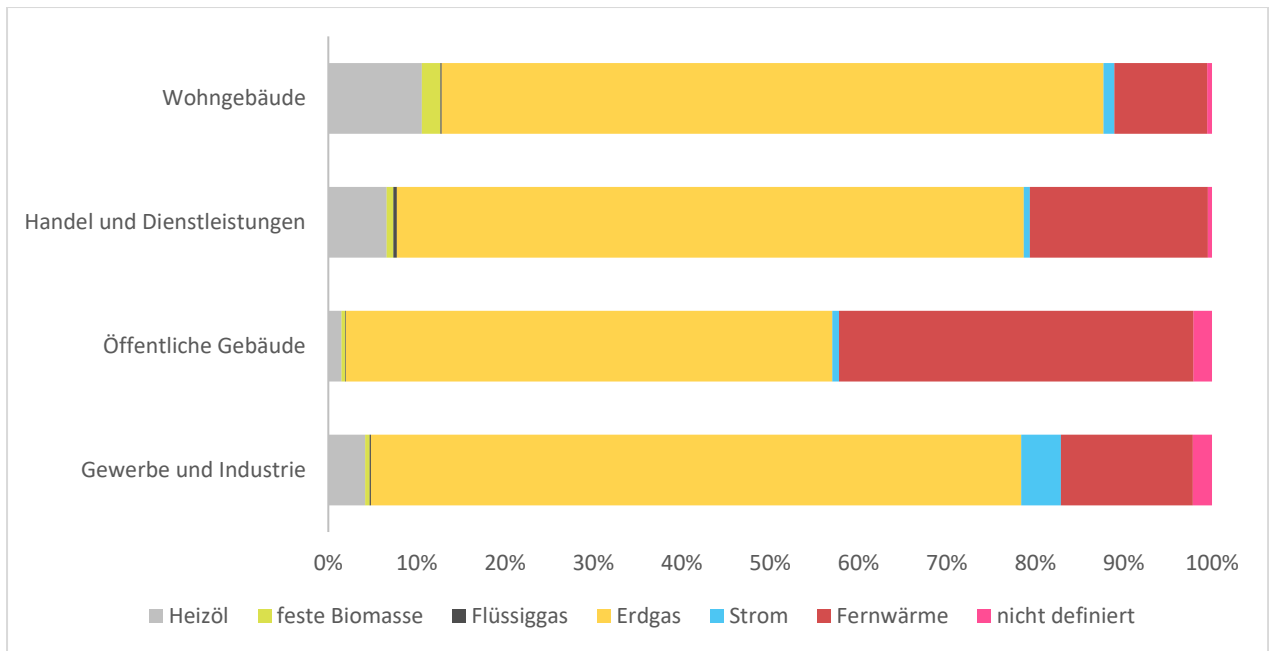


Abbildung 2-13: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Augsburg nach Gebäudenutzung (inkl. Prozesswärme)

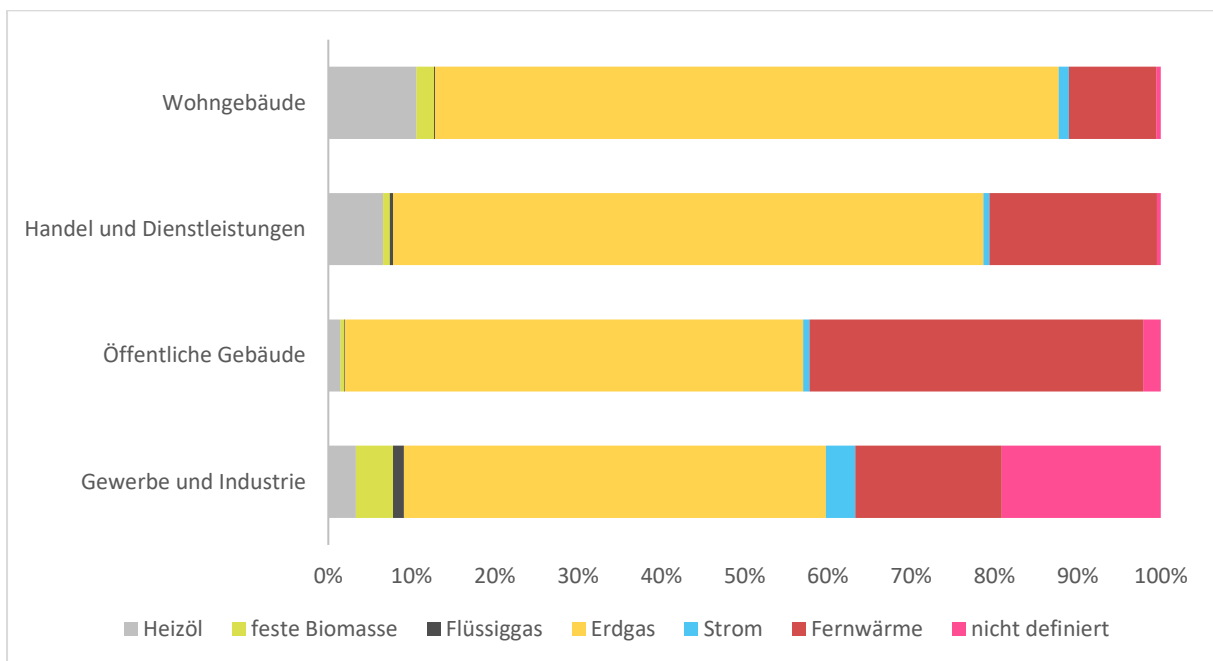


Abbildung 2-14: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Augsburg nach Gebäudenutzung (exkl. Prozesswärme)

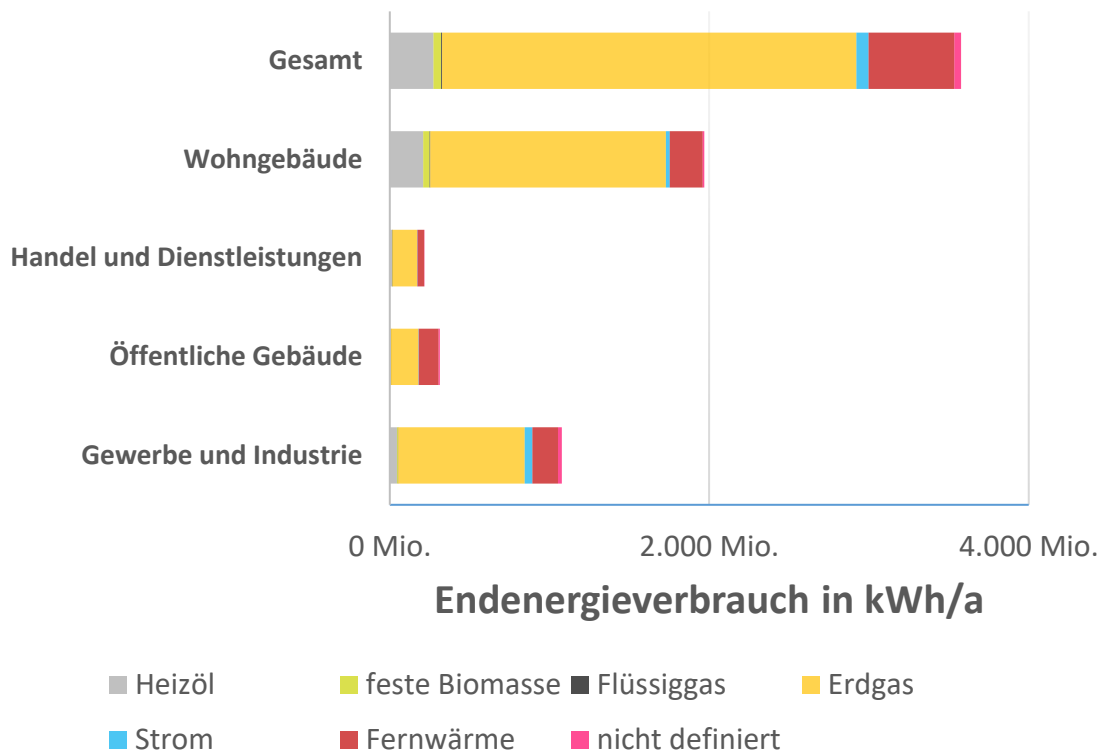


Abbildung 2-15 Endenergieverbrauch nach Sektor und Energieträger (inkl. Prozesswärme)

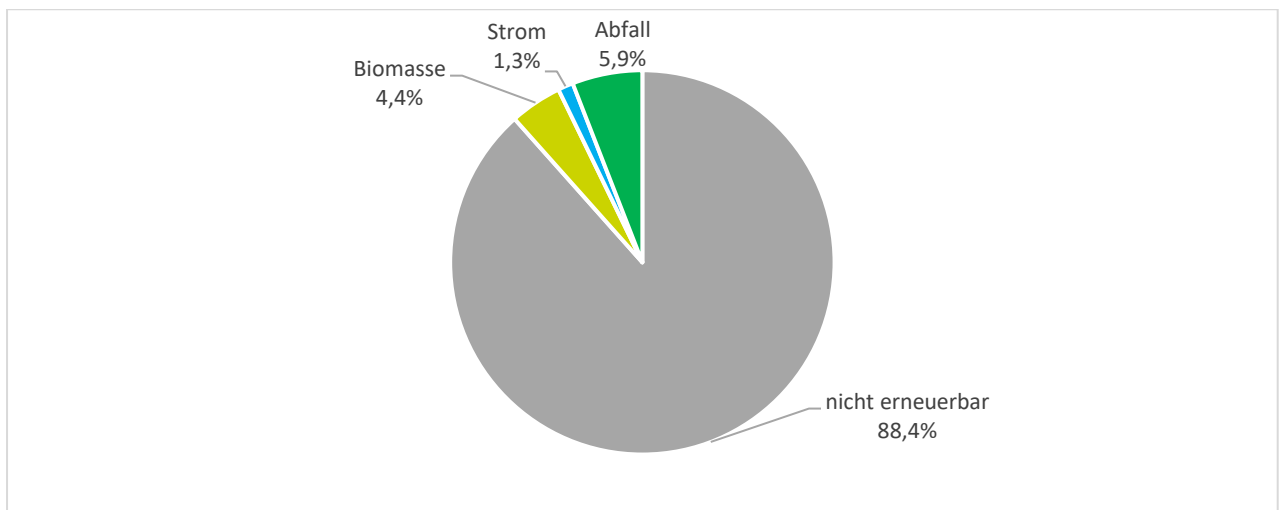


Abbildung 2-16: Aktueller Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung (inkl. Prozesswärme)

Die Anteile der Energieträger an den Treibhausgas-Emissionen in den einzelnen Sektoren zeigt Abbildung 2-17:

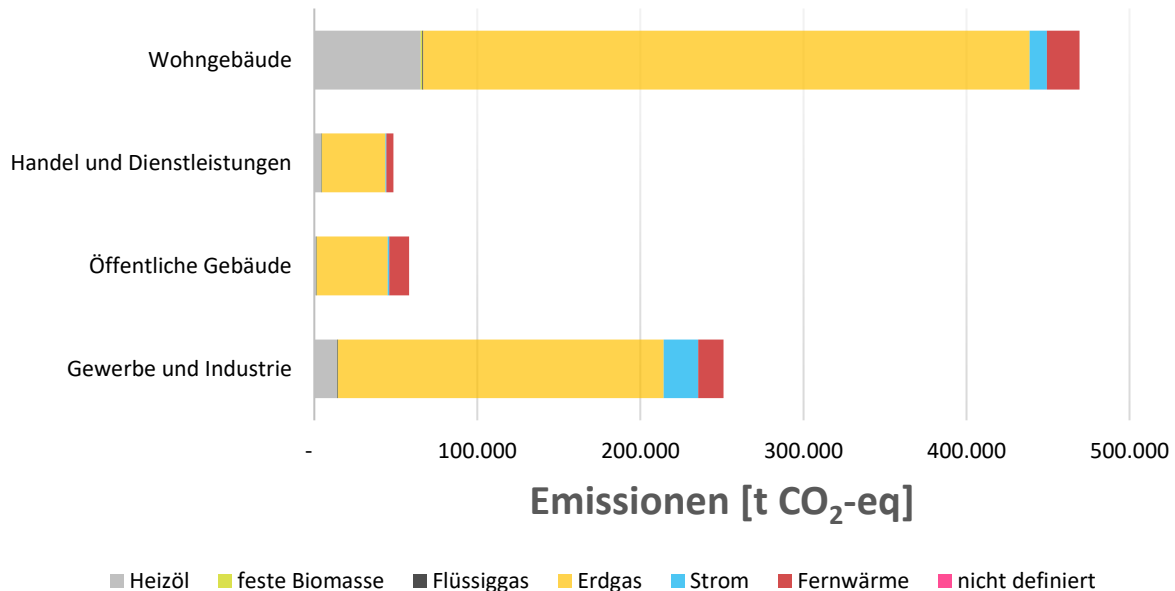


Abbildung 2-17: Treibhausgas-Emissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern im Bezugsjahr 2024 (inkl. Prozesswärme)

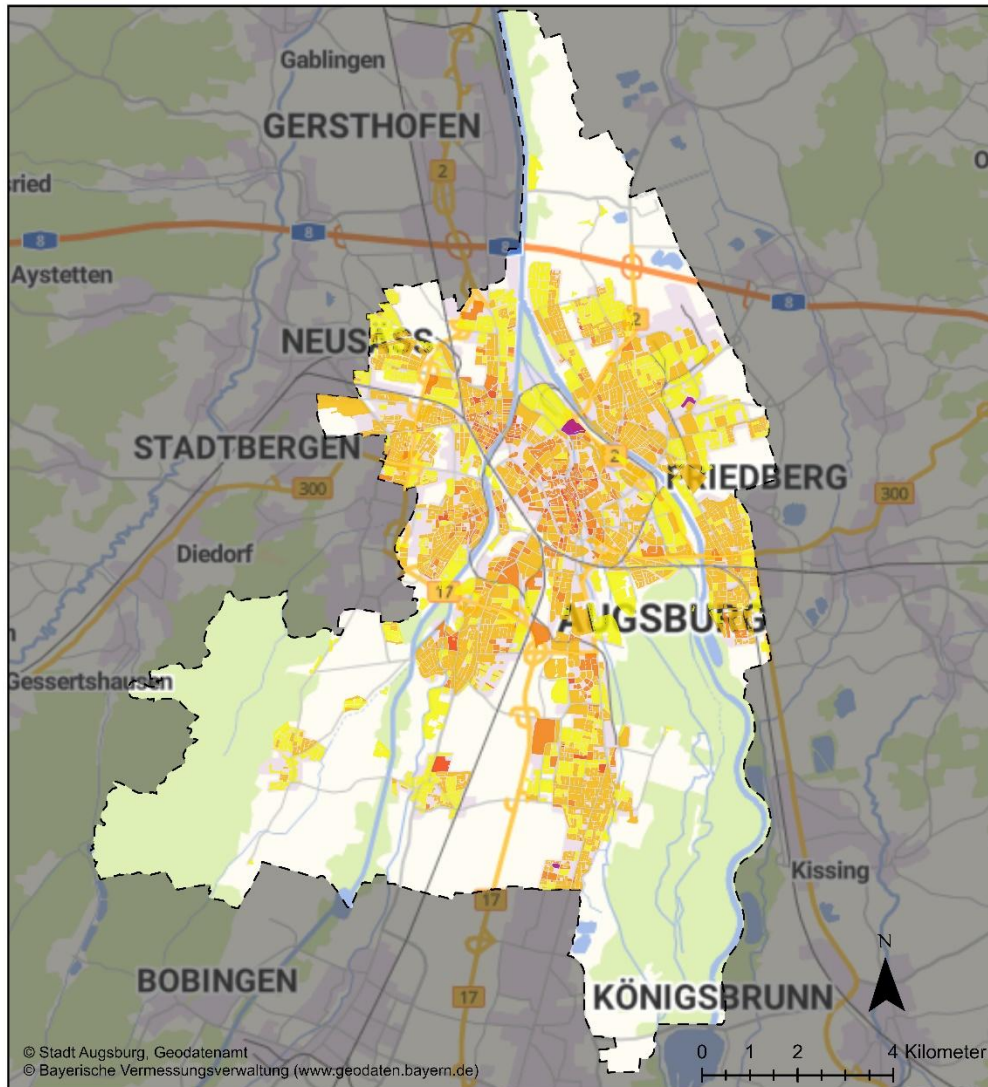
Der durchschnittliche Emissionsfaktor über alle Sektoren und Energieträger hinweg liegt in Augsburg bei 231 g CO₂-Äquivalent pro kWh.

Räumliche Darstellung

Wärmedichtekarten bilden die räumliche Verteilung der Wärmeverbräuche ab. Diese Darstellung macht sichtbar, in welchen Gebieten (Straßen oder Baublöcken) besonders hohe Wärmeverbräuche auftreten, typischerweise in kompakt bebauten Wohnlagen oder Gewerbegebieten, und wo die Wärmenachfrage eher gering ausfällt, etwa in locker bebauten Randlagen oder Streusiedlungen. Besonders in den zentralen Lagen von Augsburg sowie in kompakt bebauten Wohngebieten werden hohe Wärmedichten erreicht. In peripheren Ortsteilen und Streulagen überwiegen hingegen deutlich niedrigere Wärmedichten.

Die folgende Abbildung 2-18 zeigt die räumliche Verteilung der Wärmedichte innerhalb der Cluster der Stadt Augsburg. Die Darstellung basiert auf dem berechneten jährlichen Energieverbrauch pro Fläche (in Megawattstunden pro Hektar und Jahr, MWh/ha*a) und ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Wärmebedarfs im Siedlungsraum. Sie ermöglicht eine gezielte Identifikation potenzieller Eignungsgebiete für Wärmenetze.

Zu Abbildung 2-19: Die Auswertung der Wärmedichte entlang der Straßenachsen, angegeben in Kilowattstunden pro laufendem Straßenmeter, bietet vor allem eine erste Grundlage, um zu beurteilen, in welchen Bereichen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich sinnvoll erscheint und wo dezentrale Einzelversorgungssysteme vorzuziehen sind.



© Stadt Augsburg, Geodatenamt
© Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)

Bestandsanalyse

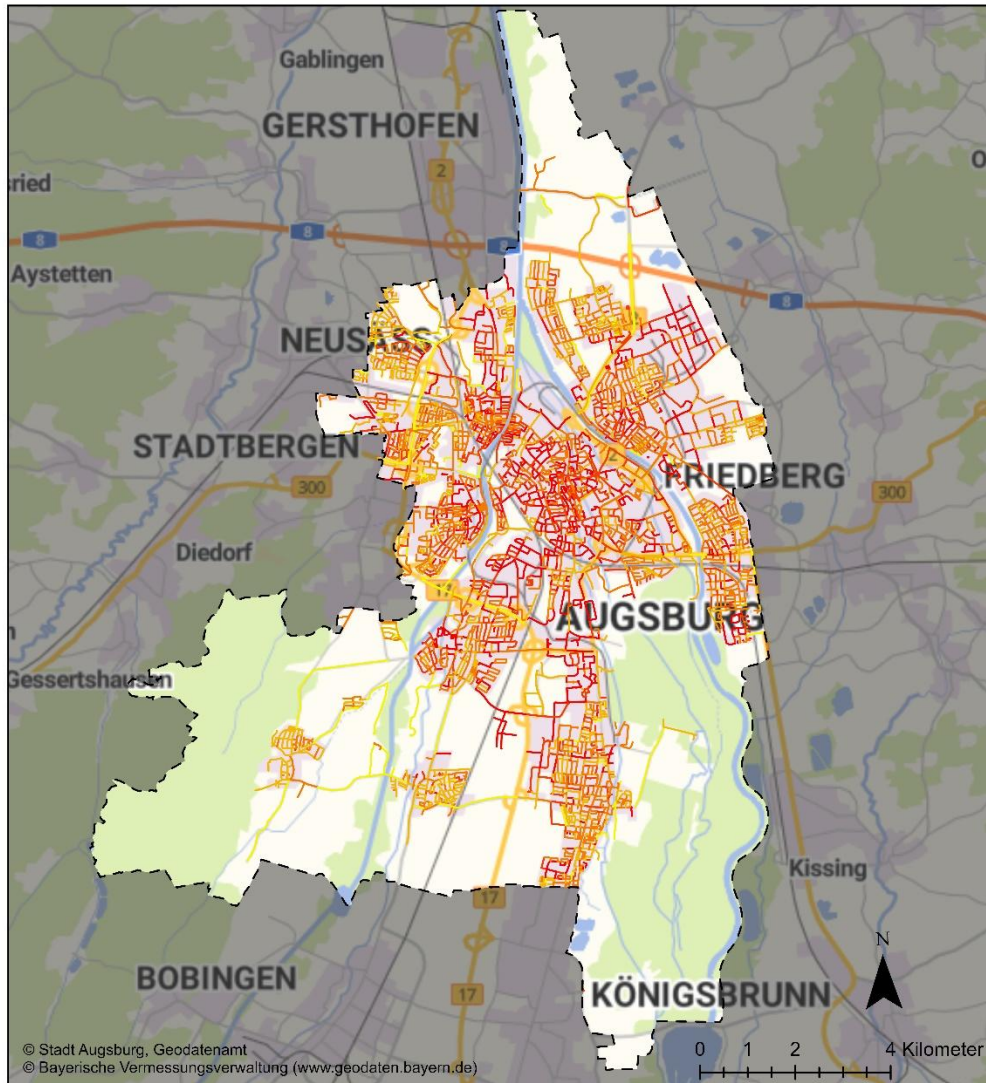
Wärmeverbrauchsichte

- ≤ 5 MWh/ha*a
- ≤ 15 MWh/ha*a
- ≤ 30 MWh/ha*a
- ≤ 60 MWh/ha*a
- > 60 MWh/ha*a

Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

Abbildung 2-18: Wärmeverbrauchsichte auf Baublockebene



© Stadt Augsburg, Geodatenamt
© Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)

Bestandsaufnahme

Wärmelinien-dichte - Verbrauch

-  ≤ 1.000 kWh/m*a
-  ≤ 2.500 kWh/m*a
-  ≤ 5.000 kWh/m*a
-  ≤ 7.500 kWh/m*a
-  > 7.500 kWh/m*a

 Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Wärmelinien-ebene.

Abbildung 2-19: Wärmelinien-dichte im Bestand

2.8.5 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Auswertung des gesamten Wärmeverbrauchs inkl. Prozesswärme (Abbildung 2-11) zeigt eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem jährlichen Verbrauch von 2.594 GWh/a stellt Erdgas den meistgenutzten Energieträger dar, dies entspricht einem Anteil von 73 % am Gesamtverbrauch. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit etwa 272 GWh/a bzw. 8 % (jeweils ohne den Anteil, der in der Fernwärme genutzt wird).

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 49 GWh/a etwa 1 % zum Gesamtverbrauch bei (ohne den Anteil, der in der Fernwärme genutzt wird). Der Einsatz von Flüssiggas liegt bei rund 5 GWh/a und macht < 1 % des Verbrauchs aus. Der Anteil des Stroms, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit knapp 76 GWh/a bzw. 2 % derzeit noch gering.

Für die Bewertung der aktuellen Situation sowie die Ableitung von Klimaschutzzielen ist eine fundierte Erfassung des Wärmeverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen unerlässlich (Abbildung 2-20). Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) bildet die Grundlage, um Maßnahmen zur klimaneutralen Umgestaltung der Wärmeversorgung gezielt zu entwickeln, zu priorisieren und effizient umzusetzen.

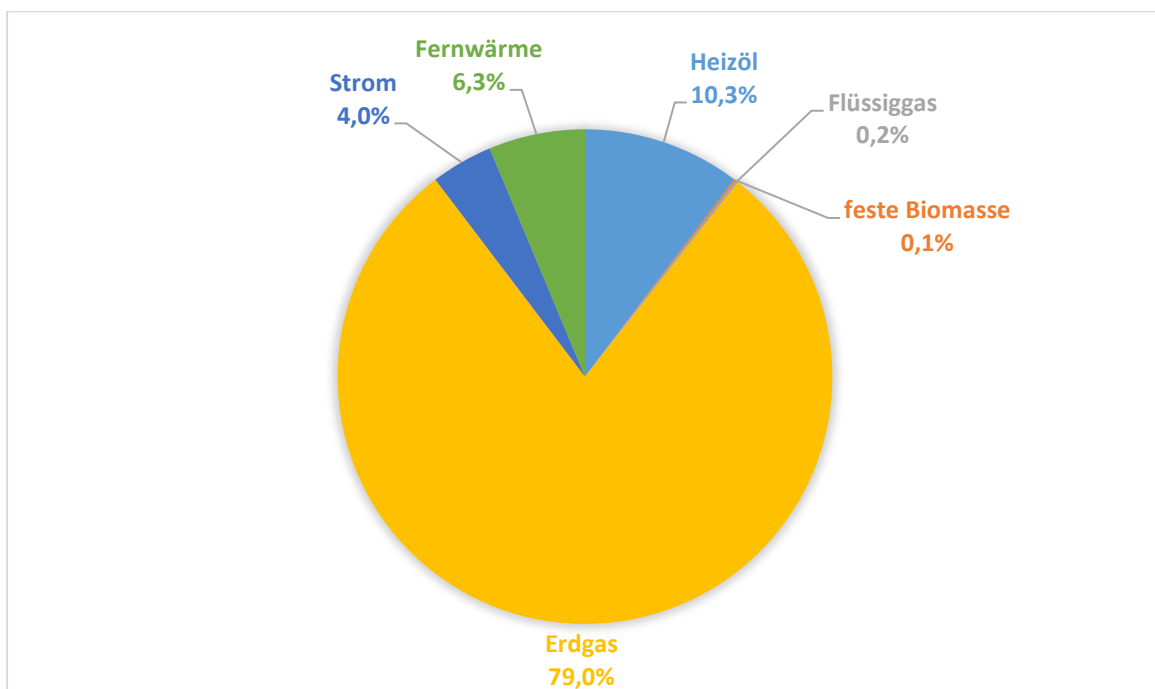


Abbildung 2-20: Anteil der Energieträger an den Gesamtemissionen in der Stadt

Die THG-Emissionen liegen bei 826.912 tCO₂eq. Mit rund 79 % entfällt der mit Abstand größte Anteil auf Erdgas, gefolgt von Heizöl mit 10 %. Strom hat einen Anteil von 4 %, feste Biomasse weniger als 1 %. Auf die Fernwärme entfallen 6 %.

Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zum Teil deutlich von ihrem Anteil am tatsächlichen Wärmeverbrauch. Dies liegt an den unterschiedlichen Emissionsfaktoren der Energieträger, also daran, welche Menge an Treibhausgasen bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Wärme ausgestoßen werden. Energieträger wie

Heizöl verursachen im Verhältnis zu ihrem Verbrauch vergleichsweise hohe Emissionen, während z. B. Biomasse deutlich geringere Emissionen je erzeugter Wärmeinheit aufweisen.

Tabelle 2-3: Übersicht über die verwendeten Emissionsfaktoren (Quelle: Klimaschutzplaner / Klimabündnis e.V./swa)

Brennstoff	Emissionsfaktor (g CO ₂ -Äquivalent pro kWh)
Braunkohle	441
Steinkohle	433
Erdgas	252
Flüssiggas	276
Heizöl	313
nicht-biogener Abfall	121
feste Biomasse	21
Biogas	123
flüssige Biomasse	109
Strom	427
Solarthermie	22
Wärmepumpe	138
Fernwärme	97

Emissionsfaktor Strom und Wärmepumpe

Bei den oben aufgeführten Emissionsfaktoren sind sowohl CO₂-Äquivalente als auch energiebedingte Vorketten zur Gewinnung des Energieträgers enthalten. So liegt der verwendete Emissionsfaktor Strom (427 g/kWh) deutlich höher als der unter dem Stichwort „Strommix“ verbreitete Wert von 363 g/kWh (beide Werte für das Bezugsjahr 2024).

Seit 1990 hat sich der Emissionsfaktor Strom bereits von 860 g/kWh auf die genannten 427 g/kWh verringert. Da die Erzeugung (und Speicherung) von Strom aus erneuerbaren Energien weiterhin ausgebaut wird und diese Entwicklung durch im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) dargestellte Ausbaupfade gestützt wird, sind weitere Verringerungen zu erwarten.

Mit der Wärmepumpe steht eine besonders effiziente Technologie zu Verfügung, die – mit Nutzung von Umweltwärme – aus 1 Teil Strom 3 bis 4 Teile Wärme erzeugt. Der hohe Emissionsfaktor rein strombasierter Heizungen verringert sich dadurch auf durchschnittlich 141 g/kWh. Moderne, gut abgestimmte Wärmepumpenheizungen können diesen Wert bereits mit dem heutigen Strommix noch deutlich unterbieten (s. auch Hinweis zur Jahresarbeitszahl JAZ in Abschnitt 3.1.5).

Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, insbesondere fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl rasch zu substituieren, um die Klimaziele im Wärmesektor zu erreichen.

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite Phase der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Stadt Augsburg klimafreundliche Energiequellen zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Ziel ist es, Potenziale für die Reduktion des Wärmebedarfs sowie für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme systematisch zu erfassen, räumlich zu verorten und deren Beitrag zur künftigen Wärmeversorgung energetisch zu bewerten.

3.1 Methodik der Potenzialanalyse

Die Datengrundlage umfasst insbesondere Flächen- und Nutzungskarten (z. B. aus ALKIS oder dem Basis-DLM), Geodaten zu vorhandener Infrastruktur (Wärmebedarfsdaten), Umwelt- und Klimadaten (z. B. solare Einstrahlung und hydrogeologische Informationen) sowie Unternehmensdaten zur Ermittlung industrieller Abwärme.

Das methodische Vorgehen basiert auf einer geo- sowie kartografischen Auswertung dieser Daten, der Bewertung technischer und räumlicher Eignung sowie der energetischen Quantifizierung der Potenziale. Die Ergebnisse bilden eine der Grundlagen für die Entwicklung von Versorgungsszenarien und Handlungsempfehlungen im Sinne einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung.

Bewertung und Einordnung der ermittelten Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Arten von Potenzialen systematisch betrachtet und – soweit möglich – energetisch quantifiziert. Dabei wird grundsätzlich zwischen theoretischen, technischen und erschließbaren Potenzialen unterschieden.

Theoretische Potenziale umfassen die physikalisch maximal mögliche Energie, die in einer Ressource gespeichert ist – z. B. die gesamte Einstrahlungsmenge der Sonne auf alle geeigneten Dachflächen. Diese Potenziale sind wertvoll für eine grobe Abschätzung, lassen jedoch noch keine konkreten Rückschlüsse auf die reale Nutzung zu.

Technische Potenziale berücksichtigen bereits Einschränkungen wie Flächennutzung, Verschattung oder technische Umsetzbarkeit. Für Photovoltaik bedeutet dies beispielsweise, dass nur geneigte Dachflächen mit ausreichender Ausrichtung und Neigung einbezogen werden, wobei der Denkmalschutz bei vorhandenen Daten berücksichtigt werden kann. Auch das technische Potenzial wird auf einer hohen Ebene ausgegeben, hierbei wird beispielsweise noch nicht berücksichtigt, ob die Wärme genau abgenommen wird. Aus diesem Grund sind die verfügbaren Potenziale noch sehr hoch.

Erschließbare Potenziale gehen einen Schritt weiter und beziehen zusätzlich rechtliche, wirtschaftliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen mit ein. Diese umfassen u. a. Fragen der Genehmigungsfähigkeit, Erschließungskosten oder der Integration in bestehende Netze. Für Geothermie etwa werden nur Gebiete betrachtet, in denen die Nutzung gemäß hydrogeologischer Bedingungen und wasserrechtlicher Vorgaben zulässig ist.

Für die kommunale Wärmeplanung in der Stadt Augsburg lag der Fokus primär auf der technischen Potenzialermittlung, ergänzt durch erschließbare Potenziale in Bereichen mit bekannten restriktiven Rahmenbedingungen, etwa bei Geothermie oder Abwärmennutzung.

3.1.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale im Gebäudesektor wurden unterschiedliche Sanierungsszenarien modelliert, die auf Annahmen zur Sanierungsrate, Sanierungstiefe sowie Sanierungsreihenfolge basieren. Die Sanierungsrate beschreibt dabei den Anteil des Gebäudebestands, der jährlich energetisch modernisiert wird, ausgedrückt als Vollsanierungsäquivalent (Deutsche Energie-Agentur, 2021). Die energetische Sanierungsrate in Deutschland liegt seit Jahren bei unter 1 % (~0,7%) und bleibt damit deutlich hinter den in der dena-Leitstudie genannten erforderlichen Werten von etwa 1,5 bis 2 % pro Jahr zurück. Auch für Augsburg ist von einer Stagnation (und einem Rückstand gegenüber den Annahmen im ENP Wärme) auszugehen.

Um räumliche Unterschiede im Sanierungsgeschehen abzubilden, wurden die Stadtbezirke anhand der vorhandenen Infrastruktur in sogenannte Sanierungscluster eingeteilt. Diese Cluster unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich der angesetzten Sanierungsrate und -tiefe. Eine geringere Sanierungsdynamik wurde in bestehenden und geplanten Wärmenetzgebieten sowie in Bereichen mit hohem Anteil denkmalgeschützter Gebäude angesetzt. Hintergrund ist, dass in Wärmenetzgebieten die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung vorrangig über die Transformation der Versorgungsinfrastruktur erfolgt, also durch den Einsatz erneuerbarer Energien oder die Nutzung unvermeidbarer Abwärme. Durch das vergleichsweise hohe Temperaturniveau der Fernwärme gilt dies auch für schlecht gedämmte größere Bestandsgebäude.

Dadurch reduziert sich die Notwendigkeit kurzfristig sehr tiefgreifender Einzelgebäude-sanierungen, Gleichzeitig bleibt die energetische Sanierung ein zentraler Baustein der Wärmewende, insbesondere zur Reduktion des Gesamtwärmebedarfs und zur Entlastung der Netzinfrasturktur. Die geringere Sanierungsrate ist daher nicht als Verzicht auf Sanierung zu verstehen, sondern als räumlich und zeitlich differenzierte Gewichtung zwischen Gebäude-sanierung und Netzausbau.

Auf dieser Grundlage wurden zwei Szenarien bis zum Jahr 2045 entwickelt. Das Basisszenario bildet eine Fortschreibung der aktuellen Entwicklungen und Rahmenbedingungen ab. Das Klimaschuttszenario orientiert sich an den Zielwerten der dena-Leitstudie (Deutsche Energie-Agentur, 2021) und unterstellt eine deutlich gesteigerte Sanierungsdynamik. In diesem Szenario steigt die Sanierungsrate in den Standardclustern von etwa 1,8 % im Zeitraum 2026–2030 auf bis zu 2,6 % ab 2036, während im Basisszenario lediglich eine Entwicklung von 1,2 % auf 1,6 % angenommen wird. In Clustern mit geringerer Dynamik, d.h. in Wärmenetzgebieten oder im Denkmalschutz, werden die Werte entsprechend niedriger angesetzt (z. B. 0,7 % bis 0,9 % im Basisszenario bzw. 1,1 % bis 1,5 % im Klimaschuttszenario). Es wird zudem berücksichtigt, dass politische und wirtschaftliche Maßnahmen zur Steigerung der Sanierungsrate erst zeitverzögert wirken und ihre Effekte insbesondere ab den Jahren 2030 bis 2035 entfalten.

In der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Augsburg wird angenommen, dass durch vertiefende Informationskampagnen und die weitere Maßnahmenplanung die Sanierungstätigkeit der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer gesteigert werden kann.

Neben der Sanierungsrate wurde auch die Sanierungstiefe differenziert betrachtet. Es wird zwischen Teil- und Vollsanierungen unterschieden. Während bei Vollsanierungen die gesamte Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster und Türen) energetisch ertüchtigt wird, beschränken sich Teilsanierungen auf einzelne Bauteile (Dach und Fenster). Zur einheitlichen Bewertung werden Teilsanierungen über einen Vollsanierungsäquivalentfaktor in Vollsanierungen umgerechnet.

Die energetischen Zielwerte der Sanierung basieren auf Referenzgebäuden gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG). Für Wohngebäude wurde eine Standardsanierung in Anlehnung an ein Effizienzhausniveau (mindestens KfW 140) angenommen. Für Nichtwohngebäude sowie denkmalgeschützte Gebäude wurden allgemein geringere Sanierungstiefen angesetzt. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass gewerbliche oder öffentliche Liegenschaften oft komplexere energetische Anforderungen haben, bei denen eine tiefe Vollsanierung (nach Wohngebäude-Standard) technisch oder wirtschaftlich schwerer umsetzbar ist.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt nach dem sogenannten Worst-Performing-Ansatz. Dabei werden zunächst Gebäude mit den höchsten spezifischen Wärmeverbräuchen pro Quadratmeter Nutzfläche priorisiert saniert, da hier die größten Einsparpotenziale bestehen. Innerhalb des jährlichen Sanierungsvolumens werden zunächst Vollsanierungen und anschließend Teilsanierungen umgesetzt, bis das Ziel des jeweiligen Clusters erreicht ist.

Die Berechnungen wurden für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 durchgeführt. Zusätzlich wurde ein klimabedingter Effekt berücksichtigt, der zu einer jährlichen Reduktion des Wärmebedarfs von 0,22 % infolge steigender Außentemperaturen führt.

Prozesswärme wurde gesondert betrachtet und nicht in die gebäudebezogene Sanierungslogik integriert. Für den Sektor Gewerbe und Industrie wurden auf Grundlage des KWW-Technikkatalogs entsprechende Anteile am Gesamtverbrauch (90 %) angesetzt. Für die Prozesswärme wurde in Industriegebäuden eine Einsparung von 1,2 % pro Jahr angenommen.

Insgesamt ermöglicht das gewählte Vorgehen eine differenzierte Abschätzung der Einsparpotenziale, indem sowohl räumliche Unterschiede im Gebäudebestand als auch unterschiedliche Entwicklungspfade der Sanierung und der Wärmeversorgung berücksichtigt werden.

Tabelle 3-1: Angenommene jährliche Sanierungsraten pro Cluster zur Ermittlung der Einsparpotenziale.

Szenario / Cluster (Sanierungsrate in %/a)	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Basisszenario				
Wärmenetze, Denkmalschutz	0,7	0,8	0,9	0,9
Standard	1,2	1,4	1,6	1,6
Klimaschutzszenario				
Wärmenetze, Denkmalschutz	1,1	1,3	1,5	1,5
Standard	1,8	2,2	2,6	2,6

Tabelle 3-2: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.

Wohngebäude- Vollsaniierung					
Szenario	Cluster	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Basis	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 100	KfW 100	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 100	KfW 85	KfW 85	KfW 85
Klimaschutz	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 70	KfW 70	KfW 70	KfW 70
	Standard	KfW 70	KfW 55	KfW 40	KfW 40

Tabelle 3-3: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.

Wohngebäude- Teilsaniierung					
Szenario	Cluster	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Basis	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
Klimaschutz	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 100	KfW 100	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 100	KfW 85	KfW 85	KfW 85

Tabelle 3-4: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.

Nichtwohngebäude -Vollsaniierung					
Szenario	Cluster	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Basis	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
Klimaschutz	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 100	KfW 100	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 100	KfW 85	KfW 85	KfW 85

Tabelle 3-5: Vergleich der angesetzten Sanierungstiefen nach Szenarien, Gebäudetypen und Sanierungsclustern im Zeitverlauf bis 2045.

Nichtwohngebäude - Teilsanierung					
Szenario	Cluster	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Basis	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
Klimaschutz	Denkmalschutz	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal	KfW Denkmal
	Wärmenetze	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100
	Standard	KfW 120*	KfW 120*	KfW 100	KfW 100

* KfW 120 stellt keinen offiziellen Effizienzstandard dar und wurde im Rahmen der Modellierung als interpolierter Zwischenwert angesetzt.

Die angesetzten Sanierungstiefen unterscheiden sich deutlich zwischen dem Basisszenario und dem Klimaschuttszenario. Während im Basisszenario überwiegend moderate Effizienzstandards erreicht werden (z. B. KfW 100 bis KfW 85), werden im Klimaschuttszenario schrittweise deutlich ambitioniertere energetische Niveaus bis hin zu KfW 40 im Bereich der Vollsanierung von Wohngebäuden angesetzt. Auch bei Teilsanierungen werden im Klimaschuttszenario höhere Effizienzstandards angenommen, wodurch zusätzliche Einsparpotenziale erschlossen werden.

3.1.2 Oberflächennahe Geothermie

Für das Potenzial der oberflächennahen Geothermie wurden für die kommunale Wärmeplanung in Augsburg umfangreiche Potenzialanalysen von der technischen Universität in München bereitgestellt (Lehrstuhl für Hydrogeologie – Projekt GeoSPOT). Diese Potenzialanalysen umfassen die Potenziale für

1. Erdwärmesonden
2. Erdwärmekollektoren
3. Grundwasserwärmepumpen.

Die erhaltenen Potenziale wurden flurstücksscharf aufbereitet und kartografisch dargestellt.

3.1.3 Umweltwärme aus Fließgewässern

Die Daten für die Umweltwärmenutzung aus Fließgewässern wurden aus den Daten des Energie-Atlas Bayern übernommen. Festzustellen ist, dass die Wassertemperatur beispielsweise im Januar durchschnittlich unter 3°C liegt, so dass in dieser Zeit keine thermische Nutzung des Flusswassers praktisch nicht möglich ist. Im Sommer wird die zu gewinnende Wärme aus den Fließgewässern hingegen nicht benötigt. Eine wirtschaftliche Nutzung dieses Potenzials ist dementsprechend im Einzelfall zu bewerten.

3.1.4 Solarthermie und Photovoltaik

Die Potenzialanalysen für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen wurden durch die Stadt Augsburg auf Basis eigener Berechnungen bereitgestellt.

3.1.5 Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Kälte und Abwasser

In der Stadt Augsburg sind zahlreiche Industriebetriebe beheimatet, die branchentypisch nutzbare Abwärmepotenziale aufweisen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde untersucht, welche dieser Betriebe einen Eintrag auf der Plattform für Abwärme aufwiesen. Diese Unternehmen wurden als potenzielle Abwärmelieferanten in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt. Darüber hinaus flossen die Kenntnisse der Stadtwerke Augsburg in die Identifizierung weiterer Unternehmen in die Analyse ein.

Das Potenzial zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser wird an der zentralen Kläranlage ermittelt. Die gewonnene thermische Energie kann eine Quelle zur Dekarbonisierung der Wärmenetze darstellen.

Der Fokus liegt hierbei auf der energetischen Nutzung des gereinigten Abwassers nach dem biologischen Klärprozess, unmittelbar vor der Einleitung in den Vorfluter, so dass mikrobiologische Prozesse innerhalb der Kläranlage nicht beeinflusst werden. Diese Wärmequelle bietet aufgrund ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit ein grundsätzlich gut nutzbares Potenzial.

Die Berechnung des potenziell nutzbaren Abwärmepotenzials aus der Kläranlage basiert auf den im Energie-Atlas ausgewiesenen Durchflusswerten für das Jahr 2023. Aus diesen Angaben wurde eine mittlere Abflussrate abgeleitet, die als Grundlage für die energetische Bewertung dient. Die Potenzialermittlung erfolgt analog zum Vorgehen bei der Abschätzung von Umweltwärmepotenzialen aus Fließgewässern: Unter Verwendung der spezifischen Wärmekapazität von Wasser, der angesetzten Temperaturdifferenz durch Abkühlung ($\Delta T = 4 \text{ K}$) sowie einer Annahme von 6.570 Volllaststunden pro Jahr wird zunächst die durchschnittlich entziehbare Wärmeleistung berechnet. Zur Einordnung der Nutzwärmebereitstellung über eine Wärmepumpe wird ergänzend eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 angesetzt. Auf dieser Basis kann sowohl die jährlich nutzbare Wärmemenge als auch die resultierende Abwärmemenge in MWh/a für die betrachtete Kläranlage ausgewiesen werden.

Die Berechnungsmethodik basiert auf den Vorgaben des Leitfadens „Abwasserwärmenutzung in Baden-Württemberg“ (DWA-Landesverband Baden-Württemberg, 2022).

3.1.6 Umweltwärme aus Luft

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine systematische Analyse zur Ermittlung geeigneter Aufstellflächen für Luftwärmepumpen durchgeführt. Ziel war es, potenzielle Standorte zu identifizieren, auf denen die Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle grundsätzlich möglich ist. Im Mittelpunkt stand dabei die Flächenausweisung.

Die Analyse gliederte sich in zwei Teilbereiche: (1) geeignete Freiflächen auf Flurstücken mit Bestandsgebäuden sowie (2) nutzbare Dachflächen auf Flachdächern mit geringer Neigung (max. 7°).

Flächenpotenzial auf Flurstücken

In die Analyse einbezogen wurden ausschließlich Flurstücke, auf denen Gebäude vorhanden sind, da eine direkte Nähe (d.h. kurze Leitungswege) zu einem zu versorgenden Gebäude Voraussetzung für die technische Realisierbarkeit ist.

Bei der Flächenermittlung ist grundsätzlich der bauordnungsrechtliche Mindestabstand zu Nachbargrundstücken zu berücksichtigen. Gemäß Art. 6 Abs. 1 Nr. 4 BayBO lösen Außeneinheiten von Wärmepumpen jedoch keine eigenen Abstandsflächen mehr aus. Damit entfällt die Notwendigkeit, den ansonsten üblichen Grenzabstand einzuhalten, sofern die Anlagen eine Höhe von 2 Metern und eine Gesamtlänge von 5 Metern nicht überschreiten.

Flächenpotenzial auf Flachdächern

Parallel dazu wurden geeignete Dachflächen auf Bestandsgebäuden untersucht. Berücksichtigt wurden ausschließlich Flachdächer mit einer maximalen Neigung von 7°, die ausreichend freie Fläche zur Installation bieten. Die Analyse basierte auf digitalen ALKIS-Gebäudemodellen (LoD1/2) sowie Höhen- und Neigungsdaten aus Laserscans.

Einschränkungen der Analyse

Die Luftwärmepotenzialanalyse beschränkt sich auf die räumliche Ausweisung geeigneter Flächen. Eine energetische Bewertung der Luftwärmepumpennutzung – z. B. durch Berechnung saisonaler Leistungszahlen, Ertragspotenziale oder Emissionseinsparungen – wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen. Die Ergebnisse dienen vielmehr als Grundlage für eine vertiefte Betrachtung in den priorisierten Umsetzungsgebieten.

3.2 Wärmespeicher im Stadtgebiet Augsburg

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird auf die laufenden Arbeiten zum Transformationsplan der swa Bezug genommen. Das Thema Wärmespeicher wird dort sowohl im Hinblick auf Kurzzeit- als auch saisonale Speicher vertieft behandelt und hinsichtlich technischer Ausgestaltung, Netzintegration, Wirtschaftlichkeit sowie zukünftiger Ausbaupotenziale untersucht. Dabei stehen insbesondere die Verbesserung der Systemflexibilität, die Integration erneuerbarer Wärmequellen, die Wirtschaftlichkeit sowie die Erhöhung der Versorgungssicherheit im Fokus.

Bereits aufgenommen wurde der bestehende Heißwasserspeicher in Lechhausen, der eine wichtige Funktion innerhalb des Fernwärmesystems erfüllt.

Darüber hinaus wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine eigenständigen vertieften Untersuchungen zu weiteren Speicherpotenzialen durchgeführt, da entsprechende Analysen und Bewertungen im Zuge der Erarbeitung des Transformationsplans der swa erfolgen. Die kommunale Wärmeplanung berücksichtigt damit die bereits laufenden fachlichen und strategischen Arbeiten der swa.

3.3 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Auf Grundlage der zuvor dargestellten Methodik werden im folgenden Kapitel die zentralen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Augsburg vorgestellt. Die Analysen basieren auf der systematischen Erhebung, Aufbereitung und Auswertung relevanter Daten zu Gebäudebestand, Energieverbrauch, Wärmeinfrastruktur sowie erneuerbaren Potenzialen. Ziel ist es, die aktuelle Wärmeversorgungssituation transparent darzustellen, zukünftige Entwicklungen abzuschätzen und daraus Handlungsempfehlungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung abzuleiten.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist die Analyse von Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen ein wesentlicher Bestandteil. Dabei werden verschiedene Stufen von Potenzialen unterschieden – vom theoretisch maximal möglichen bis hin zum tatsächlich umsetzbaren Potenzial.

Das theoretische Potenzial beschreibt die maximal vorhandene Ressource, unabhängig von technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Ein Beispiel hierfür ist das gesamte Solarpotenzial auf Dachflächen, wie es sich aus der Globalstrahlung ableiten lässt.

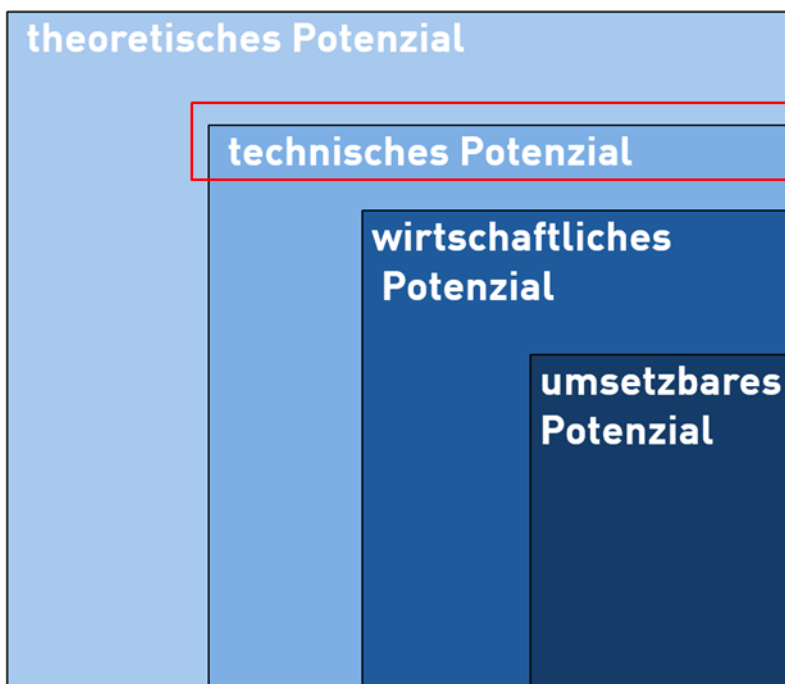


Abbildung 3-1: Einordnung der Stufen der Potenziale

Das technische Potenzial, das in dieser Analyse berechnet wird, berücksichtigt die prinzipielle technische Machbarkeit, technische Wirkungsgrade und schließt Flächen oder Möglichkeiten aus, die aus physikalischen oder planerischen Gründen nicht genutzt werden können. So werden beispielsweise in der Geothermiepotenzialanalyse Heilquellenschutz- und Trinkwassergewinnungsgebiete ausgeschlossen, da deren Nutzung nicht zulässig ist.

Das wirtschaftliche Potenzial stellt eine weitere Einschränkung dar und umfasst nur jene Anteile des technischen Potenzials, die unter heutigen oder künftig erwartbaren wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kostendeckend oder förderwürdig erschlossen werden können.

Schließlich beschreibt das umsetzbare Potenzial den Teil, der unter realen Bedingungen tatsächlich genutzt wird. Hier wirken sich zahlreiche Faktoren aus, wie etwa gesetzliche Vorgaben, gesellschaftliche Akzeptanz, verfügbare Förderungen, technische Innovationen oder auch Hemmnisse wie hohe Investitionskosten und lange Genehmigungsverfahren.

Die vorliegende Potenzialanalyse konzentriert sich auf die Berechnung technischer Potenziale. Diese bilden die Grundlage für die weitere Ableitung wirtschaftlich und praktisch umsetzbarer Maßnahmen. Dabei wird deutlich, dass sich das tatsächlich erschließbare Potenzial in Abhängigkeit von Restriktionen, Hemmnissen und Anreizen in der Regel deutlich unterhalb des technischen Potenzials bewegt.

3.3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Die Auswertung zeigt, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen erhebliche Reduktionen des Wärmebedarfs technisch möglich sind. Die in Kapitel 3.1.1 beschriebenen Annahmen zur Modellierung zweier unterschiedlicher Sanierungsszenarien wurden dabei als Grundlage herangezogen, um die Bandbreite möglicher Entwicklungen realistisch abzubilden.

- **Raumwärme:** Einsparungen von bis zu 39 % im Basisszenario bis 2045. Im Klimaschutzenszenario beträgt das Potenzial 50 %.
- **Prozesswärme:** Einsparungen von bis zu 15 % in beiden Szenarien.

In der Gesamtbetrachtung ergibt sich im Basisszenario ein Einsparpotenzial von rund 32 %, während im Klimaschutzenszenario ein Einsparpotenzial von etwa 39 % erreicht wird.

Hierbei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass keine detaillierten Informationen zum Sanierungszustand oder der tatsächlichen Sanierungsrate der Gebäude in Augsburg zur Verfügung standen.

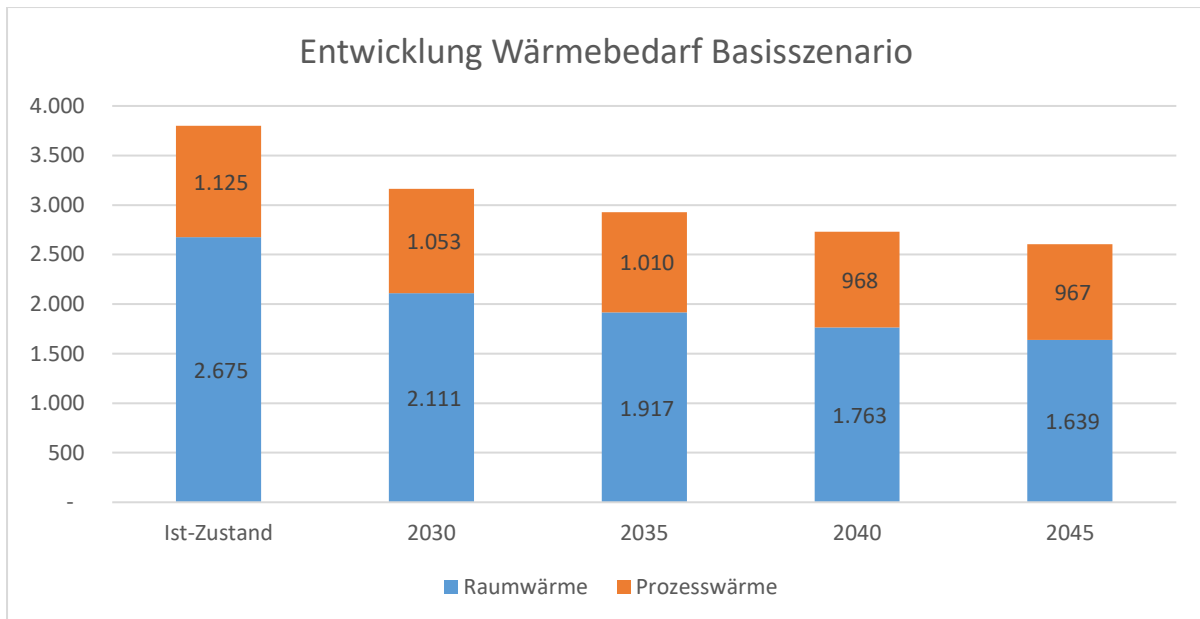


Abbildung 3-2: Entwicklung des Wärmebedarfs im Basisszenario

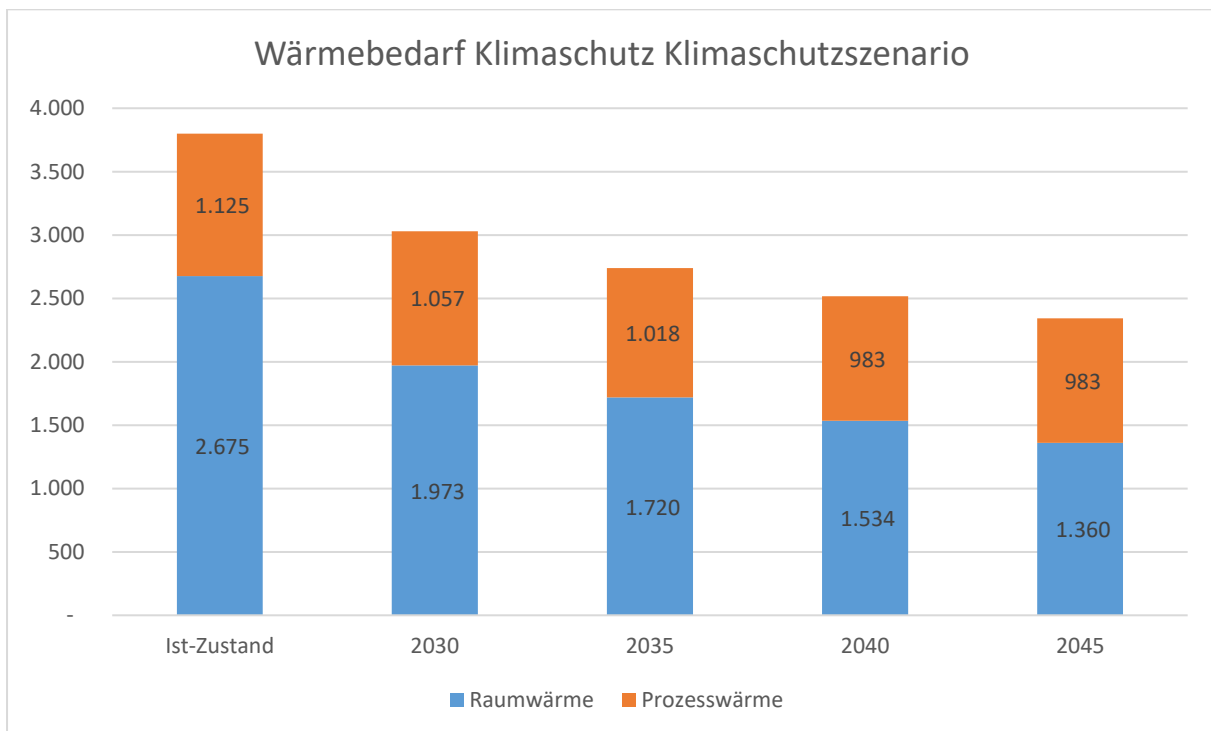


Abbildung 3-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass große Einsparpotenziale für Raum- und Prozesswärme vorliegen.

3.3.2 Biomasse

Im Rahmen der Potenzialanalyse für die kommunale Wärmeplanung wurde das energetisch nutzbare Biomassepotenzial aus Rest- und Abfallstoffen innerhalb des Stadtgebietes systematisch ermittelt. Die Berechnung erfolgte auf Basis der im Energie-Atlas Bayern übermittelten Daten unter Berücksichtigung potenzieller Nutzungspfade wie Reststoffverwertung, Substratanbau für Biogasanlagen und Kurzumtriebsplantagen (KUP).

Hierbei wurden folgende Informationen aus dem Energie-Atlas übernommen:

Tabelle 3-6: Energetisch nutzbares Biomassepotenzial.

Quelle	Datenmeldung Energie-Atlas	Berechnetes Potenzial
Energiepotenzial aus Flur- und Siedlungsholz.	54.600 GJ	15,17 GWh/a
Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf Ackerflächen	28.720 GJ	7,98 GWh/a
Technisches Biogaspotenzial	7.372.333 m ³ CH ₄ /a	73,50 GWh/a*
Energiepotenzial aus Derbholz	57.700 GJ	16,03 GWh/a

*Berechnung nach Vorgabe der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe

Auch wurde zwischen rein thermischer Nutzung sowie kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) differenziert. Im Stadtgebiet ergibt sich ein theoretisch nutzbares Biomassepotenzial von 113 GWh pro Jahr.

Darüber hinaus wurde uns gemeldet, dass aus der Abfallverwertungsanlage ca. 46 GWh Biogas eingespeist werden. Diese Mengen wurden bei der Bestands- und Potenzialanalyse nicht mit berücksichtigt, da sie zum einen aus Augsburg und dem Umland kommen und zum anderen nicht genau definiert werden kann, welche Augsburger Gebäude und welche Gebäude aus anderen Orten damit versorgt werden.

3.3.3 Oberflächennahe Geothermie

Die Potenzialanalyse für die oberflächennahe Geothermie wurde differenziert nach Sonden und Kollektoren durchgeführt. Für beide Technologien erfolgte eine differenzierte Betrachtung: einerseits für Freiflächen, auf denen kein beheiztes Gebäude als Abnehmer vorhanden ist, andererseits für Flurstücke mit Gebäuden, die als direkte Abnehmer fungieren können.

Der aktuelle Jahresenergieverbrauch für Wärme beträgt im Ist-Zustand rund 3.800 GWh/a über alle Sektoren. Dem gegenüber stehen sehr hohe technische oberflächennahe Geothermiepotenziale:

- **Sonden:** 35 GWh/a
- **Kollektoren:** 821 GWh/a
- **Grundwasser:** 2.213 GWh/a

Insgesamt ergibt sich damit ein technisches Potenzial von gut 3.069 GWh/a (unter Vernachlässigung der Flächenkonkurrenz zwischen Kollektoren und Sonden).

Es handelt sich bei den dargestellten Werten um technische Potenziale. Sie stellen also die Energiemenge dar, die unter Berücksichtigung physikalischer und planerischer Restriktionen (beispielsweise Heilquellen- und Trinkwasserschutzgebiete) erschließbar wäre. Bei einer realistischen Umsetzung sind weitere Einschränkungen zu beachten:

- **Freiflächen:** Hier tritt eine Flächenkonkurrenz auf, da die für Kollektoren oder Sonden geeigneten Flächen in der Praxis häufig auch anderweitig beansprucht werden (z.B. Landwirtschaft, Naturschutz, Bebauung). Zusätzlich ist der Abstand zu potenziellen Abnehmern entscheidend. Große Potenziale auf weit entfernten Flächen können in der Praxis nur schwer wirtschaftlich erschlossen werden.
- **Flurstücke mit Abnehmern:** Auf diesen Flächen ergibt sich die Besonderheit, dass der Wärmebedarf des Gebäudes oftmals mehr als gedeckt wird. Dies gilt insbesondere im Sektor *Wohnen*, wo es unrealistisch ist, dass das gesamte technische Potenzial eines Flurstücks ausgeschöpft wird. In der Praxis ist daher eher von einer Teilnutzung auszugehen, die den Wärmebedarf der Gebäude deckt, aber nicht das gesamte geothermische Potenzial ausschöpft.

Die Analyse zeigt, dass die Geothermie auch unter Berücksichtigung von Restriktionen und Hemmnissen ein erhebliches technisches Potenzial zur Deckung des kommunalen Wärmebedarfs bietet. Für die Wärmeplanung bedeutet dies, dass die Geothermie in der langfristigen Transformation der Wärmeversorgung grundsätzlich eine zentrale Rolle einnehmen kann. Gleichwohl ist das Potenzial differenziert zu betrachten: Die oberflächennahe Geothermie weist grundsätzlich ein sehr großes technisches Potenzial zur Wärmeversorgung auf, da sie nahezu flächendeckend verfügbar ist und insbesondere auf Flurstücken mit bestehenden Gebäuden eine dezentrale Nutzung ermöglicht. Damit stellt sie eine wichtige Option für eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar. In der praktischen Umsetzung ist jedoch entscheidend, welcher Anteil dieses technischen Potenzials auch wirtschaftlich erschlossen werden kann. Einschränkungen ergeben sich dabei unter anderem durch versiegelte Flächen, konkurrierende Nutzungen wie Gärten oder Parkanlagen sowie durch Eingriffe in die Grundstücksnutzung. Zudem sind die im Vergleich zu anderen Technologien häufig höheren Investitions- und Erschließungskosten zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund sind aktuell in vielen Fällen alternative Technologien, insbesondere Luftwärmepumpen, wirtschaftlich vorteilhafter, da sie mit geringeren Investitionskosten und geringerem Erschließungsaufwand verbunden sind. Dies gilt jedoch nicht pauschal, da die Wirtschaftlichkeit stark von standortspezifischen Faktoren wie Grundstücksgröße, Bodenverhältnissen oder dem erforderlichen Temperaturniveau abhängt. Insgesamt zeigt sich, dass die oberflächennahe Geothermie ein bedeutendes Potenzial darstellt, dessen tatsächliche Nutzung jedoch maßgeblich durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen bestimmt wird.

Exkurs: Tiefe Geothermie

Zum technischen Potenzial der tiefen Geothermie liegen für den Raum Augsburg noch keine belastbaren Studien oder Analysen vor. Die geologischen Verhältnisse deuten darauf hin, dass deutlich tiefere Bohrungen als im Raum München bzw. eine Erhöhung des Temperaturniveaus durch Nacherhitzung erforderlich sind, um nutzbare Wärme fördern zu können. Belastbare Aussagen können erst auf Basis von Probebohrungen getroffen werden, diese liegen jedoch außerhalb des Kostenrahmens der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung.

Trotz der hohen Kosten und damit verbundenen wirtschaftlichen Risiken von Probebohrungen und insbesondere des Aufbaus einer Infrastruktur zur Erschließung und Nutzung der tiefen Geothermie wurden seit Fertigstellung des ENP Wärme von Seiten verschiedener Marktakteure Genehmigungen für Probebohrungen beantragt.

Davon unabhängig prüfen die swa Einbindungsmöglichkeiten ins Augsburger Wärmenetz.

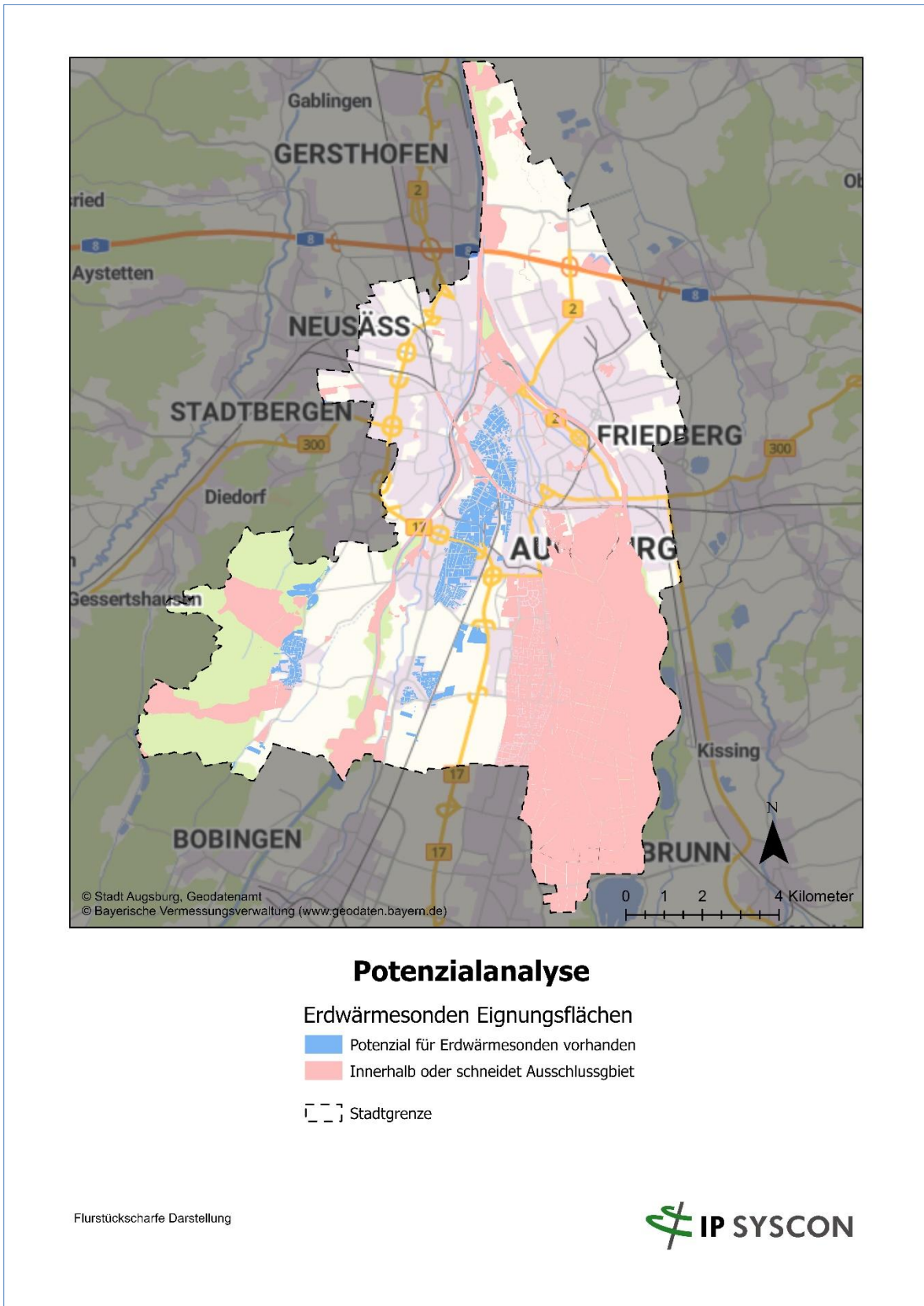
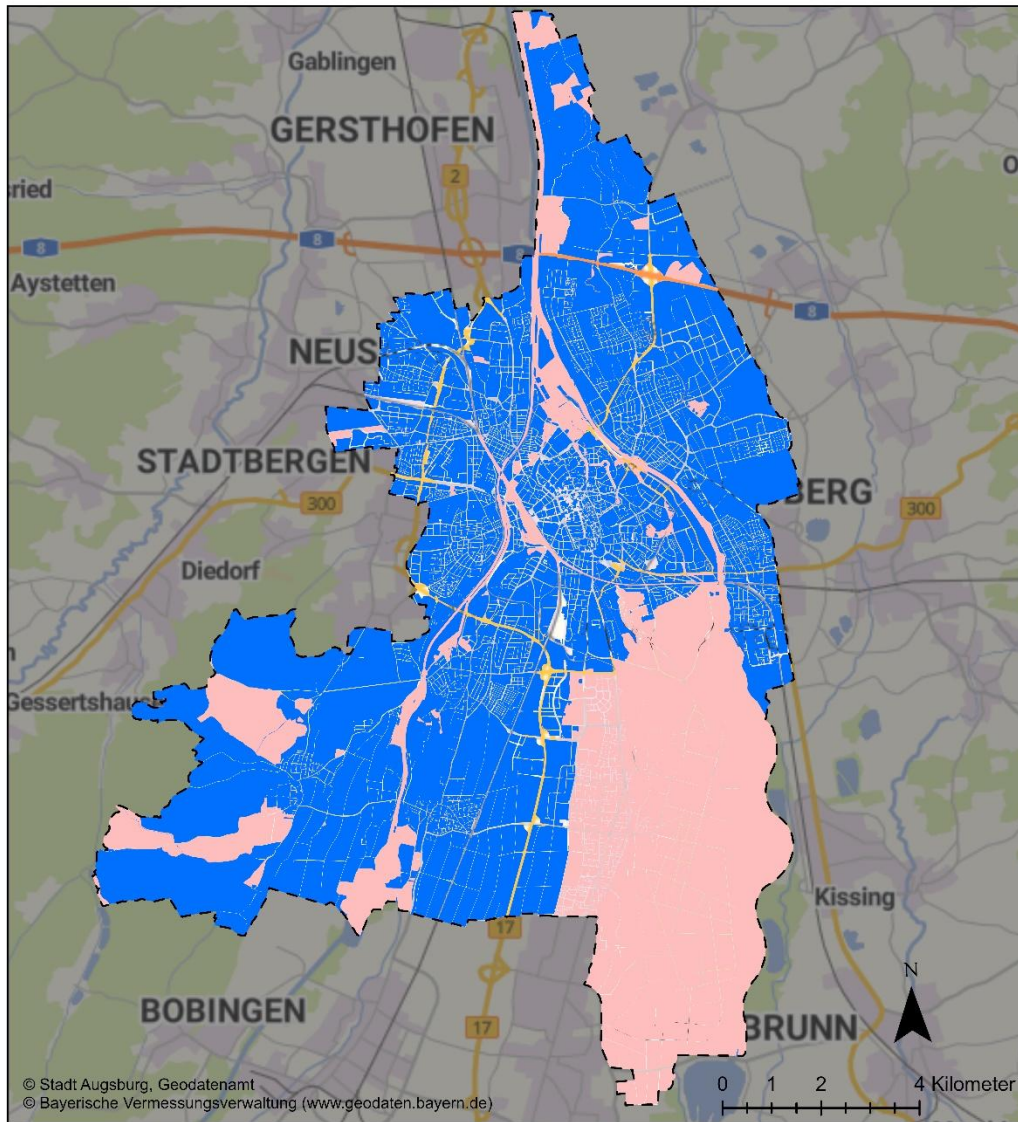


Abbildung 3-4: Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Erdwärmesonden vorhanden ist



Potenzialanalyse

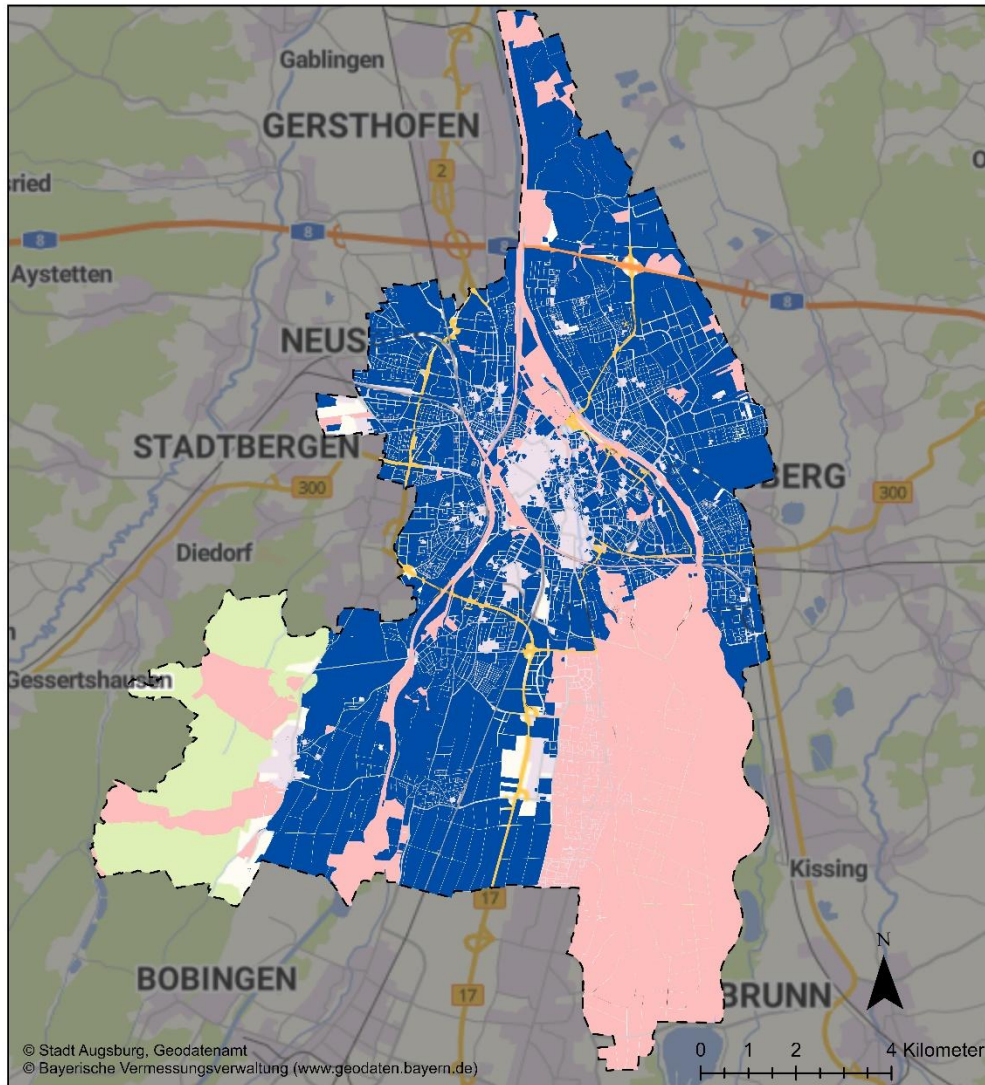
Erdwärmekollektoren Eignungsflächen

- Potenzial für Erdwärmekollektoren vorhanden
- Innerhalb oder schneidet Ausschlussgebiet

Stadtgrenze

Flurstückscharfe Darstellung

Abbildung 3-5: Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Erdwärmekollektoren vorhanden ist



Potenzialanalyse

Grundwasserwärmepumpe Eignungsflächen

- Potenzial für Grundwasserwärmepumpe vorhanden
- Abstand zwischen Förder- und Schluckbrunnen zu klein
- Innerhalb oder schneidet Ausschlussgebiet

Stadtgrenze

Flurstückscharfe Darstellung

Abbildung 3-6: Darstellung der Eignungsgebiete, auf denen ein Potenzial für Grundwasserwärmepumpen vorhanden ist

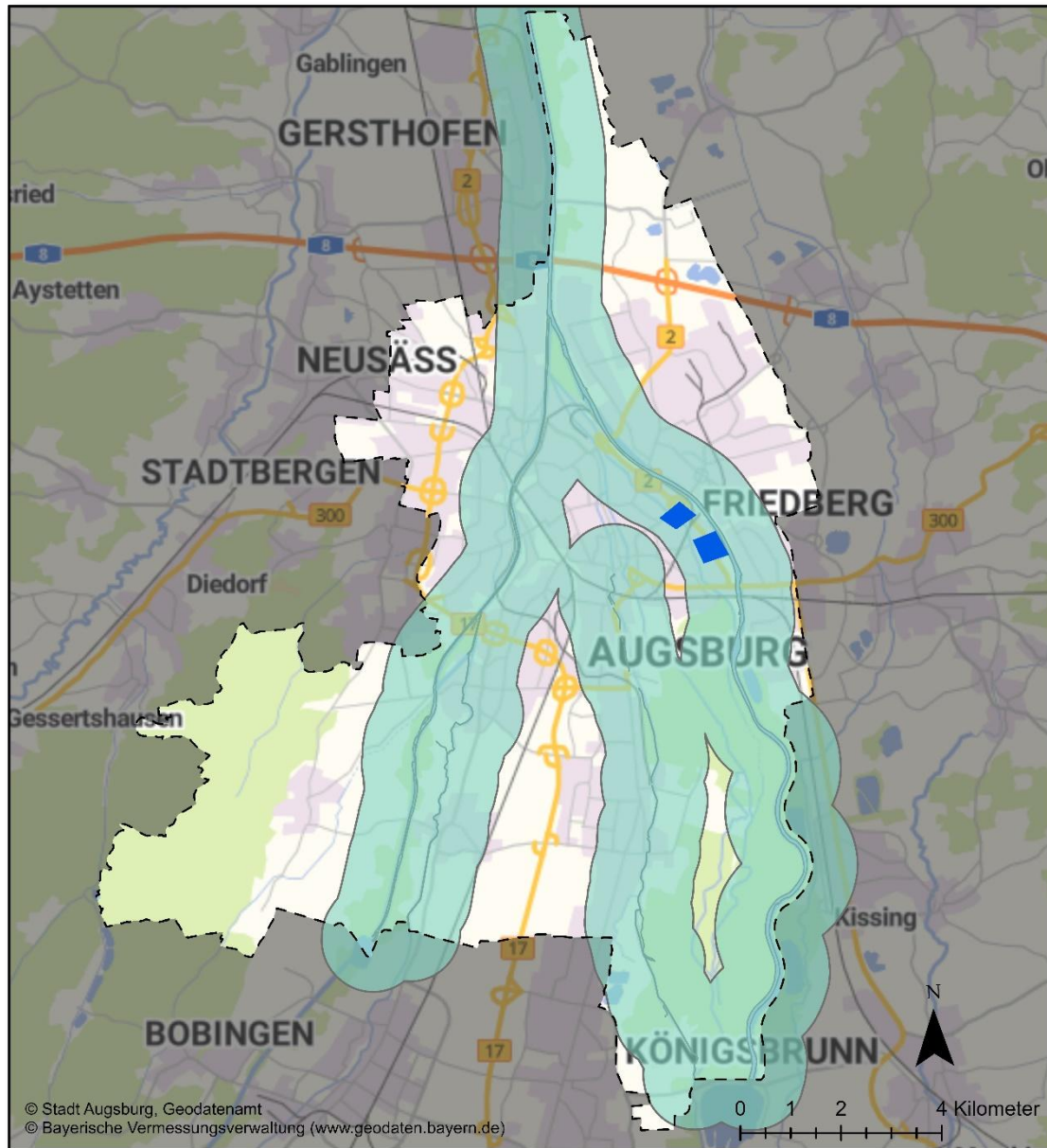
3.3.4 Umweltwärme aus Fließgewässern

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das Potenzial zur Nutzung von Wärme aus Fließgewässern mittels Wärmepumpentechnologie untersucht. Grundlage der Berechnungen bildete der mittlere Wasserabfluss (MQ) der jeweiligen Gewässer. Veränderungen am Wasserhaushalt bedürfen grundsätzlich einer gesonderten behördlichen Genehmigung. Die Ergebnisse stellen somit eine überschlägige technische Potenzialabschätzung dar.

Die potenziell nutzbaren Wärmemengen wurden für den Lech, die Wertach, die Singold und den Lochbach berechnet. Aufgrund verschiedener Umweltfaktoren der Gewässer und der damit verbundenen ökologischen Einschränkungen ist eine wirtschaftlich und genehmigungsrechtlich sinnvolle Nutzung im Einzelfall zu prüfen.

Das technische Wärmepotenzial der Gewässer beträgt 143 GWh/a. Die Gewässer weisen somit im lokalen Kontext Wärmepotenziale auf, insbesondere für Quartierslösungen oder Fernwärmenetze und können richtig eingesetzt zur Dekarbonisierung des bestehenden Fernwärmenetzes beitragen.

Über die Fließgewässer hinaus besteht die Möglichkeit, entsprechende Umweltwärme aus Grundwassersammlern zu beziehen. Derzeit laufen Vorbereitungen, Potenziale an zwei Standorten im Textilviertel zu nutzen.



© Stadt Augsburg, Geodatenamt
© Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)

Potenzialanalyse

- Fließgewässer - Umkreis 1 km
- Grundwassersammler - Standorte Textilviertel
- Stadtgrenze

Abbildung 3-7: Darstellung der Umweltwärmequellen aus Fließgewässern in Augsburg

3.3.5 Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermie

Die Daten des städtischen Solardachkatasters ergeben für solarthermische Nutzung ein technisches Jahrespotenzial auf Dachflächen von rund 7.400 GWh/a, die aktuelle Solarfreiflächenanalyse ein Potenzial von etwa 4.500 GWh/a (einschl. Anlagen auf Flächen mit planungsrechtlichen Vorbehalten) bzw. von rund 350 GWh/a (Flächen ohne planungsrechtliche Vorbehalte).

Die wirtschaftliche und praktische Nutzbarkeit dieser zunächst vergleichsweise sehr großen Potenziale ist - über die oben genannten grundsätzlichen Abstriche im Vergleich zum technischen Potenzial hinaus (Flächenverfügbarkeit/Nutzungskonkurrenzen, Wirtschaftlichkeit – allerdings deutlich eingeschränkt, insbesondere durch:

- Die jahreszeitlichen Erträge der Solarthermie sind gegenläufig zum Bedarf an Raumwärme. Solarthermieanlagen werden daher in der Regel lediglich auf die Warmwasserbereitung und/oder Heizungsunterstützung dimensioniert, während ein anderer Wärmeerzeuger den Großteil des Raumwärmebedarfs deckt.
- Das Temperaturniveau der Wärme aus Solarthermieanlagen ist zur unmittelbaren Einspeisung in ein Wärmenetz nicht hoch genug.
- Die solarthermische Nutzung steht insbesondere in Konkurrenz zur Nutzung von Dach- und Freiflächen durch Photovoltaik; Strom aus großflächigen PV-Anlagen kann, anders als Wärme aus Solarthermie, ganzjährig genutzt werden.

Weitere allgemeine Informationen sind im ENP Wärme, Abschnitt 4.3, dargelegt. Eine weiterführende Einordnung des Potenzials für Augsburg ist in Bezug auf die Nutzung für Wärmenetze ggf. im Transformationsplan Fernwärme der swa enthalten.

Photovoltaik

Zur Versorgung strombasierter Heizungen bieten dezentrale Photovoltaik-Anlagen Potenziale. Für die Stadt Augsburg wurden zwei Kategorien von Flächen hinsichtlich ihres technischen Photovoltaikpotenzials analysiert:

- Dachflächen: 2.327 GWh pro Jahr
- Freiflächen: 1.500 GWh pro Jahr (einschl. Flächen mit planungsrechtlichen Vorbehalten) / 110 GWh pro Jahr (Flächen ohne planungsrechtliche Vorbehalte)

Die Nutzbarkeit dieser Potenziale für den Betrieb strombasierter Wärmeversorgungslösungen verringert sich insbesondere durch

- Konkurrenz zu anderen Flächennutzungen
- Nutzungskonkurrenz zu anderen Stromanwendungen (Haushaltsstrom, E-Mobilität)

Flächenkonkurrenz: Photovoltaik vs. Solarthermie

Gerade im Kontext der kommunalen Wärmeplanung ist die Frage der Flächennutzung besonders kritisch. Denn Flächen, die grundsätzlich für die Nutzung von Solarenergie geeignet sind, können meist nicht gleichzeitig für Photovoltaik und Solarthermie verwendet werden. Dies betrifft vor allem Dachflächen, auf denen sowohl thermische Solaranlagen zur Wärme-gewinnung als auch PV-Anlagen zur Stromerzeugung installiert werden könnten.

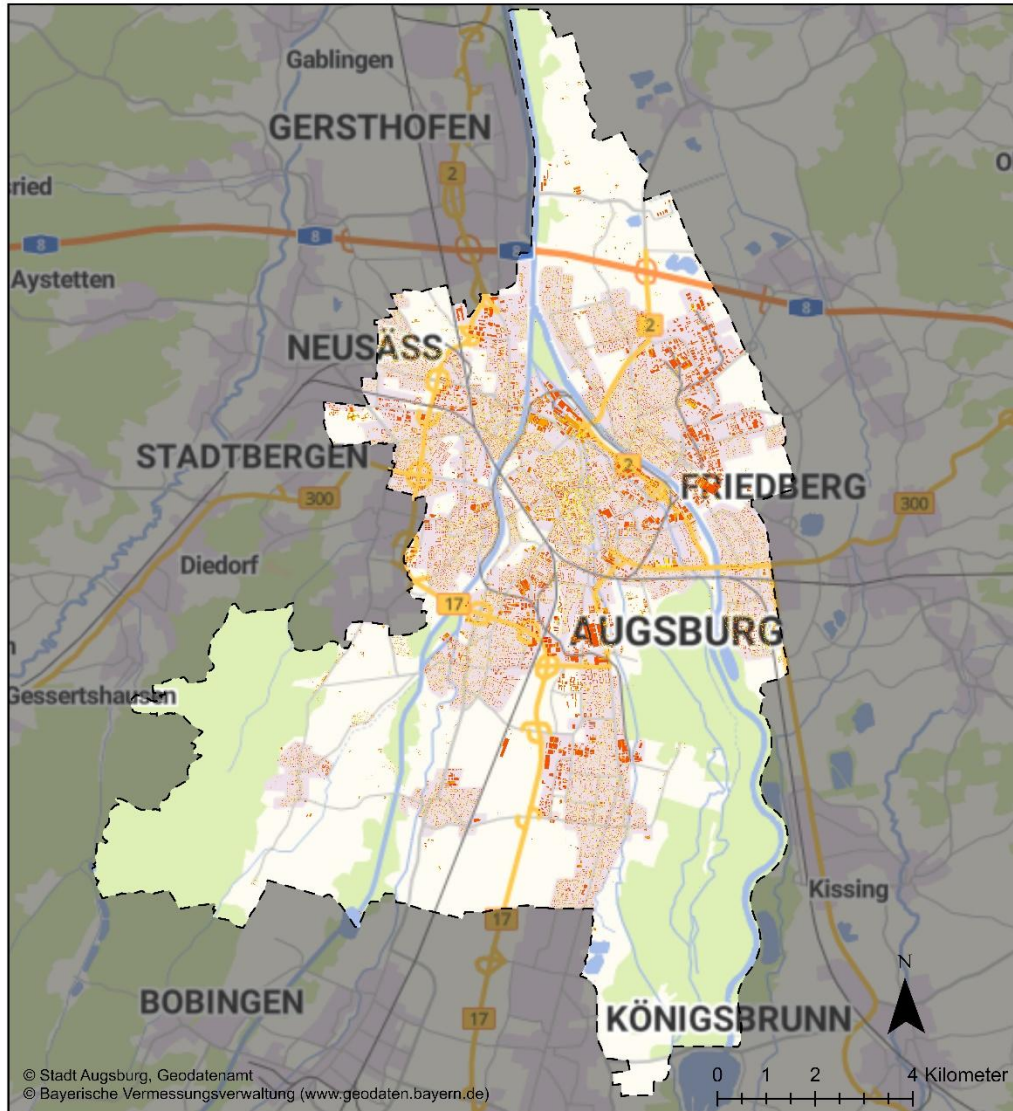
Im Rahmen der Wärmewende kann die Solarthermie eine wichtige Rolle zur direkten Bereitstellung von Niedertemperaturwärme für Wärmenetze oder Einzelgebäude spielen. Die Auswahl geeigneter Flächen muss daher im Kontext mit räumlich nahegelegenen, wärmenetztauglichen Gebieten erfolgen.

Das technische Photovoltaikpotenzial in der Stadt Augsburg ist vor allem durch die große Anzahl an Dachflächen beachtlich und bildet eine solide Grundlage für zukünftige Klimaschutz- und Energiewende-Maßnahmen. Jedoch muss es mit Vorsicht interpretiert werden, da:

- bestehende Anlagen bereits Flächen binden,
- Flächenkonkurrenzen mit Solarthermie und weiteren Landnutzern, wie beispielsweise mit der Landwirtschaft, bestehen,
- und ein erheblicher Unterschied zwischen technischem und wirtschaftlichem Potenzial besteht.

Für die kommunale Wärmeplanung bzw. Energienutzungsplanung ergibt sich daraus der klare Handlungsbedarf, integrierte Flächenstrategien zu entwickeln, in denen Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien sinnvoll abgestimmt werden. Nur so kann das vorhandene Potenzial tatsächlich im Sinne einer nachhaltigen und lokalen Energieversorgung ausgeschöpft werden.

Im Hinblick auf die solare Nutzung von Freiflächen plant das Umweltamt die Erarbeitung eines „Standortkonzepts Freiflächensolar“, um verschiedene Optionen der Flächennutzung systematisch zu erfassen, zu bewerten und zu priorisieren.



Potenzialanalyse

Spezifischer Solarertrag in kWh/kWp pro Jahr

- ≤ 700 kWh/kWp
- ≤ 800 kWh/kWp
- ≤ 900 kWh/kWp
- ≤ 1.000 kWh/kWp
- > 1.000 kWh/kWp

Stadtgrenze

Dachteilflächenscharfe Darstellung

Abbildung 3-8: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen in Augsburg

3.3.6 Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Kälte und Abwasser

Abwasser

Im Bereich der Abwasserbehandlung wurde das nutzbare Abwärmepotenzial anhand des in Kapitel 2.2.6 beschriebenen Verfahrens errechnet. Das vorhandene Abwasser besitzt ein Potenzial von rund 236 GWh/a. Schwerpunktmäßig bietet es sich an, geeignete Einstiegs- punkte hinter der Kläranlage zu nutzen, um die mikrobiologischen Prozesse innerhalb der Kläranlage nicht zu beeinflussen. Eine Karte geeigneter Rohrdurchmesser liegt der Stadt Augsburg intern vor.

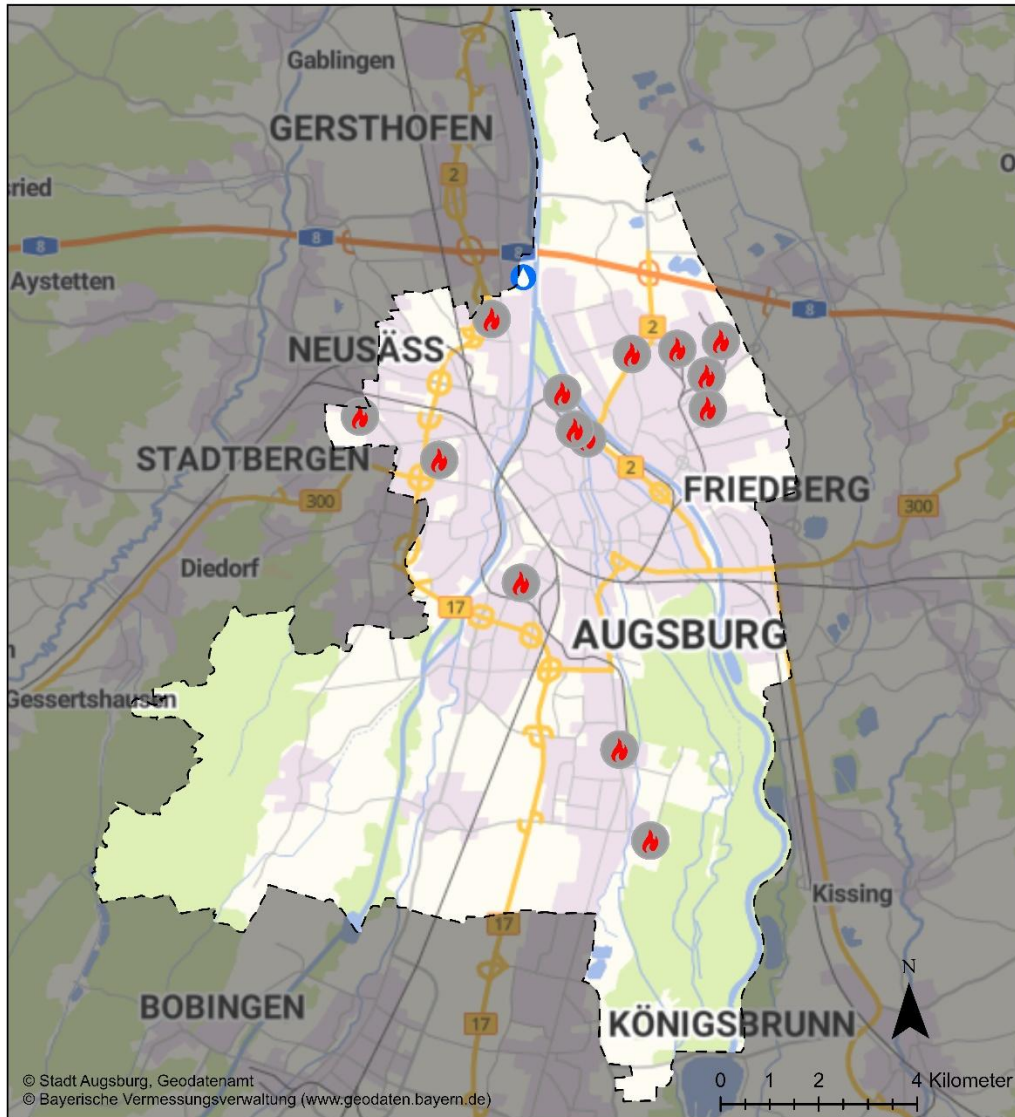
Industrielle Abwärme

Die Analyse des industriellen Abwärmepotenzials in Augsburg basiert vorrangig auf Daten der Abwärmedatenbank der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Diese Datenbank stellt aktuell eine der umfassend- sten verfügbaren Quellen zur Erfassung industrieller Abwärmeströme in Deutschland dar und bildet die Grundlage für die nachfolgende Bewertung. Zur Qualitätssicherung wurden die Daten zusätzlich mit verfügbaren Informationen aus dem Energie-Atlas Bayern abgeglichen sowie – soweit möglich – räumlich überprüft und ergänzt.

Für das Stadtgebiet Augsburg ergibt sich ein gesamtes technisches Abwärmepotenzial von 627 GWh pro Jahr. Dieses Potenzial verteilt sich auf mehrere industrielle Standorte unterschied- licher Branchen, wobei insbesondere energieintensive Betriebe einen wesentlichen Anteil ausmachen. Die gemeldeten Abwärmemengen umfassen dabei sowohl kontinuierlich anfallende als auch prozessabhängige Wärmequellen.

Die räumliche Verteilung der Abwärmequellen zeigt eine deutliche Konzentration in ausgewiesenen Industrie- und Gewerbegebieten. Zur besseren Veranschaulichung ist in Abbildung 3-9 eine Karte mit den industriellen Standorten dargestellt. Diese basiert auf den BfEE-Daten und wurde durch den Abgleich mit dem Energie-Atlas Bayern räumlich validiert. Dadurch wird eine erhöhte Genauigkeit bei der Lokalisierung der Quellen erreicht.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass in Augsburg ein relevantes industrielles Abwärmepotenzial vorhanden ist, welches perspektivisch zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen kann. Die Kombination aus mengenmäßiger Erfassung, qualitativer Überprüfung sowie räumlicher Darstellung bildet eine belastbare Grundlage für weiterführende Analysen, insbesondere im Hinblick auf die technische und wirtschaftliche Erschließung der Potenziale.



Potenzialanalyse




-  Kläranlage
-  Großverbraucher mit potenzieller Abwärme
-  Stadtgrenze

Abbildung 3-9: Standorte von Unternehmen mit potenzieller industrieller Abwärme

3.3.7 Umweltwärme aus Luft

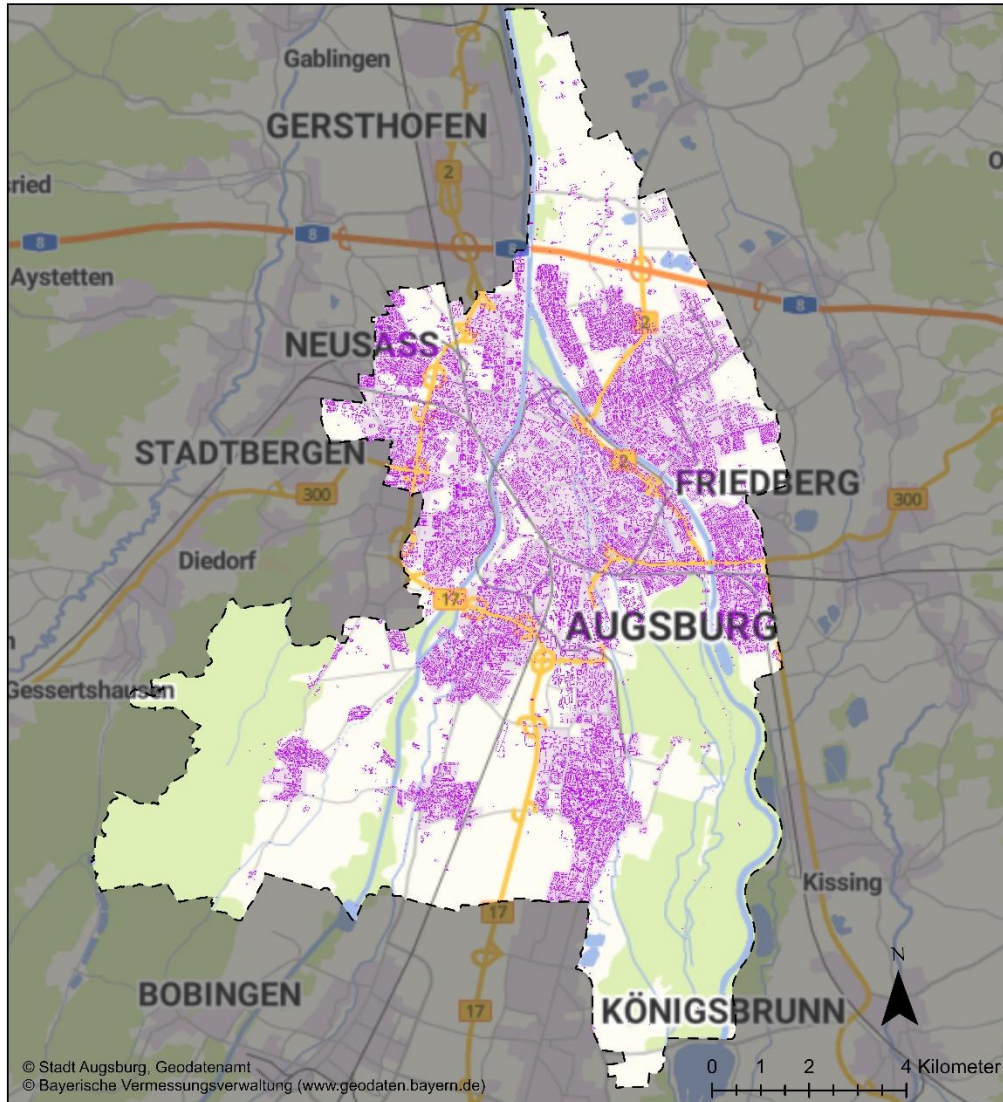
Die Nutzung von Umweltwärme aus der Luft erfolgt in der kommunalen Wärmeplanung vorrangig über Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Analyse wurden ausschließlich Flächenpotenziale betrachtet, also die potenziell geeigneten Standorte für die Aufstellung von Wärmepumpen.

Ein wesentlicher Teil der Untersuchung bezieht sich auf Flurstücke mit Gebäuden, bei denen eine Luftwärmepumpe im unmittelbaren Umfeld installiert werden könnte. Auf dieser Grundlage konnten zahlreiche potenzielle Aufstellflächen identifiziert werden. Diese stellen damit ein direkt nutzbares Potenzial dar, da die Wärmepumpen in unmittelbarer Nähe zum Abnehmer installiert werden können.

Zusätzlich wurden Flachdächer in die Analyse einbezogen. Hierbei wurde definiert, dass nur Dächer mit einer maximalen Dachneigung von 7 % und einer Mindestfläche von 4 m² als Potenzialflächen ausgewiesen werden. Diese Kriterien stellen sicher, dass die Wärmepumpen technisch sinnvoll aufgestellt und betrieben werden können. Flachdächer bieten insbesondere in dicht bebauten Bereichen oder dort, wo Flächen im direkten Gebäudeumfeld fehlen, eine wichtige Ergänzung.

Die ausgewiesenen Potenziale sind als technische Potenziale zu verstehen. Sie geben also an, wo unter technischen und planerischen Gesichtspunkten die Installation von Luftwärmepumpen grundsätzlich möglich wäre. Ob die Flächen in der Praxis tatsächlich genutzt werden können, hängt von weiteren Faktoren ab, wie z. B. Schallemissionen oder konkurrierenden Nutzungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl auf Flurstücken mit Gebäuden als auch auf Flachdächern ein erhebliches technisches Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme aus der Luft besteht. Besonders die Nähe zum Abnehmer auf Flurstücken stellt einen wichtigen Vorteil dar, während Flachdächer eine flexible Option bieten, um zusätzliche Kapazitäten zu erschließen. Für die Umsetzung im Rahmen der Wärmeplanung ist jedoch zu berücksichtigen, dass das gesamte ausgewiesene Potenzial nicht vollständig realisierbar ist, sondern durch praktische Restriktionen eingeschränkt wird. Potenziell sind auf 77 % der Flächen ausreichend große Aufstellflächen (> 5m²) verfügbar.



Potenzialanalyse

 Flurstück mit Freifläche >5 m²

 Stadtgrenze

Flurstückscharfe Darstellung

Abbildung 3-10: Potenzielle Standorte für Luftwärmepumpen

Technisches Potenzial (Wärme)	Wärmemenge
Biomasse	113 GWh/a
Oberflächennahe Geothermie - Grundwasser	2.213 GWh/a
Oberflächennahe Geothermie - Kollektoren	821 GWh/a
Oberflächennahe Geothermie - Sonden	35 GWh/a
Umweltwärme - Fließgewässer	143 GWh/a
Solarthermie (Dach)	7.400 GWh/a
Solarthermie (Freifläche)	4.500 GWh/a; ohne planungsrechtliche Vorbehalte: 350 GWh/a
Abwasser	236 GWh/a
Industrielle Abwärme	627 GWh/a
Umweltwärme – Luft *	> 3.700 GWh/a
sowie Stromerzeugungspotenziale zum Betrieb strombasierter Technologien	

* ausgehend von versorgten Haushalten

Abbildung 3-11: Darstellung der zur Verfügung stehenden Potenziale aus erneuerbarer Energie

4 Szenarienentwicklung

4.1 Dezentrale Versorgung

Die Szenarienberechnung der dezentralen Versorgungslösungen dient der gebäudescharfen Ermittlung zukünftiger Wärmebedarfe, Heizlasten, Wärmegegostehungskosten, Energieträger und Emissionen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Ziel ist es, für jedes relevante versorgende Gebäude eines Flurstücks die voraussichtlich wirtschaftlichste zukünftige Wärmeversorgung in mehreren Szenarien und Stützjahren abzuleiten.

Die Methodik folgt einem mehrstufigen Verfahren. Zunächst werden die für die Szenarienberechnung relevanten Gebäude bestimmt. Zu den in der Berechnung als relevant betrachteten Gebäuden zählen die Hauptgebäude eines Flurstücks, die zum aktuellen Stand noch keine klimaneutrale Wärmeversorgung aufweisen. Anschließend werden Potenzialflächen und Eignungen verschnitten, Austausch- und Sanierungsjahre hergeleitet und darauf aufbauend Wärmebedarfe, Heizlasten, Wärmegegostehungskosten, optimale Technologien, Energieträger und Emissionen berechnet. Die Auswertung erfolgt grundsätzlich flurstücksbezogen, die Ergebnisse werden jedoch gebäudescharf am jeweils versorgenden Hauptgebäude ausgegeben.

Berücksichtigt werden ausschließlich beheizte Gebäude. Innerhalb eines Flurstücks wird jeweils das Gebäude mit der maßgeblichen Versorgungsfunktion als Hauptversorger identifiziert; beheizte Nebengebäude werden als Wärmebezieher eingestuft und nicht eigenständig für einen Heizungstausch bewertet.

Im ersten Schritt werden jene Gebäude bestimmt, für die im Rahmen der Szenarienberechnung ein Heizungstausch grundsätzlich zu betrachten ist (die Hauptversorger).

Für alle beheizten Gebäude wird zunächst je Flurstück die Summe des Jahresheizenergiebedarf gebildet. Anschließend wird für jedes Gebäude der Anteil am gesamten flurstücksbezogenen Wärmebedarf berechnet. Gebäude mit einem Anteil von mehr als 50 % werden unmittelbar als „Hauptversorger“ klassifiziert. Falls auf einem Flurstück kein Gebäude diesen Schwellenwert überschreitet, wird das Gebäude mit dem höchsten Anteil am Wärmebedarf als Hauptversorger festgelegt. Alle übrigen beheizten Gebäude des Flurstücks erhalten den Status „Wärmebezieher“.

Im Anschluss werden die für den Heizungstausch relevanten Gebäude identifiziert. Maßgeblich sind hierbei nur Hauptversorger-Gebäude, die nicht bereits aufgrund vorliegender Verbrauchsdaten (auf Baublockebene zugewiesene Daten) auf eine bestehende, bereits günstige Versorgungslösung hinweisen (Wärmenetzanschluss, ein strombasierter Wärmeerzeuger oder eine Biomasseheizung als Wärmeerzeuger).

Im Rahmen der Szenarienbetrachtung wurde auf eine detaillierte Abbildung von Hybridheizsystemen bewusst verzichtet: Das Berechnungsmodell konzentriert sich zugunsten einer klaren Orientierung auf jeweils eine Kern-Technologie pro Gebäude.

- Für die strategische Planung der zukünftigen Netzinfrastrukturen, also die Frage, wo Leitungen verlegt oder Stromnetze verstärkt werden müssen, ist die maximale

Spitzenlast der entscheidende Faktor. Das Modell geht daher vom Hauptenergieträger aus. Die Reduzierung auf jeweils ein System ermöglicht klare Aussagen darüber, welche Stadtteile sich für welche Infrastruktur eignen.

- Darüber hinaus werden Hybridheizungen in der Praxis primär als temporäre Brückentechnologie und selten als finale klimaneutrale Lösung für das Jahr 2045 eingestuft. Der dauerhafte Parallelbetrieb zweier Systeme ist für Gebäudeeigentümer mit spürbar höheren Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten verbunden. Zudem führt die Nutzung von zwei Energieträgern zu einer fortlaufenden Abhängigkeit von zwei unterschiedlichen Energiemärkten. Um die wirtschaftlich und infrastrukturell zielführenden Pfade aufzuzeigen, bildet das Modell daher den jeweiligen Ziel-Endzustand mit einer klaren Leittechnologie ab.

Abgleich Bedarf - Potenzial

Im zweiten Schritt wird für alle beheizten Gebäude geprüft, welche Wärmeversorgungstechnologien standörtlich grundsätzlich in Frage kommen. Hierzu werden die Potenzialkulissen mit dem Gebäudebestand verschnitten. Für jede Technologie erfolgt eine Prüfung der Eignung durch die Gegenüberstellung des technischen Potenzials mit dem jeweiligen Wärmebedarf, um die entsprechende Eignung auszuweisen.

Als standortunabhängig verfügbare Optionen wurden die Technologien Luft-Wasser-Wärmepumpe, strombasierte Direktversorgung sowie Biomasse berücksichtigt. Diese gelten methodisch als grundsätzlich verfügbar. Ergänzend wurden folgende Potenziale einbezogen: Geothermie über Sonden, Geothermie über Kollektoren, Geothermie über Grundwasser, Solarthermie Dach und Photovoltaik Dach.

Für die geothermischen Potenziale erfolgt die Eignungsbewertung flurstücksbezogen über einen Abgleich zwischen dem Wärmebedarf und dem technisch nutzbaren Wärmeertrag der jeweiligen Potenzialfläche. Eine Eignung liegt vor, wenn der Wärmebedarf des Flurstücks den nutzbaren Ertrag nicht überschreitet. Für Dachpotenziale wird die Eignung dann gesetzt, wenn auf mindestens einem beheizten Gebäude des Flurstücks eine geeignete Dachfläche ausgewiesen ist.

Die Eignungsbewertung stellt sicher, dass in den Folgeschritten nur solche Technologien wirtschaftlich berechnet werden, die am jeweiligen Standort tatsächlich verfügbar oder zulässig sind.

Die zeitliche Einordnung der Transformation erfolgt über die Ableitung eines Heizungstauschjahres sowie eines Sanierungsjahres für alle beheizten Gebäude, die noch nicht auf als erneuerbar eingestufte Energieträger (Wärmepumpe, Strom direkt, Biomasse) umgestellt sind. Die Heizungsaustauschrate wird als linearer Verlauf modelliert und orientiert sich an der Zielsetzung eines klimaneutralen Gebäudebestandes bis zum Jahr 2040. Dies entspricht einer jährlichen Austauschrate von 6,7 %, oder 2.200 getauschten Heizungsanlagen pro Jahr. Hierbei ist hervorzuheben, dass diese Wechselraten im Durchschnitt nötig sind, um die Ziele der Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen. Auf eine Differenzierung zwischen Basis- und Klimaschutzszenario wurde in diesem Punkt verzichtet, da die Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 als übergeordnete Zielsetzung für beide Szenarien gesetzt wurde.

Formel 3: Berechnung der Heizungstauschrate

$$\text{Heizungstauschrate} = \frac{100 \%}{\text{Zieljahr} - \text{Ausgangsjahr}}$$

Die Berechnung erfolgt sektorintern. Unterschieden werden die vier Sektoren Wohnen (wg), Gewerbe/Industrie (gi), öffentliche Einrichtungen (oe) und Handel/Dienstleistungen (hd). Wohngebäude umfassen die Gebäudetypen EFH, MFH, RH, GMH und HH. Unbeheizte Gebäude werden nicht berücksichtigt.

Innerhalb jedes Sektors werden die relevanten Hauptversorger nach dem Baujahr aufsteigend sortiert. Ausgehend von den ältesten Gebäuden wird eine laufende Nummer vergeben. Auf Grundlage der sektoralen Gebäudeanzahl und der linearen Austauschrate wird anschließend bestimmt, welcher Anteil der Gebäude bis zu den Stützjahren 2030, 2035, 2040 und 2045 jeweils einen Heizungstausch erhalten soll.

Die zugrunde liegende methodische Annahme lautet, dass über den betrachteten 5-Jahres-Zeitraum hinweg jährlich ein konstanter Anteil der Gebäude transformiert wird. Die Priorisierung erfolgt innerhalb jedes Sektors nach dem Gebäudealter, sodass ältere Gebäude früher einen Heizungswechsel bzw. eine Sanierung erhalten.

Berechnung der Heizlast

Für alle relevanten Gebäude wird anschließend die Heizlast ermittelt. Die Heizlast beschreibt die maximale erforderliche Wärmeleistung unter Auslegungsbedingungen und wird in kW angegeben. Die Heizlast ergibt sich anschließend vereinfacht aus dem Wärmebedarf und den angenommenen Volllaststunden:

Formel 4: Berechnung der Heizlast

$$\text{Heizlast} = \frac{\text{Wärmebedarf}}{1.800 \text{ h/a}}$$

Darauf aufbauend wird je Szenario die erzeugte Wärmemenge bestimmt. Sie entspricht dem Wärmebedarf desjenigen Stützjahres, in dem der Heizungstausch stattfindet. Damit wird sichergestellt, dass für die anschließende Wirtschaftlichkeitsberechnung jeweils die Wärmemenge angesetzt wird, die im Jahr des Technologiewechsels tatsächlich zu erzeugen ist.

Berechnung der Wärmegestehungskosten je Technologie und Szenario

Zentraler Bestandteil der Methodik ist die Berechnung der Wärmegestehungskosten je Technologie und Szenario. Diese erfolgt für alle relevanten Hauptversorger-Gebäude und nur für jene Technologien, für die am Standort eine Eignung vorliegt.

Für jede Technologie werden zunächst Investitionskosten, Wartungskosten und Betriebskosten bestimmt. Die Wärmegestehungskosten berechnen sich anschließend als:

Formel 5: Berechnung der Wärmegestehungskosten

$$\text{Wärmegestehungskosten} = \frac{\left(\frac{\text{Investitionskosten}}{20}\right) + \text{Betriebskosten}}{\text{erzeugte Wärmemenge}}$$

Dabei wird eine einheitliche Nutzungsdauer von **20 Jahren** angenommen.

Sämtliche Annahmen zu Investitionskosten, Wartungs- und Betriebskosten entstammen der aktuellen Version des Technikkatalogs des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende in Halle (KWW).

- **Investitionskosten**

Die Investitionskosten sind technologieabhängig und werden über eine parametrisierte Funktion aus der Heizlast berechnet. Hierfür werden technologie- und tauschjahrspezifische Parameter verwendet. Zusätzlich fließen technologiespezifische Zusatzkostenfunktionen ein, die ebenfalls von der Heizlast abhängen.

- **Wartungskosten**

Die Wartungskosten werden über eine externe Parametertabelle abgeleitet, die als Excel-Datei in den Projektparametern hinterlegt wird. Für jede Technologie existiert ein eigenes Tabellenblatt mit prozentualen Wartungskostenansätzen in Abhängigkeit von Heizlastklassen. Die Wartungskosten ergeben sich aus den Investitionskosten multipliziert mit dem jeweiligen prozentualen Ansatz.

- **Betriebskosten**

Die Betriebskosten setzen sich aus den Wartungskosten und den energieträgerabhängigen laufenden Kosten zusammen. Für strombasierte Technologien wird hierfür der jährliche Strombedarf ermittelt. Bei Wärmepumpentechnologien ergibt sich dieser aus der erzeugten Wärmemenge dividiert durch die jeweilige Jahresarbeitszahl (JAZ). Für direkt elektrische Systeme und Biomasse wird vereinfachend angenommen, dass der Energiebedarf der erzeugten Wärmemenge entspricht. Die Preisansätze für Strom bzw. Biomasse werden jahresscharf über folgende Kostenverläufe bereitgestellt (Meyer, 2024). Da der Technikkatalog der KWW diese Zahlen nicht vorhält, wurde hier auf das Ariadne-Projekt zurückgegriffen. Als ergänzende Informationen sind hier ebenfalls die Preisentwicklungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff mit aufgeführt. Alle Preise verstehen sich inkl. des angenommenen CO₂-Preises und steigender Netzentgelte (Abbildung 4-1).

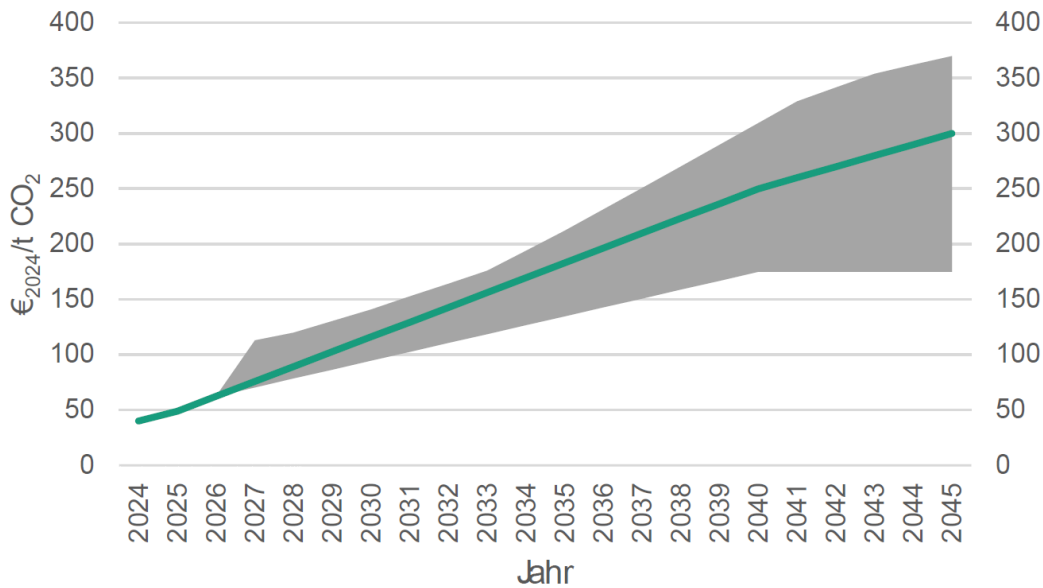


Abbildung 4-1: Angenommene Entwicklung des CO₂-Preises bis 2045 aus dem Ariadne-Projekt (Meyer, 2024)

Tabelle 4-1: Angenommene (Endkunden-)Strompreise für die jeweiligen Stützjahre.

Strompreise (Bezugspreise unabhängig von der Nutzung durch Wärmepumpen oder andere Geräte)*	
Jahr	Preis in €/kWh
2025	0,257
2030	0,29
2035	0,296
2040	0,297
2045	0,281

* Durch den hohen Wirkungsgrad von Wärmepumpen liegen die Kosten je kWh erzeugter Wärme um den Faktor 3 bis 5 unter den Kosten je aufgewendeter kWh Strom.

Tabelle 4-2: Angenommene (Endkunden-)Preise für feste Biomasse für die jeweiligen Stützjahre.

Preise feste Biomasse	
Jahr	Preis in €/kWh
2025	0,067
2030	0,086
2035	0,088
2040	0,086
2045	0,09

Tabelle 4-3: Angenommene (Endkunden-)Preise für Erdgas für die jeweiligen Stützjahre.

Preise Erdgas*	
Jahr	Preis in €/kWh
2025	0,095
2030	0,093
2035	0,101
2040	0,109
2045	0,112

*es ist mit steigenden Netzentgelten und höheren CO₂-Preisen zu rechnen

Tabelle 4-4: Angenommene (Endkunden-)Preise für Biogas für die jeweiligen Stützjahre.

Preise Biogas	
Jahr	Preis in €/kWh
2025	0,117
2030	0,150
2035	0,169
2040	0,187
2045	0,206

Tabelle 4-5: Angenommene (Endkunden-)Preise für Wasserstoff für die jeweiligen Stützjahre.

Preise Wasserstoff	
Jahr	Preis in €/kWh
2025	0,094
2030	0,25
2035	0,22
2040	0,194
2045	0,179

Berücksichtigte Technologien

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt technologiebezogen für:

- Luftwärme,
- Strom direkt,
- Biomasse,
- Geothermie über Sonden,
- Geothermie über Kollektoren,
- Geothermie über Grundwasser.

Technologien, die die Wärmeversorgung nur anteilig klimaneutral bereitstellen, wie beispielsweise Hybridheizungen oder solarthermische Anlagen, werden in dieser Betrachtung zunächst nicht berücksichtigt. Solarthermische Anlagen werden zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Modellierung über einen Bottom-up-Ansatz als unterstützende Komponente der Wärmeversorgung integriert.

Auswahl der wirtschaftlichsten Technologie und Ableitung der Energieträger

Nach Abschluss der technologiebezogenen Kostenberechnung wird für jedes Hauptversorger-Gebäude die wirtschaftlichste Technologie bestimmt.

Bei Vorliegen einer Biomasse-, Luftwärme- oder Geothermie- oder Wärmenetzversorgung erfolgt keine Neubewertung der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Technologien.

Im Anschluss wird für jedes Szenario der zugehörige Energieträger zur Technologie zugewiesen. Biomasse-Technologien werden dem Energieträger „feste Biomasse“, Wärmenetzlösungen dem Energieträger „Wärmenetz“ zugeordnet. Alle übrigen betrachteten dezentralen strombetriebenen Technologien (Wärmepumpen) werden als „Strom“ geführt.

Die Zuweisung der wirtschaftlichsten Technologie und des jeweiligen Energieträgers erfolgt jeweils für das Stützjahr, das dem Zeitpunkt des Heizungsaustauschs entspricht.

Emissionsberechnung

Im letzten fachlichen Berechnungsschritt werden die Emissionen je Stützjahr und Szenario bestimmt. Grundlage hierfür sind parametrisierte Emissionsfaktoren, die aus dem Technik-katalog der KWW stammen.

Die Emissionen werden für alle Hauptversorger-Gebäude berechnet. Für jedes Stützjahr werden die Emissionen mit dem jeweils gültigen Energieträger und dem zugehörigen Wärmebedarf berechnet.

Bei strombasierten Technologien wird der Wärmebedarf nicht direkt mit dem Emissionsfaktor multipliziert, sondern zunächst über die technologiespezifische Jahresarbeitszahl (JAZ) in einen Strombedarf umgerechnet. Dadurch wird berücksichtigt, dass Wärmepumpen für die Erzeugung einer bestimmten Wärmemenge nur einen Teil dieser Energiemenge als elektrische Endenergie benötigen. Für nicht strombasierte Energieträger erfolgt die Emissionsberechnung direkt über den Wärmebedarf.

Ausgewiesen werden die Emissionen für den Ist-Zustand sowie für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 für zwei unterschiedliche Szenarien.

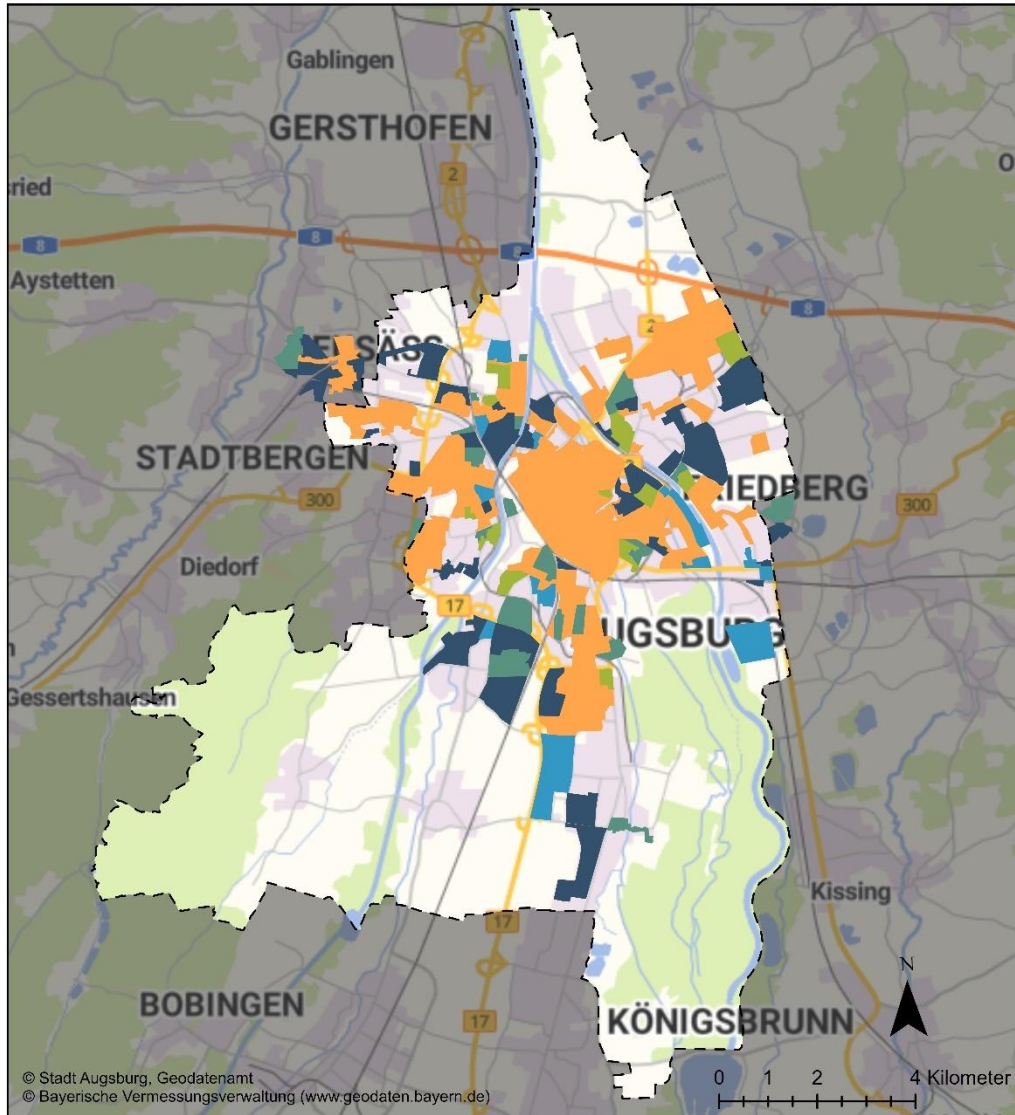
Methodische Annahmen und Abgrenzungen

Der Berechnung liegen mehrere grundlegende Annahmen zugrunde:

- Erstens wird die Transformation als linearer Prozess modelliert, bei dem jährlich ein konstanter Anteil an Gebäuden einen Heizungstausch durchläuft.
- Zweitens erfolgt die Priorisierung innerhalb der Sektoren ausgehend von den ältesten Baujahren.
- Drittens werden nur solche Technologien wirtschaftlich bewertet, die am jeweiligen Standort gemäß Potenzialbewertung tatsächlich geeignet sind.
- Viertens wird die Wirtschaftlichkeit über Wärmegestehungskosten auf Basis einer pauschalen Nutzungsdauer von 20 Jahren bewertet.

4.2 Zentrale Versorgung und Gebiete mit hoher Wärmedichte

Ergänzend zur gebäudescharfen Bewertung dezentraler Versorgungslösungen wurde ein Verfahren zur Ausweisung von Gebieten mit hoher Wärmedichte (über 4.000 kWh/m*a) entwickelt. Bereits bekannte Wärmenetzgebiete sowie Ausbauplanungen der Stadtwerke wurden dabei im ersten Schritt direkt übernommen und als Wärmenetzgebiete, Wärmenetz- ausbauggebiete sowie Prüfgebiete berücksichtigt (siehe auch: swa.to/fernwaerme). Für alle übrigen Bereiche erfolgte im zweiten Schritt eine GIS-gestützte Analyse der Wärmelinien- dichte, um die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung abzuleiten.



Bestandsaufnahme

Wärmenetzgebiet

- Kerngebiet
- Prüfgebiet
- Ausbaugbiet 25/26
- Ausbaugbiet 27/28
- Ausbaugbiet 29/30

Stadtgrenze

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Versorgungsebene, bereitgestellt von der swa.

Abbildung 4-2: Wärmenetzgebiete und Ausbauplanungen sowie Prüfgebiete der swa

Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse der Wärmebedarfsberechnung. Dadurch ist eine einheitliche methodische Bewertung unabhängig von der jeweiligen Datenbasis möglich. Grundlage der weiteren Berechnung sind die für das jeweilige Zieljahr vorliegenden flurstücksbezogenen Wärmebedarfe der Szenarien.

Zunächst wurden aus den Straßenachsen potenzielle Wärmelinien abgeleitet. Diese bilden die möglichen Trassen einer zukünftigen leitungsgebundenen Wärmeversorgung ab. Anschließend wurden die Gebäude diesen Wärmelinien räumlich zugeordnet. Dabei wurden – analog zur dezentralen Betrachtung – nur die Hauptversorger-Gebäude eines Flurstücks berücksichtigt, um Doppelbewertungen innerhalb eines Grundstücks zu vermeiden.

In einem ersten Bewertungsschritt wurde für jedes Hauptversorger-Gebäude geprüft, ob ein wirtschaftlicher Anschluss an die nächstgelegene Wärmelinie grundsätzlich möglich ist. Maßgeblich war dabei das Verhältnis aus Wärmebedarf und Anschlussdistanz. Nur Gebäude, bei denen der Wärmebedarf im Verhältnis zur Anschlusslänge ausreichend hoch ($150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) ist, wurden für die weitere Netzbewertung berücksichtigt.

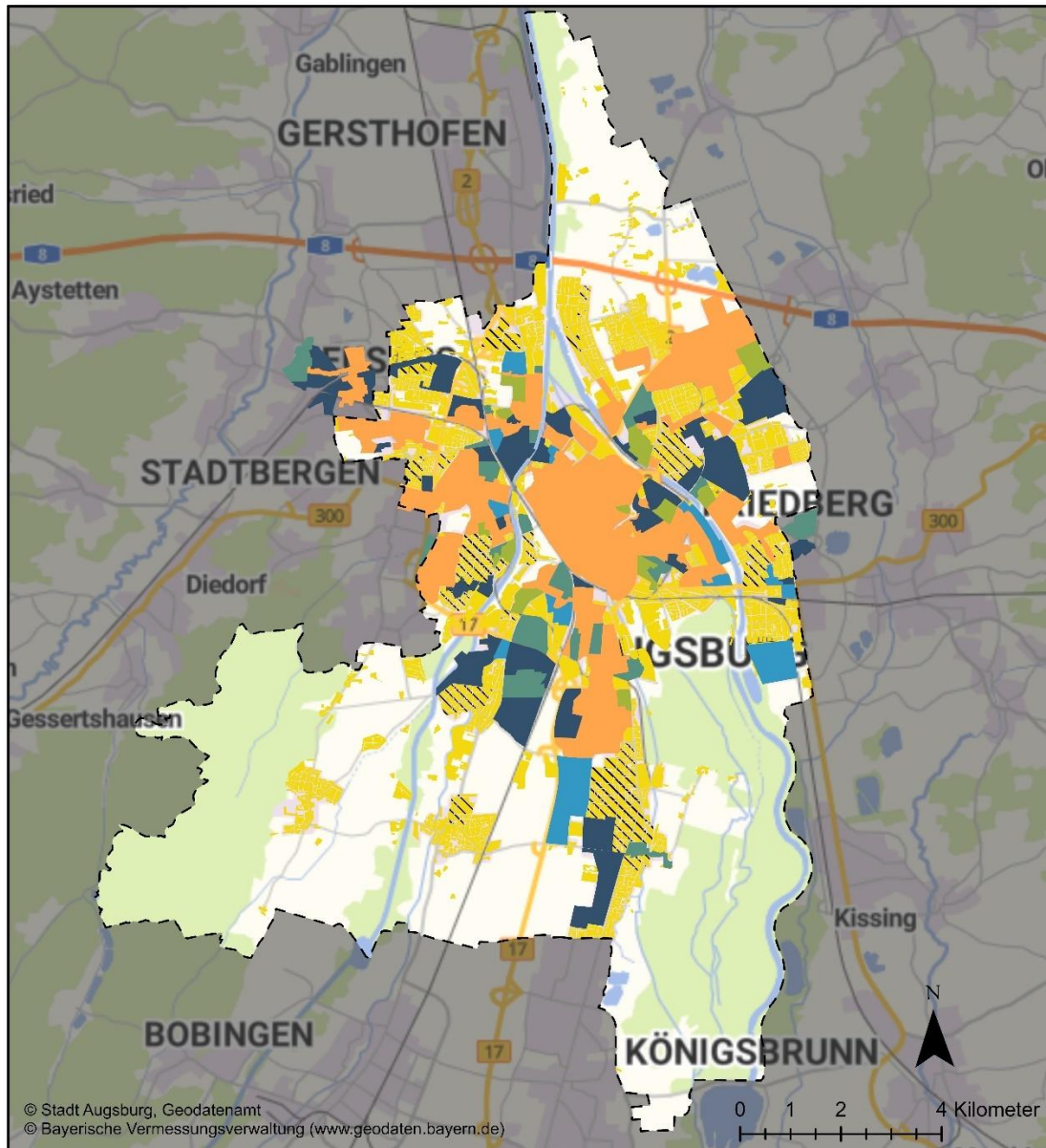
Im Anschluss wurden die Wärmebedarfe dieser anschlussgeeigneten Gebäude auf die Wärmelinien aggregiert. Für jedes Liniensegment wurde daraus die Wärmelinienendichte berechnet, also der Wärmebedarf pro Meter Leitungsabschnitt. Überschreitet diese Wärmelinienendichte einen definierten Grenzwert von $4.000 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, gilt das Segment als Segment mit erhöhter Wärmedichte.

Da potenziell wirtschaftliche Wärmenetze in der Regel aus mehreren zusammenhängenden Leitungsabschnitten bestehen, wurde darauf aufbauend ein Verfahren zur iterativen Netzbildung angewendet. Ausgangspunkt waren die Wärmelinien mit erhöhter Wärmedichte. Von diesen aus wurden benachbarte Segmente schrittweise ins Gebiet mit erhöhter Wärmedichte aufgenommen, sofern die mittlere Wärmedichte des gesamten entstehenden Clusters weiterhin über dem definierten Grenzwert lag. Auf diese Weise konnten auch größere zusammenhängende Gebiete mit erhöhter Wärmedichte identifiziert werden, deren Wärmedichte über $4.000 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ sich erst aus dem Verbund mehrerer Segmente ergibt.

Für die Ausweisung eines Gebietes mit erhöhter Wärmedichte wurde zusätzlich eine Mindestgröße des Netzes vorausgesetzt. Grundlage hierfür war die Annahme einer potenziellen Anschlussquote von 70 %. Daraus wurde abgeleitet, dass ein potenzielles Netzgebiet nur dann als tragfähig einzustufen ist, wenn im potenziellen Versorgungsraum mindestens 25 Hauptversorger-Gebäude vorhanden sind.

Ergänzend zur rein quantitativen Bewertung wurden weitere fachliche Indikatoren berücksichtigt, etwa die Hinzunahme von kleinen Baublöcken zwischen zwei wärmenetzgeeigneten Gebieten.

Im Ergebnis wurden jene Bereiche als Gebiete mit erhöhter Wärmedichte ausgewiesen, in denen sowohl eine ausreichende Wärmelinienendichte als auch eine hinreichende Anzahl an Gebäuden vorliegt. Die so ermittelten Gebiete bilden eine weitere Grundlage für die Bewertung zentraler Wärmeversorgungsoptionen innerhalb der kommunalen Wärmeplanung und ergänzen die gebäudescharfe Analyse dezentraler Technologien um eine räumlich-strukturelle Perspektive.



Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiet

- Kerngebiet
- Ausbaugbiet 2025/26
- Ausbaugbiet 2027/28
- Ausbaugbiet 2029/30
- Prüfgebiet

Basisszenario

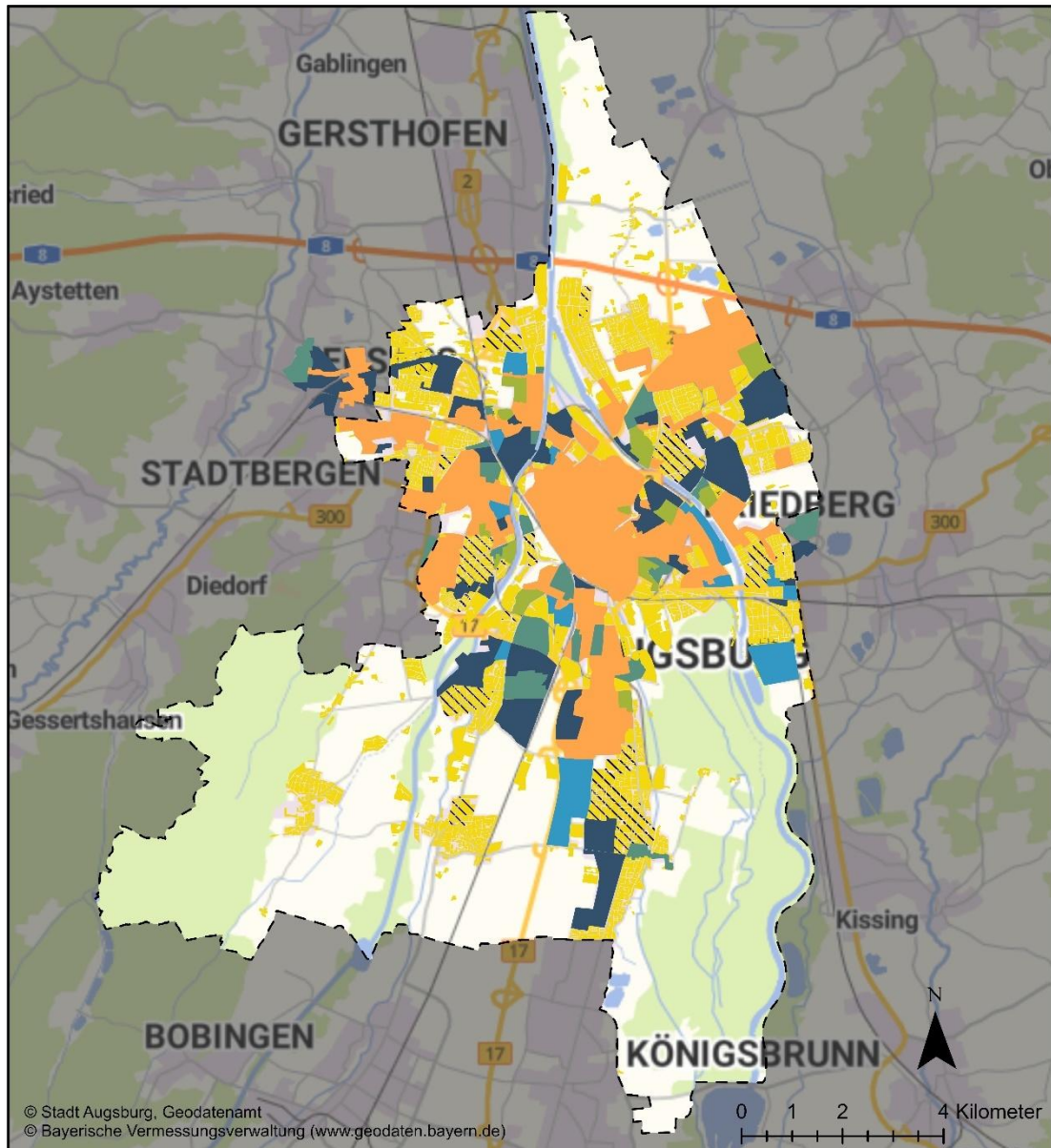
Dezentrale Eignungsgebiete

- Gebiet mit hoher Wärmeliniendichte (Dichte >4.000 kWh/ma im Trend-Szenario)
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublock- und Versorgungsgebietsebene.

Abbildung 4-3: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 im Basisszenario



Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiet

- Kerngebiet
- Ausbaugebiet 2025/26
- Ausbaugebiet 2027/28
- Ausbaugebiet 2029/30
- Prüfgebiet

Klimaschutzszenario

Dezentrale Eignungsgebiete

- Gebiet mit hoher Wärmeliniendichte (Dichte 4.000 kWh/ma im Klimaschutzszenario)
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublock- und Versorgungsgebietebebene.

Abbildung 4-4: Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 im Klimaschutzszenario

4.3 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

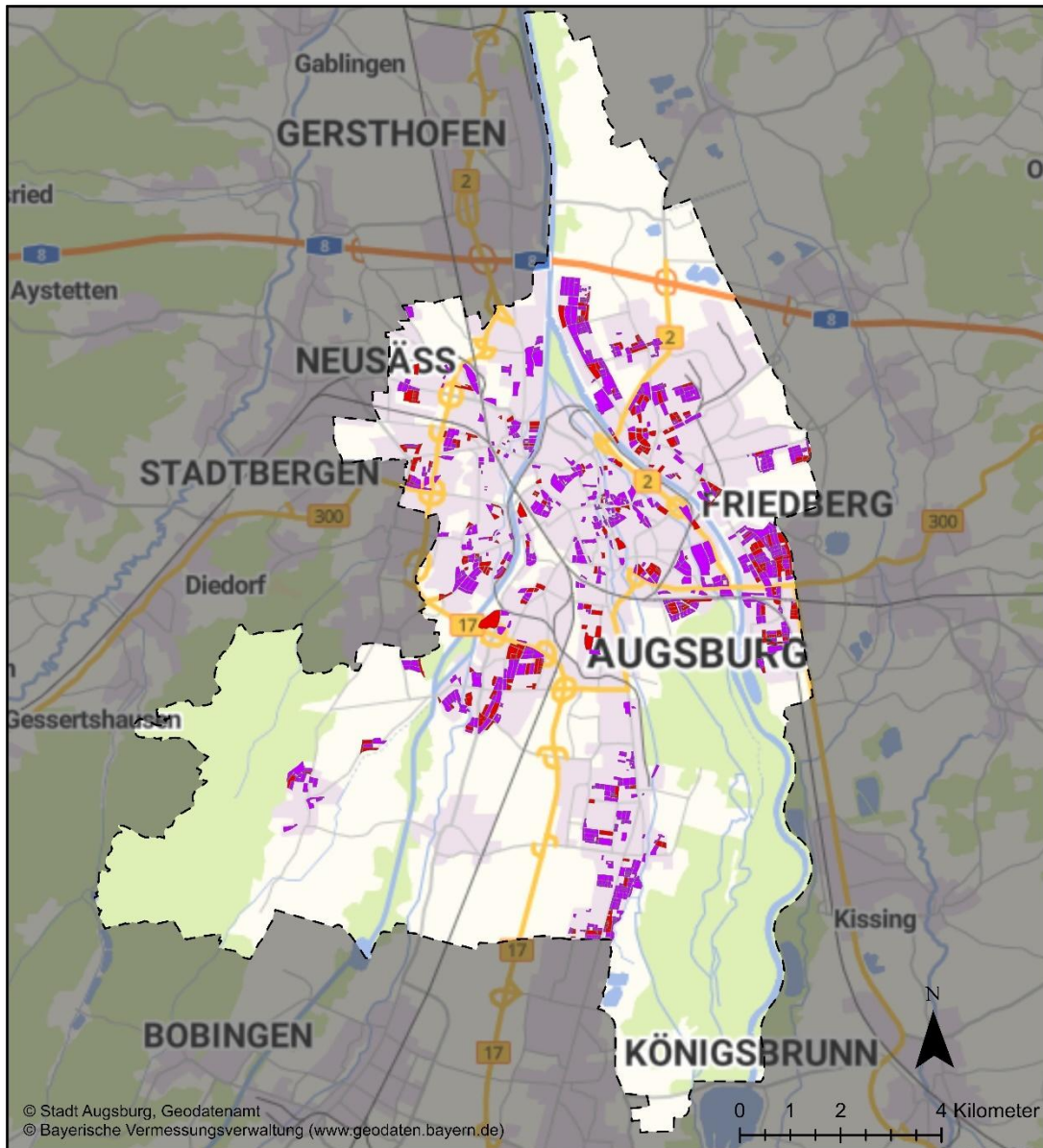
Die Ausweisung von Gebieten mit Energieeinsparpotenzial erfolgte auf Ebene von Baublöcken und beschränkt sich auf den Wohnsektor. Gründe dafür lassen sich unter anderem in den Unsicherheiten der anderen Sektoren bezüglich der tatsächlichen Nutzung der Gebäude finden:

- Handelt es sich um die Wäscherei oder die Gießerei beim Gebäude für Gewerbe und Industrie?
- Ist das Gebäude für Handel und Dienstleistungen eine Werkstatt oder ein Spielwarengeschäft?

Grundlage bildete der spezifische Wärmeverbrauch ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$), der für jeden Baublock aggregiert wurde. Berücksichtigt wurden ausschließlich Baublöcke, in denen mindestens 50 % der Gebäude dem Sektor Wohnen zugeordnet sind, um eine ausreichende Vergleichbarkeit und Relevanz im Hinblick auf wohnungsbezogene Effizienzmaßnahmen sicherzustellen.

Zudem wurden nur solche Baublöcke in die Analyse einbezogen, deren Gebäudestruktur überwiegend ein Baujahr vor 1979 aufweist und somit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurde. Diese Einschränkung dient dazu, gezielt Bestände mit erhöhtem energetischem Sanierungsbedarf zu identifizieren.

Die Kategorisierung erfolgte anhand definierter Schwellenwerte des spezifischen Wärmeverbrauchs, die im Projektverlauf mit der Stadt Augsburg abgestimmt worden sind: Baublöcke mit Werten über $200 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ wurden als Gebiete mit Energieeinsparpotenzial klassifiziert, während Baublöcke mit Werten über $250 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ als Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen wurden. Die Ausweisung der Gebiete ist in Abb. 4-4 dargestellt.



Potenzialanalyse

Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

- Teilgebiete mit Energieeinsparpotenzial
- Teilgebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial
- Stadtgrenze

Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial ausgewertet nach spezifischem Verbrauch (über 200 kWh/m² (rot); erhöht über 250 kWh/m² (lila)) und Baujahr (vor 1979)
Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

Abbildung 4-5: Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

4.4 Gebiete zur Versorgung durch grüne Gase

4.4.1 Wasserstoff

Die Identifikation von Gebieten mit potenzieller Wasserstoffversorgung erfolgte auf Grundlage der übergeordneten Infrastrukturplanung sowie der erwarteten zukünftigen Rolle von Wasserstoff im Energiesystem. Für den Raum Augsburg ist perspektivisch ein Anschluss an das überregionale Wasserstoffkernnetz vorgesehen. Zum Zeitpunkt der Analyse bestehen jedoch noch keine konkreten Festlegungen hinsichtlich der Verteilung oder der konkreten Abnehmerstruktur innerhalb des Stadtgebiets.

Wasserstoff wird langfristig eine wichtige Rolle in schwer elektrifizierbaren Sektoren wie Industrie, Luft- und Schifffahrt einnehmen. Für die Wärmeversorgung von Wohngebäuden ist jedoch nach aktuellem Stand nicht von einer relevanten Bedeutung auszugehen.

Zentrale Gründe hierfür sind:

- Hohe spezifische Kosten:

Grüner Wasserstoff weist derzeit und voraussichtlich auch mittelfristig deutlich höhere Kosten als alternative Wärmelösungen auf. Studien zeigen, dass die Preise für grünen Wasserstoff aktuell deutlich über fossilen Energieträgern liegen und auch langfristig allenfalls in die Nähe heutiger Erdgaspreise gelangen könnten (im Bereich von etwa 12 ct/kWh) (Bittner, Weymann, Altvater, & Döscher, 2026).

- Geringe Wirtschaftlichkeit im Gebäudebereich:

Analysen zeigen, dass wasserstoffbasierte Heizlösungen im Vergleich zu elektrischen Lösungen wie Wärmepumpen in Wohngebäuden in der Regel nicht kosteneffizient sind (DVGW, 2023).

- Begrenzte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff:

Der Markthochlauf von grünem Wasserstoff verläuft derzeit langsamer als geplant. Zudem wird Deutschland langfristig auf erhebliche Importe angewiesen sein (ca. 50–85 % des Bedarfs), wodurch die Verfügbarkeit zusätzlich eingeschränkt ist (THÜGA, 2024).

- Priorisierung anderer Sektoren:
- Aufgrund begrenzter Verfügbarkeit wird Wasserstoff vorrangig in Anwendungen eingesetzt, in denen keine effizienten Alternativen bestehen (z. B. Industrieprozesse). Für den Gebäudesektor stehen hingegen effizientere Technologien zur Verfügung (Bittner, Weymann, Altvater, & Döscher, 2026).

Aufgrund der dargestellten Unsicherheiten sowie der begrenzten Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird Wasserstoff in der kommunalen Wärmeplanung für Augsburg nicht als vorrangige Versorgungsoption für den Gebäudesektor berücksichtigt. Eine detaillierte räumliche Ausweisung von Wasserstoffversorgungsgebieten erfolgt daher in Abstimmung mit der swa nicht.

Die perspektivische Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur sollte jedoch weiterhin beobachtet werden, insbesondere im Hinblick auf industrielle Anwendungen und mögliche Synergien mit lokalen Netzstrukturen.

Vor diesem Hintergrund wurde in Rücksprache mit der swa auf eine flächenscharfe Ausweisung konkreter Wasserstoffversorgungsgebiete verzichtet. Stattdessen erfolgt eine qualitative Einordnung, die die bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich Infrastruktur-entwicklung, Nachfrage und regulatorischer Rahmenbedingungen berücksichtigt.

4.4.2 Biogas

Der Einsatz von Biogas kann grundsätzlich dazu beitragen, bestehende gasbasierte Wärmeversorgungssysteme weiterhin zu nutzen, da eine Einspeisung in das vorhandene Gasnetz technisch möglich ist (vgl. Kapitel 3.3.2). Allerdings ist davon auszugehen, dass der verstärkte Einsatz von Biogas zu steigenden Brennstoffkosten führen wird, da die verfügbaren Mengen begrenzt und entsprechend nachgefragt sind.

Auf dem Stadtgebiet Augsburg steht zudem bei Weitem nicht ausreichend Biogaspotenziale zur Verfügung (73,5 GWh/a ohne Abzug bereits in Nutzung befindlicher Potenziale; s. Tabelle 3-6), um eine flächendeckende Versorgung sicherzustellen (aktueller Erdgas-Bedarf ohne Fernwärmeerzeugung: 2.594 GWh/a). Ein erheblicher Anteil müsste daher extern zugekauft werden. Der Einsatz von Biogas stellt somit eher eine Übergangslösung dar, um bestehende Gasinfrastrukturen kurzfristig weiter nutzen zu können, jedoch keinen direkten Pfad zur vollständigen Treibhausgasneutralität. Unabhängig davon ist für die verbleibenden Gasnetze perspektivisch mit steigenden Netzentgelten zu rechnen, da im Zuge der Wärmewende davon auszugehen ist, dass große Teile des Stadtgebietes künftig auf strombasierte Lösungen oder Fernwärme umsteigen und sich dadurch die Fixkosten der Gasnetzinfrastuktur auf eine sinkende Anzahl an Anschlussnehmenden verteilen.

4.5 Energieträgerverteilung im Zieljahr

Die beiden dargestellten Szenarien („Basis“ und „Klimaschutz“) zeigen unterschiedliche Entwicklungspfade zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2040. Der wesentliche Unterschied zwischen den Szenarien liegt dabei nicht primär in der Struktur der Energieträger (die Wechselrate der Heizungsanlagen ist bedingt durch das Zieljahr 2040, die gleiche Nutzungsdauer der Heizsysteme von 20 Jahren und die Annahme, dass die Heizungen in der Regel nicht vor Ende ihrer Lebenszeit ausgewechselt werden, in beiden Szenarien gleich), sondern im Ausmaß der Reduktion des Wärmebedarfs durch ein unterschiedliches Sanierungsgeschehen.

Hervorzuheben ist, dass ein linearer Ausbau der Wärmenetzversorgung angenommen worden ist. Dies entspricht nicht zwingend der realisierbaren Praxis, spiegelt jedoch im Ergebnis die Ausbauziele der swa wider.

Bei der Prozesswärme wurde eine vollständige Elektrifizierung der Prozesse angenommen. Hier kann ggf. Wasserstoff und Biomethan eine Rolle spielen, dies ist im Einzelfall zu prüfen.

Die folgenden Grafiken zeigen die Anteile der Energieträger an der Deckung des Wärmebedarfs im Zeitverlauf für das Basis-Szenario und für das Klimaschutz-Szenario jeweils inkl. Prozesswärme (die dazugehörigen Werte können in Tabelle 4-6 und Tabelle 4-7 abgelesen werden):

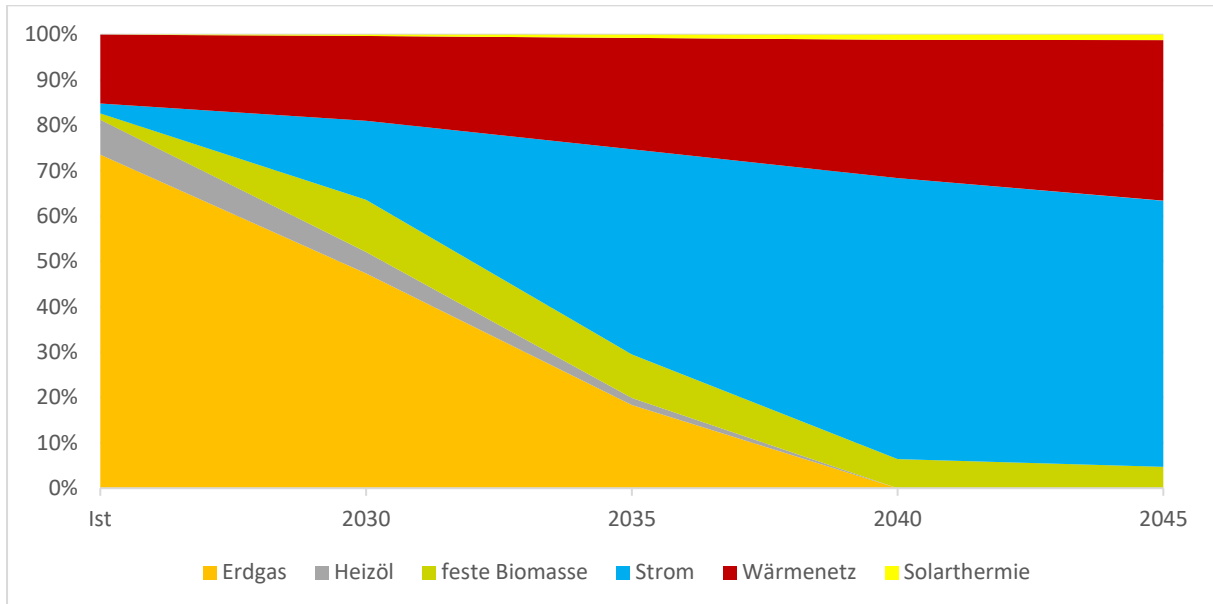


Abbildung 4-6: Darstellung der Entwicklung des Anteils der Energieträger am Wärmebedarf bis 2045 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)

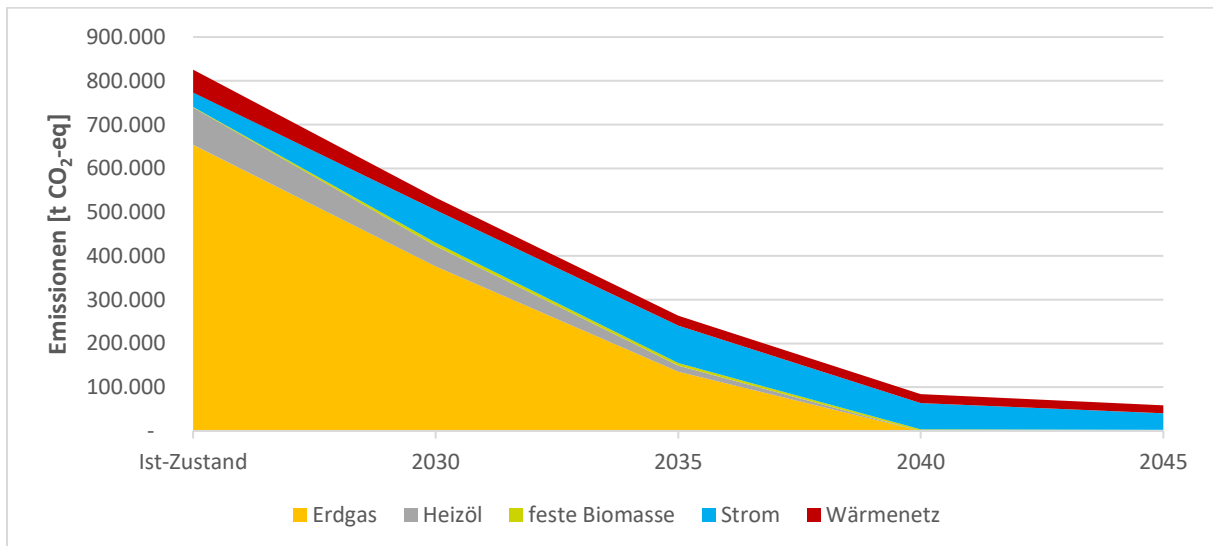


Abbildung 4-7: Darstellung der Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)

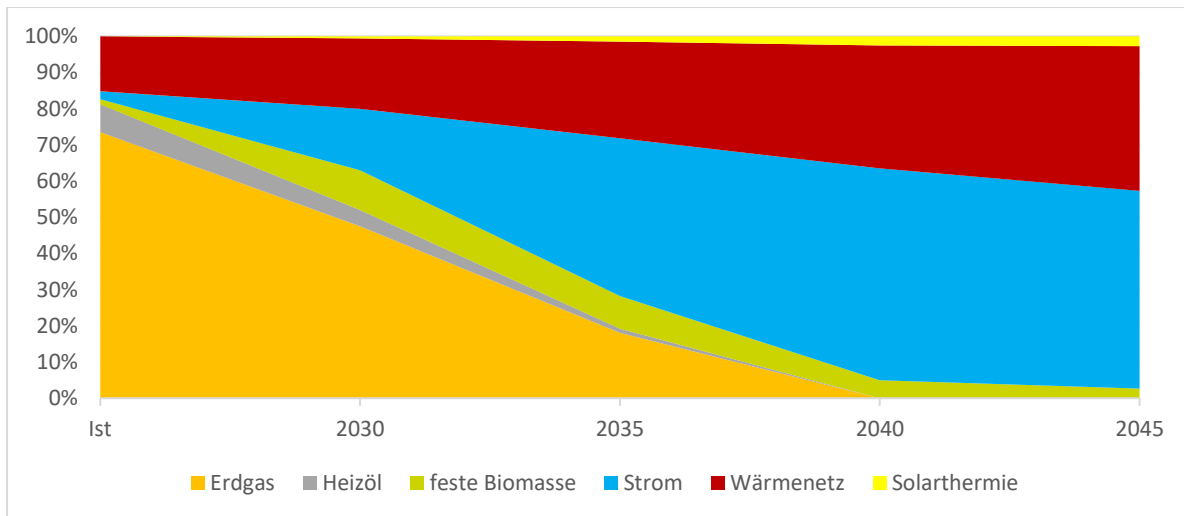


Abbildung 4-8: Darstellung der Entwicklung des Anteils der Energieträger am Wärmebedarf bis 2045 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)

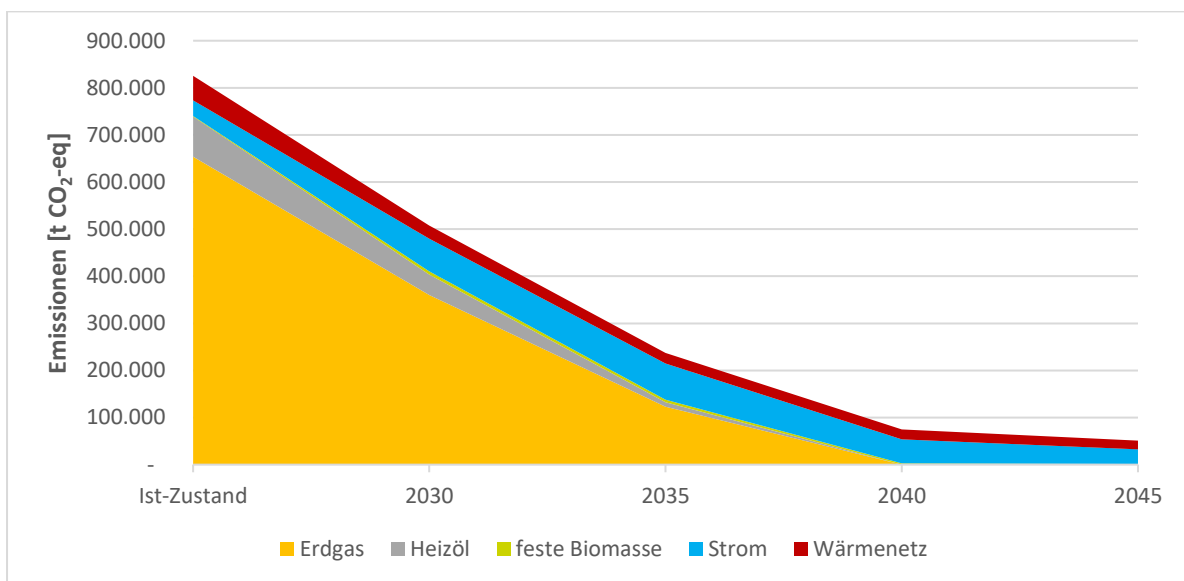


Abbildung 4-9: Darstellung der Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)

Die verbleibenden Emissionen bei Wärmenetzen und Strom resultieren aus den Vorketten der eingesetzten erneuerbaren Energieträger, insbesondere aus Herstellung, Transport und Infrastruktur (Wärmenetz rund 20 g CO₂-eq pro kWh und Strom 25 g/kWh).

Beim Übergang vom Ist-Zustand zu den anschließenden Szenarijahren ist eine methodische Unschärfe zu beachten: Während für den Ist-Zustand reale Daten ausgewertet werden konnten, wurden für die Projektionen der Szenarijahre modellhafte Vereinfachungen vorgenommen, insbesondere die Annahme einer einzigen Haupttechnologie pro Gebäudeeinheit (d.h. Zusatzheizungen oder „Wohlfühlöfen“ sind hier nicht berücksichtigt).

Tabelle 4-6: Wärmeverbrauch der Szenarien in absoluten Zahlen und pro Jahr in GWh

Wärme- verbrauch pro Jahr	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
	Basis-Szenario				Klimaschutz-Szenario			
Erdgas	1.492	536	0	0	1.430	487	0	0
Heizöl	149	44	0	0	138	31	0	0
feste Biomasse	363	281	173	121	329	244	123	61
Strom	550	1.321	1.673	1.512	511	1.179	1.438	1.246
Solar- thermie	9	20	31	31	18	40	62	62
Wärmenetz	590	718	823	912	585	721	833	912

Tabelle 4-7: Entwicklung der THG-Emissionen der Energieträger bis 2045 in Tonnen pro Jahr

Emissionen pro Jahr in Tonnen	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
	Basis-Szenario				Klimaschutz-Szenario			
Erdgas	376.065	135.148	-	-	360.345	122.772	-	-
Heizöl	46.609	13.753	-	-	43.166	9.829	-	-
feste Biomasse	7.613	5.900	3.629	2.543	6.917	5.121	2.576	1.278
Strom	74.516	85.945	59.838	37.798	69.215	76.696	51.426	31.158
Solar- thermie	-	-	-	-	-	-	-	-
Wärmenetz	28.306	22.820	20.745	18.238	28.097	22.921	20.993	18.240

Anmerkung: Für Prozesswärme wurde eine vollständige Elektrifizierung angenommen. Der Einsatz von Wasserstoff und Biomethan wäre im Einzelfall zu prüfen.

Gemeinsame strukturelle Entwicklung

In beiden Szenarien erfolgt bis 2040 ein vollständiger Ausstieg aus fossilen Energieträgern (Erdgas und Heizöl). Gleichzeitig verschiebt sich die Wärmeversorgung hin zu einem Mix aus:

- Wärmestrom (insbesondere Wärmepumpen, Anteil etwa 62 %)
- Wärmenetzen,
- sowie ergänzend Biomasse und Solarthermie.

Bei der Biomasse wurden bestehende Biomasseanlagen im Bestand belassen, da diese das Ziel der Klimaneutralität nach gesetzlichen Definitionen bereits erfüllen. Diese wurden ausschließlich bei einem angenommenen Wechsel zum Fernwärmenetz ausgetauscht. Da Biomasse über diese Annahmen hinaus selten der wirtschaftlichste Energieträger pro Gebäude war, nimmt die Anzahl an Biomasseanlagen in beiden Szenarien ab.

Auch die prozentuale Verteilung des Bedarfs an Energieträgern im Zieljahr 2040 ist in beiden Szenarien vergleichsweise ähnlich:

- Im Basisszenario dominiert Wärmestrom mit **62 % (wobei die Luftwärmepumpe für 82 % dieser Gebäude die wirtschaftlichste Lösung darstellt, die oberflächennahe Geothermie für 18 %)**, gefolgt von Wärmenetzen (**31 %**), Biomasse (**6 %**) und Solarthermie (**1 %**).

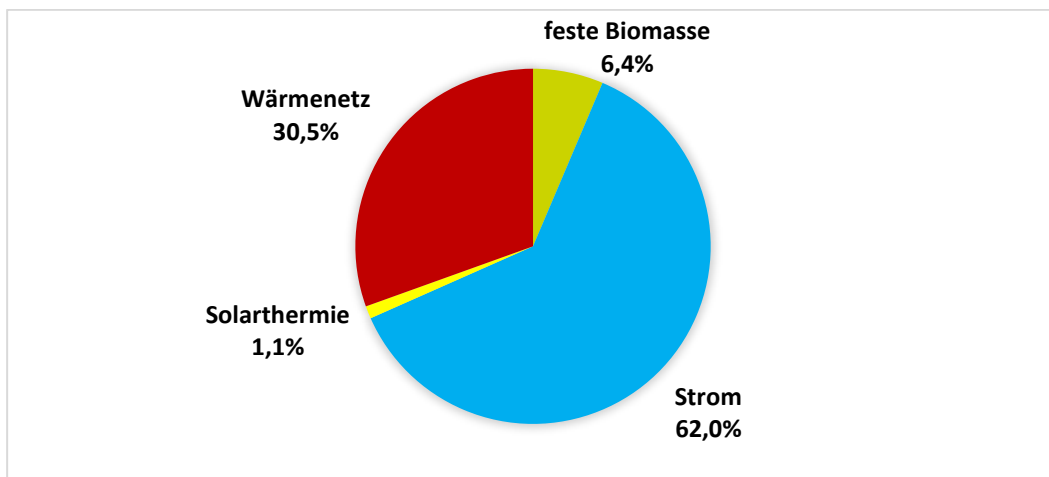


Abbildung 4-10: Energieträgerverteilung 2040 im Basis-Szenario (inkl. Prozesswärme)

- Im Klimaschutzszenario ergibt sich eine ähnliche Struktur mit **59 % Wärmestrom, 34 % Wärmenetzen, 5 % Biomasse und 3 % Solarthermie**.

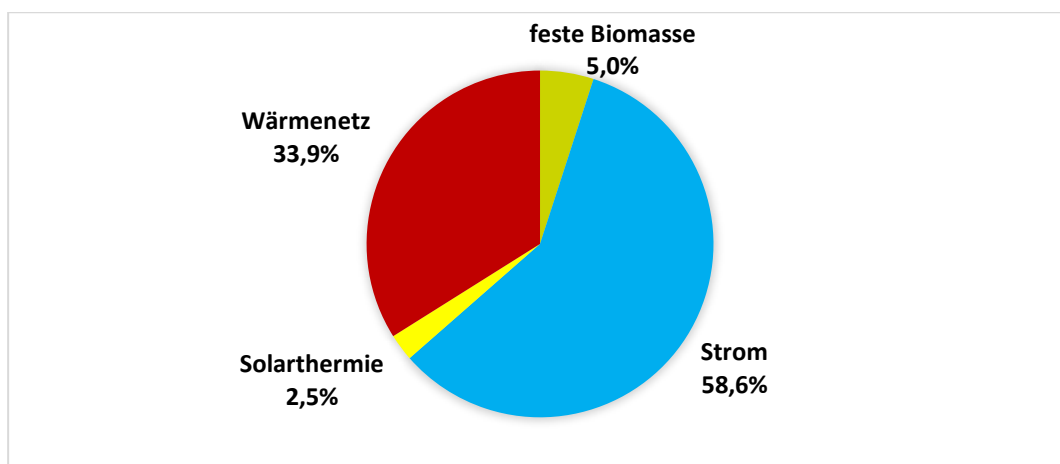


Abbildung 4-11: Energieträgerverteilung 2040 im Klimaschutz-Szenario (inkl. Prozesswärme)

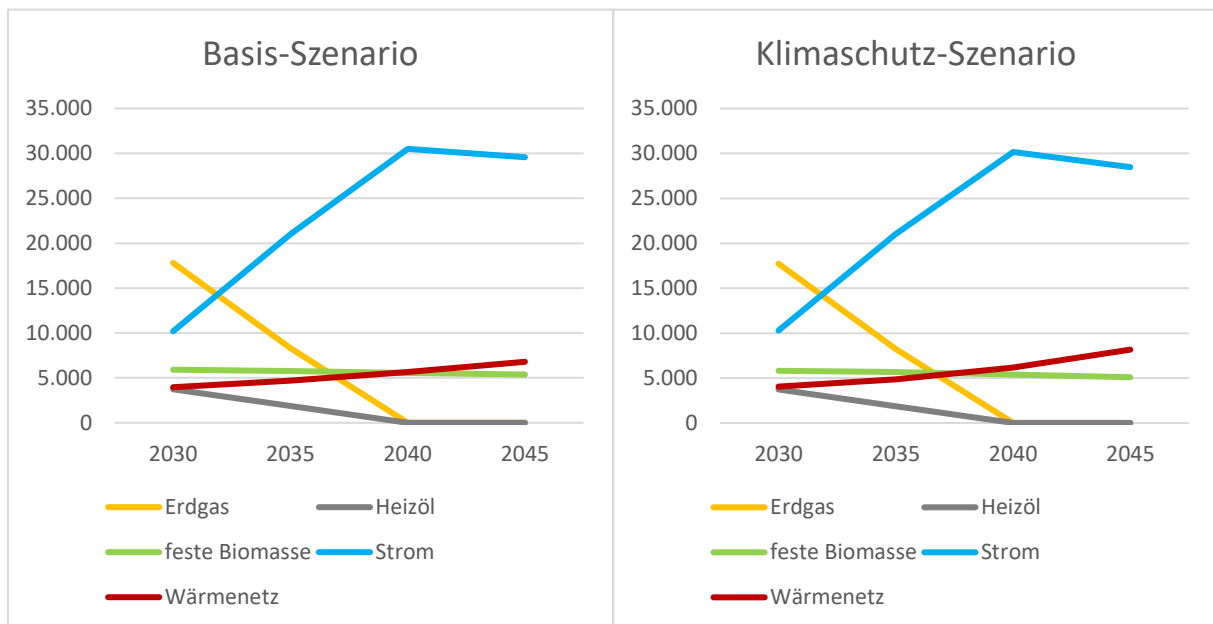


Abbildung 4-12: Anzahl der Energieträger als Hauptenergieträger in den Gebäuden im Basis-Szenario (links) und Klimaschutzszenario (rechts), jeweils inkl. Prozesswärme

Der Vergleich der Entwicklung der Hauptenergieträger in der Modellierung zeigt eine ähnliche Entwicklung. Durch die Zielsetzung einer klimaneutralen Erzeugerstruktur bis 2040 werden in der Modellierung teilweise strombasierte Einzelanlagen durch Wärmenetzanschlüsse ersetzt. In der Praxis ist davon auszugehen, dass vor einem absehbaren Anschluss an ein Wärmenetz in der Regel kein vollständiger Austausch der bestehenden Heizungsanlage mehr erfolgt, da diese nur für einen kurzen Übergangszeitraum genutzt werden würde. In Einzelfällen, etwa bei einem Defekt oder altersbedingten Ausfall, kann jedoch dennoch ein Austausch erforderlich werden. Da bei der Ausbauplanung der Wärmenetze von einer festen Zielwärmemenge ausgegangen wurde, können im Klimaschutzszenario aufgrund des geringeren Wärmebedarfs mehr Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden.

Diese Unterschiede sind vorhanden, aber nicht der entscheidende Hebel zwischen den Szenarien.

Zentraler Unterschied: Entwicklung des Wärmebedarfs

Der maßgebliche Unterschied liegt im absoluten Energiebedarf:

- Im Basisszenario sinkt der Wärmebedarf bis 2040 vergleichsweise moderat. Effizienzmaßnahmen und Sanierungen erfolgen hier eher im bisherigen Tempo. Das Basisszenario setzt damit stärker auf den Austausch von Technologien
- Das Klimaschutzszenario kombiniert die Transformation der Energieträger mit einer ambitionierteren Senkung des Wärmebedarfs, insbesondere:
 - eine höhere Sanierungsrate im Gebäudebestand,
 - tiefere energetische Sanierungen

Einordnung der Energieträger vor diesem Hintergrund

Die leicht höhere Bedeutung der Wärmenetze und der Solarthermie im Klimaschutzszenario ist vor allem als systemische Optimierung innerhalb eines insgesamt kleineren Energiemarktes zu verstehen. Gleichzeitig bleibt Wärmestrom in beiden Szenarien die tragende Säule.

Entscheidend ist jedoch:

Durch den geringeren Gesamtbedarf im Klimaschutzszenario müssen alle Energieträger absolut weniger Energie bereitstellen, was:

- den Ausbau von Infrastrukturen erleichtert,
- den Bedarf an erneuerbaren Erzeugungskapazitäten reduziert,
- und die Zielerreichung insgesamt robuster und kosteneffizienter macht.
- bei moderater Senkung des Wärmebedarfs.

Damit wird deutlich:

- Neben der Umstellung der Energieversorgung ist die Reduktion des Wärmebedarfs ein weiterer Hebel für eine erfolgreiche, nachhaltige und wirtschaftliche Wärmewende in Augsburg.
- Basis- und Klimaschutzszenario stellen zwei unterschiedliche Zielpfade dar, die sich vor allem über die Höhe des zukünftigen Wärmebedarfs unterscheiden, während die technologischen Optionen weitgehend identisch bleiben.

Der Wärmebedarf ist somit die zentrale Systemgröße, da er:

- die erforderlichen Infrastrukturen dimensioniert,
- die benötigten erneuerbaren Potenziale bestimmt,
- und die Transformationsgeschwindigkeit maßgeblich beeinflusst.

Die vorliegenden Grafiken zeigen:

- **Basisszenario:**
Moderater Rückgang des Wärmebedarfs → größere verbleibende Wärmemenge muss klimaneutral bereitgestellt werden.
- **Klimaschutzszenario:**
Stärkere Reduktion des Wärmebedarfs → insgesamt kleineres Versorgungssystem.

Damit verschiebt sich die Fragestellung von „Welche Technologien werden eingesetzt?“ hin zu „Wie groß muss das zukünftige Energiesystem überhaupt sein?“

Obwohl die prozentuale Energieträgerverteilung im Jahr 2040 ähnlich ist, ergeben sich unterschiedliche Systemanforderungen:

Elektrifizierung (Wärmestrom)

- In beiden Szenarien dominiert Wärmestrom (rd. 60 %).
- Im Klimaschutzszenario muss jedoch absolut weniger Strom für Wärme bereitgestellt werden.

Das bedeutet:

- geringerer Ausbaubedarf für Stromnetze,
- reduzierte Anforderungen an erneuerbare Stromerzeugung,
- geringere Lastspitzen.

Wärmenetze

- Leicht höherer Anteil im Klimaschutzszenario (34 % vs. 31 %).
- Gleichzeitig geringerer absoluter Wärmebedarf.

Das bedeutet:

- Wärmenetze werden im Klimaschutzszenario gezielter und effizienter eingesetzt (z. B. in dichten Quartieren mit hoher Wärmedichte),
- während im Basisszenario größere Wärmemengen transportiert werden müssen.

Biomasse und Solarthermie

- Biomasse leicht reduziert im Klimaschutzszenario; eine weitergehende Verringerung
- Solarthermie stärker ausgeprägt

Systemisch bedeutet das:

- Im Klimaschutzszenario erfolgt eine qualitativ hochwertigere Nutzung erneuerbarer Quellen innerhalb eines kleineren Systems.

Infrastrukturelle und wirtschaftliche Implikationen: Skalierungswirkung des Wärmebedarfs

Basisszenario:

- höherer Restwärmebedarf
- größerer Ausbaubedarf bei:
 - Wärmepumpen
 - Stromnetzen
 - Wärmenetzen
- höhere Systemkosten und Flächenbedarfe

Klimaschutzszenario:

- geringerer Wärmebedarf
- dadurch:
 - kleinere Dimensionierung der Infrastruktur,
 - geringere Investitionsbedarfe,
 - höhere Resilienz gegenüber Unsicherheiten (z. B. Energiepreise, Verfügbarkeit von Ressourcen)

Ein zentrales Ergebnis, das sich aus dem Vergleich der beiden Szenarien ableiten lässt:

Die Reduktion des Wärmebedarfs ist der wirksamste Hebel zur Systementlastung.

Im Klimaschutzszenario wird diese Logik konsequent umgesetzt und ermöglicht ein kleineres, effizienteres und langfristig robusteres System.

- zuerst Reduktion des Bedarfs (Sanierung, Effizienz),
- dann Umstellung der verbleibenden Versorgung.

Im Basisszenario erfolgt stärker eine:

Transformation der Erzeugung bei gleichzeitig höherem Restbedarf und führt zu einem technologisch vergleichbaren, aber größer dimensionierten Energiesystem

Im Sinne einer strategischen Wärmeplanung ergibt sich daraus eine klare Prioritätensetzung:

1. Ambitionierte Reduktion des Wärmebedarfs (Sanierung, Effizienz)
2. Parallel: Transformation der Versorgungsstruktur (Wärmepumpen + Wärmenetze sowie Dekarbonisierung des Wärmenetzes)
3. Optimierte Integration erneuerbarer Quellen

Die Gegenüberstellung der Szenarien verdeutlicht, dass die Wärmewende nicht allein eine Frage der Technologie ist, sondern auch durch die Entwicklung des Wärmebedarfs bzw. der Nachfrage bestimmt wird.

Das Klimaschutzszenario zeigt, dass durch eine konsequente Reduktion des Wärmebedarfs:

- die technische Transformation erleichtert,

- der Infrastrukturbedarf reduziert,
- und die Gesamtwirtschaftlichkeit verbessert werden kann.

Damit bestätigt sich eine zentrale Erwartung an die kommunale Wärmeplanung: Die Transformation gelingt am effizientesten, wenn Wärmebedarfsreduktion und Dekarbonisierung der Versorgung konsequent zusammen gedacht werden.

Tabelle 4-8: Jährlicher Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern für die Stützjahre im Basis- und Klimaschutzszenario in GWh/a.

	Stützjahr	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045	
Wohngebäude	Energieträger	Basisszenario				Klimaschutzszenario				
	Erdgas	718	259	0	0	674	221	0	0	
	Heizöl	110	38	0	0	100	28	0	0	
	feste Biomasse	233	177	110	76	208	146	72	28	
	Strom	320	676	847	722	290	582	664	512	
	Solarthermie	5	11	17	17	10	22	34	34	
	Wärmenetz	229	309	379	435	223	307	380	418	
	Summe	1615	1470	1353	1250	1505	1306	1150	992	
	Gewerbe und Industrie	Erdgas	635	227	0	0	633	222	0	0
		Heizöl	31	5	0	0	31	3	0	0
feste Biomasse		67	59	35	25	66	58	29	18	
Strom		208	568	744	726	208	566	738	718	
Solarthermie		3	6	9	9	5	12	19	19	
Wärmenetz		182	217	246	273	184	225	258	288	
Summe		1126	1082	1034	1033	1127	1086	1044	1043	
Handel und Dienstleistungen		Erdgas	78	32	0	0	69	29	0	0
	Heizöl	6	1	0	0	6	0	0	0	
	feste Biomasse	15	11	4	0	14	8	1	0	
	Strom	23	53	76	63	22	47	64	50	
	Solarthermie	1	1	2	2	1	2	4	4	
	Wärmenetz	48	53	57	61	48	52	56	63	
	Summe	171	151	139	126	160	138	125	117	

Fortsetzung auf nächster Seite

Öffentliche Gebäude									
	Erdgas	62	18	0	0	54	15	0	0
	Heizöl	2	0	0	0	1	0	0	0
	feste Biomasse	48	34	24	20	41	31	21	15
	Strom	9	31	37	31	9	23	33	28
	Solarthermie	1	2	3	3	2	3	5	5
	Wärmenetz	130	139	141	143	131	136	139	143
	Summe	252	224	205	197	238	208	198	191
Gesamtsumme		3.164	2927	2731	2606	3030	2738	2517	2343

Anmerkung: Für Prozesswärme wurde eine vollständige Elektrifizierung angenommen. Der Einsatz von Wasserstoff und Biomethan wäre im Einzelfall zu prüfen.

4.6 Berücksichtigung von Baupotenzialflächen in der Wärmeplanung

Die mögliche Siedlungsentwicklung der kommenden etwa 15 Jahre wurde anhand von Baupotenzialflächen abgeschätzt, die durch das Stadtplanungsamt zur Verfügung gestellt wurden. Die Aussagekraft dieser Informationen unterscheidet sich im Hinblick auf Zeitrahmen, Bebauungsdichte und Realisierungschancen je nach Flächentyp, Nutzungsart und Planungs-/Entwicklungsstandes deutlich. Für eine erste Abschätzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde angenommen, dass alle im Zeitraum bis 2040 aufgeführten Potenzialflächen genutzt werden. Abrisse von Gebäuden wurden nicht berücksichtigt, auch vor dem Hintergrund anzunehmender Schließung entstehender Baulücken.

4.6.1 Abschätzung des Wärmebedarfs

Aus dem Potenzial von rund 15.660 Wohneinheiten in den kommenden 15 Jahren, der aus dem ENP Wärme übernommenen Annahme von im Durchschnitt 8,5 Wohneinheiten je neu errichtetem Gebäude und zusätzlichen Nichtwohngebäuden (angesetzter Anteil: 15 %) ergibt sich ein Zuwachs von 115 Wohngebäuden und 20 Nichtwohngebäuden pro Jahr. Das entspricht einer jährlichen Zunahme von 0,3 % pro Jahr, in Summe etwa 2.170 Gebäude bzw. 5 % Anteil des Bestands.

Für eine grobe Einordnung des Wärmebedarfs, der aus dem Ausschöpfen der Bauflächenpotenziale resultieren kann, wurden folgende Annahmen getroffen:

- Flächen der Nutzungsart „Wohnen“:
beheizte Fläche je Wohneinheit: 100 qm
energetischer Standard: Effizienzhaus 40, entsprechend 32,4 kWh je qm und Jahr
- Flächen anderer Nutzungsarten:
pauschale Wärmebedarfsdichte von 500 MWh je Hektar und Jahr, orientiert an den seit dem Jahr 2000 errichteten Baublöcken zur Nutzung durch Gewerbe/Industrie

Der Jahreswärmebedarf steigt in diesem Szenario bis 2040 um 51 GWh (Wohnraum) und um 168 GWh durch andere Nutzungen auf rd. 4.100 GWh, ein Zuwachs von rd. 7 % gegenüber dem Bezugsjahr 2024.

4.6.2 Berücksichtigung zur Anschlussperspektive an Wärmenetze

Die Berücksichtigung von Neubauf Flächen in bestehende oder künftige Wärmenetze ist differenziert zu bewerten. Neubauten erfüllen meist hohe energetische Standards, wodurch ihr spezifischer Wärmebedarf vergleichsweise gering ist. Aus wirtschaftlicher und systemischer Perspektive sind Neubaugebiete daher häufig keine prioritären Objekte für den Anschluss an ein Fernwärmenetz auf hohem Temperaturniveau. Auch die Stadtwerke legen den Schwerpunkt daher auf den Anschluss des Gebäudebestands, der baualterstypisch oftmals deutlich ungünstigere Voraussetzungen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung durch dezentrale Lösungen hat.

Eine gesonderte Betrachtung erfordern Baulückenschließungen, Nachverdichtungen, Umnutzungen und einzelne Bauplätze. Hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob der Anschluss an ein

vorhandenes Wärmenetz technisch und wirtschaftlich sinnvoll realisierbar ist. Maßgeblich sind hier insbesondere die Lage zum Bestandsnetz, die Anschlussdichte sowie die zu erwartende Wärmenachfrage.

Da Trassenverläufe für Wärmenetze nicht Bestandteil der Baupotenzialdaten sind und damit die Abschätzung von Wärmelinienichten entlang von Leitungen nicht sinnvoll möglich ist, wurde auf die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte als Eignungskriterium zurückgegriffen.

Tabelle 4-9: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020)

Wärmedichteklasse (MWh/ha*a)	Beschreibung	Eignung für Wärmenetze
< 70	Sehr geringe Dichte (Einzellagen, Streusiedlungen)	Kein technisches Potenzial
70–175	Geringe Dichte (überwiegend EFH, Randlagen)	Wärmenetze in Neubaugebieten empfohlen (z. B. kalte Netze)
175–415	Mittlere Dichte (Bestandssiedlungen, Mischgebiete)	Empfohlen für Niedertemperatur-Wärmenetze im Gebäudebestand
415–1.050	Hohe Dichte (geschlossene Wohnquartiere, Ortskerne)	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Dichte (Gewerbe, verdichtete Quartiere)	Sehr hohe Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen

Nahezu alle Baupotenzialflächen kommen demnach für einen wirtschaftlich darstellbaren Anschluss an ein Wärmenetz grundsätzlich in Frage. Anhand der bereits möglichen Abschätzungen ist für mehr als die Hälfte der Baupotenzialfläche der Anschluss an ein Wärmenetz eine realistische Option (zur Versorgung des geplanten Stadtteils Haunstetten Südwest lagen allerdings noch keine ausreichenden Informationen vor; die Energieversorgung wird im Zuge der Rahmenplanung thematisiert).

5 Maßnahmen und Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie konkretisiert die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) entwickelten Ergebnisse aus:

- Bestandsanalyse (§ 15 WPG)
- Potenzialanalyse (§ 16 WPG)
- Zielszenario (§ 17 WPG)
- Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete (§ 18/19 WPG)

Ziel ist es, einen **umsetzungsorientierten Maßnahmenkatalog** zu definieren, der:

- die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung ermöglicht,
- die Priorisierung von Investitionen unterstützt,
- die Beteiligung relevanter Akteure sicherstellt,
- und eine kontinuierliche Fortschreibung gemäß § 25 WPG erlaubt.

Ziel ist es, aus fachlicher Sicht einen umsetzungsorientierten Maßnahmenkatalog zu definieren, der insbesondere die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung ermöglicht; die Zusammenstellung erfolgte unabhängig davon, ob mit der Umsetzung einzelner Maßnahmen oder Maßnahmenbausteine bereits begonnen wurde.

Die identifizierten Maßnahmen wurden systematisch gebündelt und in thematische Cluster überführt. Diese Clusterung ermöglicht eine strukturierte Zuordnung zu einzelnen Handlungsfeldern und erleichtert sowohl die Priorisierung als auch die spätere Umsetzung. Gleichzeitig schafft sie Transparenz hinsichtlich der inhaltlichen Schwerpunkte und unterstützt die zielgerichtete Weiterentwicklung der Maßnahmen.

Die Zuständigkeit für die Konkretisierung der Maßnahmen (z.B. hinsichtlich Priorisierungen, Zeitplanung, Zuständigkeiten Finanzierung und Machbarkeit), die weitere Planung sowie Koordination und Umsetzung der Maßnahmen wird dabei grundsätzlich bei der Stadt Augsburg im Zusammenspiel mit den swa gesehen, wozu auch das Einbinden externer Akteure zählen kann. Stadtverwaltung und swa nehmen damit eine zentrale Rolle bei der Steuerung des Transformationsprozesses der Wärmeversorgung ein.

Die Maßnahmen sind in folgende sieben Cluster gegliedert:

1. Wärmewende-Koordinierungsstelle
2. Modernisierungsoffensive
3. Umsetzungsbeschleuniger
4. Wärmenetze als Quartierslösungen
5. Abwärmequellen und erneuerbare Energien nutzbar machen
6. Zukunft des Gas- und Stromnetzes
7. Optimierung Fernwärme

Legende Kostenklasse

Kostenklasse	Investitionsvolumen (grobe Orientierung)	Typische Maßnahmen
Sehr niedrig	< 50.000 €	Konzepte, Studien, Kampagnen, Informationsangebote
Niedrig	50.000 – 250.000 €	Personalstellen, Wärmeplanung, Monitoring, Beratungsangebote, kleinere Pilotprojekte
Mittel	250.000 – 2 Mio. €	Quartierskonzepte, Energiezentralen kleinerer Größe, Machbarkeitsstudien mit Pilotumsetzung
Hoch	2 – 20 Mio. €	Wärmenetzausbau, größere Energieerzeugungsanlagen, Infrastrukturmaßnahmen
Sehr hoch	> 20 Mio. €	Großprojekte der Wärmeversorgung, umfangreicher Fernwärmeausbau, Geothermie- oder Großwärmepumpenprojekte

Hinweis: Die Einordnung dient ausschließlich der überschlägigen Priorisierung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung und ersetzt keine projektbezogene Kostenberechnung.

Cluster 1 – Wärmewende-Koordinierungsstelle

1-1 | Umsetzungsbüro

Ziel	Sicherstellung der WPG-konformen Umsetzung, Fortschreibung Beteiligung.
Kurzbeschreibung	Aufbau einer dauerhaften Organisationsstruktur inklusive Datenpflege in einem digitalen Zwilling, Akteursbeteiligung, Monitoring und zentraler Kommunikation zur kommunalen Wärmewende.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Sehr hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis mittel (Personal- und IT-Kosten).
Finanzierung	Kommunalhaushalt, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Verwaltungskapazitäten, mangelnde Datenqualität durch lediglich statistisch oder aggregiert verfügbare Daten.
Erfolgsindikatoren	Jährlicher Monitoringbericht, aktualisierter Wärmeatlas, dokumentierte Beteiligungsformate.
Zielbild	Von der Planung in die Umsetzung kommen: klare Zuständigkeiten, kontinuierliche Datenpflege, jährliches Controlling sowie eine zentrale Anlaufstelle für alle Akteure.

WPG-Bezug	KPIs
Die Beteiligung und Einbindung relevanter Akteure ist zentral, insbesondere Öffentlichkeit und swa. Zudem unterstützt die Maßnahme die Veröffentlichung sowie die Fortschreibungsfähigkeit des Wärmeplans.	Datenaktualität (Anteil Datensätze unter 12 Monate alt), Anzahl Beratungen und Quartiersveranstaltungen, Umsetzungsquote priorisierter Projekte.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtung einer Stabsstelle oder Projektgruppe mit etwa 0,5–2 VZÄ sowie eines Lenkungskreises mit städtischen Dienststellen, swa und ggf. weiteren Stakeholdern. • Aufbau eines GIS-basierten Wärmeatlas/digitalen Zwillings als fortschreibbares Arbeits- und Monitoring-Instrument mit jährlichem Datenupdate-Prozess, ein- bis zweijährigem Maßnahmen-Monitoring und fünfjähriger Bilanzierung gemäß WPG. • Definition von Zwischenzielen als Grundlage für zeitnahes Nachsteuern in Konzeption und Umsetzung • Standardisierte Stakeholder-Workshops je Teilgebiet, Online-Konsultation und Rückmelde-Tracking, um Teilhabe zu ermöglichen und Antworten auf Fragen der Wärmewende im zeitlichen Verlauf zu liefern. • Wärmeplan-Webseite mit Karten, FAQs, Beratungsangeboten, Anschlussoptionen und Förderhinweisen sowie regelmäßige Informationsveranstaltungen. • Koordinierende Stelle Tiefbaumaßnahmen (s. Kernbaustein in Maßnahme 3-3)

1-2 | Bürgerbeteiligungs- und Akzeptanzstrategie

Ziel	Akzeptanz fördern.
Kurzbeschreibung	Die kommunale Wärmeplanung wird durch verschiedene Beteiligungsformate den Bürger*innen greifbar gemacht. Dadurch wird die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung gefördert.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis mittel.
Finanzierung	Kommunale Haushaltsmittel, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Geringe Beteiligung, Fehlinformation, Verwaltungskapazitäten.
Erfolgsindikatoren	Tracking der Teilnehmerzahlen und konkreten Rückfragen, reduzierte Einwendungen.
Zielbild	Eine hohe Anschluss- und Umstellungsbereitschaft bei Bürgerinnen und Eigentümerinnen unterstützt die Umsetzung der Wärmewende.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stärkt Beteiligung, Transparenz und Akzeptanz im Wärmeplanprozess sowie in der Umsetzung.	Beteiligungsquote, Anzahl Einwendungen.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Informationskampagnen. • Wärmewende-Infotage. • Beteiligungsmodelle wie Bürgerenergiegenossenschaften durch Best Practice Veranstaltungen vermitteln: „Wie wird es in der Praxis gemacht?“. • Transparente Kommunikation zu Kosten, Nutzen und Umsetzungswegen.

1-3 | Monitoring-Dashboard

Ziel	Transparente Fortschreibung des Wärmeplans.
Kurzbeschreibung	Über eine regelmäßig zu aktualisierende Dashboard-Anzeige werden Kernelemente der Wärmewende aufgezeigt und fortlaufend dokumentiert.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis mittel.
Finanzierung	Kommunale Haushaltsmittel, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Datenverfügbarkeit, Pflegeaufwand.
Erfolgsindikatoren	Datenaktualität und nachvollziehbarer Zielerreichungsgrad.
Zielbild	Die Fortschreibung des Wärmeplans erfolgt transparent, datenbasiert und kontinuierlich nachvollziehbar.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stellt die Fortschreibungsfähigkeit, das Monitoring und die Transparenz der kommunalen Wärmeplanung sicher.	Datenaktualität, Zielerreichungsgrad in Prozent.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Digitales Wärmewende-Dashboard einschl. CO₂-Tracking. • Projektstatus-Reporting. • Jährlicher Fortschrittsbericht.

1-4 | Digitaler Zwilling

Ziel	Verbesserung von Transparenz, Entscheidungsgrundlagen und Umsetzungsdynamik der Wärmewende durch digitale, adressscharfe Information und Planung.
Kurzbeschreibung	Aufbau eines digitalen Zwillings der kommunalen Wärmeplanung zur dynamischen Abbildung von Planungsdaten sowie Entwicklung eines öffentlichen, datenschutzkonform nutzbaren Eigentümerportals zur niedrigschwelligen Erstberatung inkl. Fortschreibungsoption.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis mittel.
Finanzierung	Kommunale Haushaltsmittel, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Begrenzte Datenverfügbarkeit, fehlende Schnittstelle zu weiteren Daten (Bauleitplanung, Flächennutzungsplanung), Planungs- und Pflegeaufwand.
Erfolgsindikatoren	Anzahl adressbezogener Abfragen im Portal, Weiterleitungen zur Energieberatung, Nutzerzufriedenheit, Aktualität der Datengrundlage.
Zielbild	Die transparente Darstellung der kommunalen Wärmeplanung schärft die Ergebnisse und übersetzt sie in konkrete, verständliche Handlungsoptionen für Eigentümer*innen.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stärkt die Fortschreibungsfähigkeit, Transparenz und Umsetzungsorientierung der kommunalen Wärmeplanung.	Datenaktualität, Zielerreichungsgrad, Nutzerzahlen, Anzahl der Nutzer, die den Datensatz ihres Gebäudes für weitere Beratung nutzen.

Kernbausteine

- Aufbau eines GIS-basierten digitalen Zwillings der Wärmeplanung.
- Entwicklung eines adressbasierten Eigentümerportals, um gebäudebezogene Ergebnisse und Optionen zu konkretisieren und so Entscheidungen (z.B. für Sanierungsmaßnahmen) abzuleiten.
- Darstellung von Versorgungsoptionen, Zeitperspektiven und Maßnahmenpfaden.
- Verknüpfung mit Energieberatung und Förderinformationen.
- Pilotierung in ausgewählten Quartieren und anschließender Rollout.
- Etablierung von Update-, Monitoring- und Governance-Strukturen.

Cluster 2 – Modernisierungsoffensive

2-1 | Sanierungs- und Effizienzoffensive

Ziel	Senkung des Wärmebedarfs als Basis der Wärmeplanung.
Kurzbeschreibung	Getreu dem Motto „Energieeffizienz an erster Stelle“ wird durch eine systematische Sanierungskampagne die Energieeffizienz vorangetrieben.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Sehr hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Investitionskosten, komplexe Förderlandschaft, Mittelbereitstellung zum Abruf von Fördermitteln notwendig.
Erfolgsindikatoren	Steigende Sanierungsquote, sinkender Endenergiebedarf.
Zielbild	Die Reduktion des Wärmebedarfs schafft die Grundlage für nachhaltige, effiziente Wärmeversorgungs-lösungen.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stärkt die Realisierbarkeit der Wärmeplanung, indem Wärmeeinsparpotenziale genutzt und optimierte Versorgungslösungen ermöglicht werden.	Sanierungsquote in Prozent, Endenergiebedarf in kWh/m ² .

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Quartiersweise Sanierungskampagnen, auch mit Angeboten zum seriellen und/oder gemeinschaftlichen Sanieren • Nutzung der bestehenden Kooperation mit der Verbraucherzentrale Bayern e.V. und Netzwerkbildung mit Energieberatern. • Förderlotsen-System, insbesondere mit Bezug zu individuellen Sanierungsfahrplänen (iSFP). • Sozialkomponente mit Förderlotsen- und Darlehensberatung für einkommensschwächere Haushalte (siehe auch Finanzierungsinstrumente in Maßnahme 3-1). • Konzeption und Verbreitung eines Tool-Kits zur Optimierung von Bestandsanlagen (z.B. Heizkurve, Vor-/Rücklauf-temperatur, energiesparendes Nutzerverhalten), mit Augenmerk auf die Vermeidung von Lock-in-Effekten

2-2 | Dezentrale Wärmewende: Wärmepumpen als dezentrale Standardlösung

Ziel	Klimaneutrale Einzelversorgung in nicht netzgeeigneten Gebieten.
Kurzbeschreibung	Große Teile der Wärmeversorgung werden auch künftig dezentral bereitgestellt. Hierfür werden Beratungs- und Umsetzungsangebote geschaffen, um Eigentümer bei der Auswahl geeigneter Technologien und sinnvoller Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle zu unterstützen.
Zeithorizont	2026–2040.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen, ergänzende kommunale Zuschüsse.
Hemmnisse	Stromnetzengpässe, soziale Akzeptanz, immissionsschutzrechtliche Belange
Erfolgsindikatoren	Anzahl installierter Wärmepumpen, koordinierter Stromnetzausbau, Anzahl begleiteter Effizienzmaßnahmen.
Zielbild	In Gebieten ohne Netzeignung erfolgt eine standardisierte und sozialverträgliche Umstellung auf Wärmepumpen (Einzelanlagen, Gebäude- oder kalte Nahwärmenetze), flankiert durch Effizienzmaßnahmen.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme dient der Differenzierung und Konkretisierung von Wärmeversorgungs-lösungen in den Gebieten zur dezentralen Versorgung.	Anzahl installierter Wärmepumpen pro Jahr, mittlere Systemkosten, Anteil begleiteter Effizienzmaßnahmen, Netzengpass-Indikatoren (Anzahl der Tage mit maximaler Netzauslastung).

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende Definition des Gebietstyps „dezentral“ anhand Kriterien wie Wärmedichte, Kostenvergleich und Netzausbauperspektive. • Kommunales Beratungs- und Umsetzungsprogramm für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer mit Sanierungsfahrplänen, Sammelausschreibungen und weiteren Angeboten wie z.B. Wärmepumpen-Workshops. • Abstimmung mit den swa zu Netzausbau, Lastmanagement und Flächenbedarfen; Abstimmung mit dem Fachhandwerk zu Umsetzungskapazitäten, Schulungs- und Beratungsinhalten; ggf. Aufbau eines Umsetzungsnetzwerks. • Berücksichtigung des Aspekts der winterlichen Stromlücke – transparente Darstellung der Problematik und umsetzungsorientierter Lösungsansätze • Sozialkomponente mit Förderlotsen- und Darlehensberatung für einkommensschwächere Haushalte (siehe auch Finanzierungsinstrumente in Maßnahme 3-1).

Cluster 3 - Umsetzungsbeschleuniger

3-1 | Finanzierungsinstrumente mit sozialer Flankierung

Ziel	Investitionshemmnisse abbauen.
Kurzbeschreibung	Der Aufbau gezielter Finanzierungsmechanismen soll geprüft werden, welche die Wärmewende in die Breite bringen und sozial gerecht gestalten.
Zeithorizont	2026 - 2030.
Priorität	Mittel bis hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis hoch.
Finanzierung	Kommunaler Wärmefonds, revolvingende Darlehen, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Haushaltsmittel, Kapitalbedarf und Umsetzungsaufwand.
Erfolgsindikatoren	Mobilisiertes Investitionsvolumen, Anzahl unterstützter Projekte.
Zielbild	Es stehen Finanzierungsmechanismen zur Verfügung, um relevante Wärmewende-Projekte auch dann zu realisieren, wenn die wirtschaftliche Amortisation erst längerfristig möglich ist.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die Umsetzung von Projekten aus der Wärmeplanung durch verbesserte Finanzierungszugänge.	Mobilisiertes Investitionsvolumen, Anzahl geförderter Projekte.

Kernbausteine
<p>Prüfung neuer oder innovativer Finanzierungsmechanismen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunaler Wärmefonds. • Contracting-Modelle. • Revolvingende Darlehen. • Fördermittelberatung. • Sozialer Schutzschirm durch Härtefallfonds und zielgruppengerechte Beratung, um zu verhindern, dass die Wärmewende Menschen finanziell oder organisatorisch überfordert.

3-2 | Integration in die Bauleitplanung

Ziel	Sicherung von Flächen für Wärmeerzeugerstandorte, Trassenkorridore und weitere Wärmeinfrastrukturen.
Kurzbeschreibung	Die kommunale Wärmeplanung findet in der Bauleitplanung (Flächennutzungsplan, Bebauungspläne) innerhalb des Stadtgebietes konsequent Berücksichtigung und wird auf Synergien geprüft.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Niedrig.
Finanzierung	Kommunale Haushaltsmittel, Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Flächenkonkurrenzen, fehlende Priorisierung der Wärmeinfrastruktur in der Bauleitplanung.
Erfolgsindikatoren	Gesicherte Flächen und Berücksichtigung in der Bauleitplanung.
Zielbild	Standorte für Wärmeinfrastrukturen werden langfristig planerisch gesichert.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die räumliche Absicherung künftiger Wärmeinfrastruktur und deren späterer Umsetzung.	Gesicherte Flächen in Hektar, Anzahl der Berücksichtigungen in der Bauleitplanung

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation benötigter Flächen bzw. Identifikation von Gebieten zur vorbereitenden Erstellung detaillierter Energiekonzepte • Bewertung von Flächen bzw. Alternativflächen hinsichtlich Verfügbarkeit und Nutzbarkeit • Flächen- oder flurnummernscharfe Integration in Flächennutzungsplan und Bebauungsplanung, ggf. flankierend Nutzung vertraglicher Regelungen. • Möglichst längerfristige Sicherung von Haushaltsmitteln für Flächenerwerbe zur Umsetzung der Wärmeplanung • Prüfung der Möglichkeit, Belange der Wärmewende in Prozessen der Bauleitplanung frühzeitig zu berücksichtigen

3-3 | Integrierte Infrastrukturplanung

Ziel	Beschleunigte effiziente Umsetzung leitungsgebundener Versorgungslösungen.
Kurzbeschreibung	Intensivierung der frühzeitigen Abstimmung baulicher Planungen und Maßnahmen in den verschiedenen Sparten des Tiefbaus unter Berücksichtigung von Maßnahmen der Klimawandelanpassung.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig.
Finanzierung	Kommunale Haushaltsmittel
Hemmnisse	Potenziell hoher Koordinationsaufwand, Personalkapazitäten.
Erfolgsindikatoren	Verkürzte Projektdauer, reduzierte Baukosten.
Zielbild	Die integrierte Planung und Koordinierung von Maßnahmen der unterschiedlichen Sparten im Tiefbau sowie im Bereich Klimawandelanpassung erschließen Synergieeffekte, zeigen Konfliktpotenziale frühzeitig auf und steigern dadurch die Effizienz und Transparenz in Planung und Umsetzung.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme verbessert die Umsetzbarkeit und Transparenz insbesondere der im Wärmeplan vorgesehenen leitungsgebundenen Versorgungsarten.	Reduzierte Baukosten durch Synergien, Projektdurchlaufzeit, Anschlusszahlen pro Jahr, Beschwerden im Zuge von Tiefbaumaßnahmen.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der bestehenden Abstimmungsgespräche zwischen städt. Dienststellen, swa und externen Akteuren und ggf. Etablierung spezifischer Arbeitsgruppen • Datenplattform zur Erfassung und Pflege eines jährlichen Bauzeitenplans für die Sparten Wärme, Gas, Strom, Wasser, Telekommunikation und ggf. Maßnahmen aus dem Bereich Klimawandelanpassung zur frühzeitigen Abstimmung von Planungen und Baumaßnahmen und Nutzung baulicher Synergieeffekte. • Koordinierende Stelle zur Bündelung von Belangen/Stellungnahmen der Stadtverwaltung, der swa und externer Akteure, z.B. angesiedelt im Umsetzungsbüro (Maßnahme 1-1) • Öffentliches Monitoring-Dashboard für Baustellen, Meilensteine und Anschlussfenster.

Cluster 4 - Wärmenetze als Quartierslösungen

4-1 | Wärmenetze in Bestandsquartieren

Ziel	Aufbau wirtschaftlicher Nahwärmelösungen in geeigneten Quartieren.
Kurzbeschreibung	Entwicklung von priorisierten Quartieren mit (kommunalen) Liegenschaften als Ankerkunden für kosteneffiziente, modulare Nahwärmelösungen.
Zeithorizont	2026–2030.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Hoch (Infrastrukturinvestition).
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen, Kommunale Haushaltsmittel.
Hemmnisse	Geringe Anschlussquote, Baukostensteigerungen.
Erfolgsindikatoren	Anzahl umgesetzter Wärmenetze, wirtschaftlich tragfähige Wärmegestehungskosten, messbare CO ₂ -Reduktion.
Zielbild	In verdichteten Gebieten und Quartieren entstehen wirtschaftliche Wärmenetze, getragen durch kommunale Ankerkunden wie Schule, Rathaus, Hallenbad oder Pflegeheim.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme konkretisiert Wärmeplangebiete mit perspektivischer Wärmenetzversorgung und unterstützt die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.	Euro pro vermiedener Tonne CO ₂ , Anschlussquote der Gebäude, Wärmegestehungskosten in ct/kWh, Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Quartiersauswahl anhand von Wärmedichte, Sanierungsstand, kommunalen Liegenschaften und Tiefbau-Synergien. • Prüfung der Aufnahme einzelner Gebiete in das KfW-Programm 432 „energetische Quartierssanierung“ • Modularer Technikmix, z.B. aus Großwärmepumpe, Solarthermie, Pufferspeicher sowie restriktiv eingesetzter Biomasse. • Entwicklung eines tragfähigen Betreibermodells über swa, Contractor oder Genossenschaft. • Rollout mit Backbone und kommunalen Ankerkunden, in Verbindung mit einer mehrstufigen Anschlusskampagne für private Haushalte

4-2 | Kommunale Vorbildfunktion – Transformationsfahrplan für Liegenschaften

Ziel	Vorbildwirkung und Grundlast für Wärmenetze schaffen.
Kurzbeschreibung	Transformationsfahrplan für kommunale Gebäude mit Priorisierung von Effizienzmaßnahmen, Hüllensanierung, Heizungsumstellung und PV-Wärmepumpen-Kombinationen.
Zeithorizont	2026–2035.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Mittel bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen, Kommunale Haushaltsmittel.
Hemmnisse	Haushaltsmittel.
Erfolgsindikatoren	Anteil klimaneutral beheizter Liegenschaften, jährliche CO ₂ -Reduktion.
Zielbild	Die Kommune stellt ihre eigenen Gebäude bis spätestens 2040 klimaneutral auf und fungiert als Ankerkunde für Wärmenetze oder dezentrale Lösungen.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt das Zielszenario und die Umsetzungsstrategie und schafft verlässliche Abnahmestrukturen für Wärmenetze.	Anteil klimaneutral beheizter Liegenschaften in Prozent, CO ₂ -Reduktion in t/a, Energieverbrauch in kWh/m ² .

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung der kommunalen Gebäude einschließlich Energieträger, Verbrauch und Sanierungsstand. • Priorisierung nach CO₂-Intensität und technischer Umsetzbarkeit. • Entwicklung eines Stufenplans für Hüllensanierung, Heizungsumstellung, und Netzanbindung beziehungsweise PV-Wärmepumpen-Systeme. • Bündelung der Vorhaben in wirtschaftlich optimierte Investitionspakete und Integration in Haushalts- und Finanzplanung.

4-3 | Klimaneutrale Neubauquartiere

Ziel	Vermeidung von Lock-ins in fossile oder andere nicht nachhaltige Energieträger im Neubau.
Kurzbeschreibung	Neubauquartiere müssen über verschiedene Regelmechanismen von Anfang an konsequent klimaneutral geplant werden.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Niedrig bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Rechtliche und planerische Abstimmung in Satzungen und Quartiersentwicklung; hohe Kosten in der Umsetzung (niedrige in der Planung).
Erfolgsindikatoren	Hoher Anteil klimaneutraler Neubauten.
Zielbild	Lock-ins in Neubauquartieren werden vermieden und klimaneutrale Standards frühzeitig verankert und umgesetzt.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die vorausschauende Ausrichtung neuer Quartiere auf klimaneutrale Wärmeversorgung und verhindert spätere Pfadabhängigkeiten.	Anteil klimaneutraler Neubauten in Prozent.

Kernbausteine

- Einschätzung der Wirksamkeit und Beständigkeit von Marktmechanismen, ggf. Entwicklung von Satzungen, z.B. zur Festsetzung eines Verbrennungsverbots.
- Prüfung und Aufbau von Niedertemperaturnetzen.
- Prüfung möglicher Standorte erneuerbarer Wärmequellen oder Abwärmequellen
- Verpflichtende Prüfung von PV-Wärmepumpen-Systemen.
- Monitoring der Umsetzungsqualität.
- Verankerung des Standards „klimaneutrale Wärmeversorgung“ für Neubaugebieten, unter Berücksichtigung erforderlicher Freiräume z.B. zur Prozesswärmeversorgung.

Cluster 5 – Abwärmequellen und erneuerbare Energien nutzbar machen

5-1 | Abwärme-Offensive

Ziel	Systematische Nutzung oder Ansiedelung urbaner, gewerblicher und industrieller Abwärmepotenziale als erneuerbare Wärmequelle sowie systematische Einbindung industrieller Abwärme.
Kurzbeschreibung	Identifikation, Bündelung und Nutzbarmachung von Abwärmequellen aus Rechenzentren, Kläranlagen, Gewerbe und Industrie durch zentrale Wärmepumpen sowie Einbindung in Wärmenetze und Quartierslösungen.
Zeithorizont	2026–2035
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Nutzung aktueller Förderungen, Industriepartnerschaften.
Hemmnisse	Standortverlagerungen, fluktuierende Verfügbarkeit, Vertragskomplexität.
Erfolgsindikatoren	Eingespeiste Abwärme, Anzahl der mit Abwärme betriebenen Netze, Vertragsabschlüsse, sinkende Projektlaufzeiten.
Zielbild	Abwärme aus urbanen und gewerblichen Quellen wird systematisch erschlossen, gebündelt und über Wärmepumpen in Wärmenetze und Quartierslösungen integriert.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme konkretisiert und aktiviert Abwärmepotenziale und unterstützt deren Integration in Wärmenetzsysteme und überführt diese Potenziale in umsetzbare Projekte.	Nutzbare Abwärmemenge in MWh/a, realisierte Abwärme in MWh/a, Laufzeitstunden, CO ₂ -Einsparung, Anzahl angeschlossener Quellen, Zahl der Abwärmeverträge, mittlere Projektlaufzeit.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Strukturierte Abwärmeprüfung bei Rechenzentren, Kläranlagen, großen Gewerbebetrieben und industriellen Standorten. • Prüfung der Möglichkeiten eines aktiven Standortmarketings zur Ansiedelung von Abwärmelieferanten für die Wärmewende • Identifikation und Entwicklung priorisierter Abwärmecluster (z. B. Gewerbegebiete). • Bündelung von Abwärme über zentrale Wärmepumpen (Wärmepumpen-Hubs), Aufbau von Wärmepumpen-Hubs an strategischen Netzknoten. • Integration in Wärmenetze oder Quartierslösungen inkl. Niedertemperaturansätzen. • Ausarbeitung tragfähiger Vertragsmodelle, Einspeisekonzepte und Kooperationsstrukturen (projektspezifisch und individuell), Muster für Vertrags- und Datenraumlösungen. • Einrichtung einer Genehmigungs-Taskforce mit One-Stop-Ansprache. • Top-Abwärmelieferanten-Programm für die größten Standorte

5-2 | Erneuerbare Energien - Flächenanalysen und Standortkonzepte

Ziel	Erschließung kostengünstiger erneuerbarer Wärmequellen.
Kurzbeschreibung	Identifikation geeigneter Flächen für erneuerbare Energien zur Netzeinspeisung und Vorbereitung priorisierter Projekte mit Speicheroptionen.
Zeithorizont	2026–2030.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Mittel.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Flächenkonkurrenzen.
Erfolgsindikatoren	Priorisierte Projektliste.
Zielbild	Kostengünstige und langfristig stabile Wärmeerzeugung wird als Erzeugungsbaustein für Wärmenetze erschlossen.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme überführt die in der Potenzialanalyse dargestellten technischen Potenziale erneuerbarer Energien in konkrete Projekte.	Anzahl der priorisierten Projekte, gesamte identifizierte Flächengröße.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • GIS-basierte Flächenanalyse: Ausschlussflächen, Potenzialflächen. (s. z.B. Solarfreiflächenkonzept Teil Flächenanalyse: Bericht im Umweltausschuss 2025) • Abstimmung weicher Faktoren, z.B. Landwirtschaft, Naturschutz, Landschaftsbild. (Solarfreiflächenkonzept Teil Standortkonzept: in Vorbereitung) • Integration geeigneter Flächen in Bauleitplanung und Projektentwicklung. • Kombination mit saisonalen Speichern und Entwicklung von Betreibermodellen über swa oder Genossenschaften.

5-3 | Geothermie-Portfolio

Ziel	Grundlastfähige erneuerbare Wärmeerzeugung.
Kurzbeschreibung	Mehrstufiges Explorations- und Bohrprogramm mit Risikoteilung zur Integration tiefer und oberflächennaher Geothermie in die Fernwärme.
Zeithorizont	2026–2035.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen., Bürgschaften.
Hemmnisse	Fündigkeitsrisiko, hohe Vorlaufkosten, Akzeptanzprobleme.
Erfolgsindikatoren	Installierte thermische Leistung, Vollbenutzungsstunden, Fortschritt je Projektstufe.
Zielbild	Tiefe und oberflächennahe Geothermie werden als grundlastfähige Säulen der urbanen Wärmeversorgung etabliert.

WPG-Bezug	KPIs
Geothermie ist ein relevantes Wärmepotenzial für das Zielszenario und dient als robuste, langfristige Wärmeoption.	Anteil der Geothermie an jährlicher Wärmeerzeugung (%), Dauer je Projektphase, Anteil erfolgreicher Projekte, Öffentliche Akzeptanz (Einwendungen je Projekt).

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Portfolio-Ansatz mit mehreren Standorten und Technologien. • Stufenplan von Seismik über Exploration und Bohrung bis zur Einspeisung. • Förder- und Bürgschaftsinstrumente zur Risikoteilung. • Frühzeitige Netz- und Speicherplanung sowie transparente Akzeptanzkommunikation.

Cluster 6 – Zukunft des Gas- und Stromnetzes

6-1 | Gasnetz-Transformation und No-regret-Leitplanken

Ziel	Vermeidung fossiler Lock-in-Effekte.
Kurzbeschreibung	Entwicklung eines kommunalen Stilllegungs- und Transformationspfads für das Gasnetz mit klaren Leitplanken zu tragfähigen Alternativen (Wärmenetze und Stromnetzkapazitäten) und realistischer Bewertung von Biomethan- und Wasserstoffoptionen.
Zeithorizont	2026–2035.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Mittel in der Planung, langfristig hoch in der Umsetzung.
Finanzierung	Netzentgelte, Transformationsfonds.
Hemmnisse	Politische Widerstände, Rechtsunsicherheiten.
Erfolgsindikatoren	Reduktion der Anzahl neuer Gasanschlüsse, veröffentlichter Transformationsplan, abgestimmte Teilnetzpläne.
Zielbild	Gebäude sollen nicht in fossile Pfadabhängigkeiten geraten; stattdessen werden klare Signale gesetzt, wo die Gasversorgung perspektivisch endet und welche Alternativen tragfähig sind.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die Verzahnung von Wärmeplanung und leitungsgebundener Infrastruktur sowie eine mögliche gebietsscharfe Darstellung der Stilllegungsplanungen.	Rückgang der Anzahl neuer Erdgasanschlüsse, jährliche Emissionsentwicklung in Gasgebieten, Anzahl abgestimmter Teilnetzpläne.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Netzdialog zwischen Kommune und swa mit Perspektivplan je Ortsteil. • Realismusprüfung von Wasserstoff- und Biomethaneinsatz auf klar begründete Anwendungen. • Kommunale No-regret-Leitplanken, beispielsweise kein Neubau gasbasierter Quartierslösungen oder Abgabe von Baugrundstücken mit bestehender Geothermiebohrung. • Kommunikationsprogramm einschl. transparenter Kartendarstellung der voraussichtlichen Gasnetzperspektiven mit regelmäßiger Aktualisierung.

6-2 | Wasserstoff- und Gasnetz-Strategie für schwer elektrifizierbare Teilgebiete

Ziel	Einsatz von Wasserstoff nur in geeigneten Industrieclustern und Vermeidung von Lock-in-Effekten.
Kurzbeschreibung	Gebietsscharfe Planung für begründete Wasserstoffanwendungen, flankiert durch einen Transformationspfad für das Gasnetz und gegebenenfalls vorbereitete Gebietsausweisungen.
Zeithorizont	2026–2035.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Fehlende H ₂ -Verfügbarkeit, hohe Infrastrukturunsicherheit.
Erfolgsindikatoren	Wasserstoffnutzung auf definierte Cluster mit wirtschaftlicher Versorgungsmöglichkeit begrenzt.
Zielbild	Wasserstoff wird gezielt dort eingesetzt, wo Alternativen schwer umsetzbar sind, insbesondere in einzelnen Industrie- oder Spitzenlastsegmenten.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt eine gegebenenfalls sinnvolle gebietsbezogene Ausweisung und verzahnt Wärmeplanung, Gasnetztransformation und Beteiligungsverfahren.	Anteil H ₂ nur in Zielsegmenten, vermiedene Lock-ins, Netzkosten je Anschluss, Emissionswirkung.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung klarer Eignungskriterien für Wasserstoff. • Teilgebietsscharfe Begrenzung z.B. auf Industriecluster, Kraftwerksstandorte und Spitzenlastsegmente. • Vorbereitung von Rechts- und Verfahrensschritten für Gebietsausweisungen.

6-3 | Stromnetz-Koordinationsplan Wärmepumpen

Ziel	Vermeidung von Netzengpässen.
Kurzbeschreibung	Die dezentrale Wärmeversorgung wird zukünftig zu großen Teilen strombasiert erfolgen. Um eine Überlastung des Stromnetzes zu vermeiden, wird ein Koordinationsplan erstellt.
Zeithorizont	2026–2030.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Mittel (gesamt), geringe kommunale Kosten, hohe Investitionen bei swa.
Finanzierung	Regulierte Netzentgelte, Kommunale Haushaltsmittel.
Hemmnisse	Unsicherer Wärmepumpenhochlauf, zeitliche Diskrepanzen von der Planung zur Umsetzung, regulatorische Unsicherheiten, hoher Investitionsbedarf, begrenzte Datengrundlagen, Koordinationsaufwand, Genehmigungsdauern, Finanzierung, Fachkräftemangel.
Erfolgsindikatoren	Reduzierte Netzengpässe im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Maßnahmenumsetzung, priorisierter Ausbau von Trafostationen.
Zielbild	Elektrifizierung der Wärmeversorgung und Netzkapazität werden systematisch aufeinander abgestimmt.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die Umsetzbarkeit dezentraler Elektrifizierungslösungen in den dargestellten Wärmeversorgungsgebieten.	Vermiedene Netzengpässe, Ausbau von Trafostationen.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsam abgestimmte Ausbauplanung mit den swa Netze. • Simulationen zur künftigen Netzbelastung durch die swa Netze als Netzbetreiber. • Priorisierung auszubauender Netzbereiche und Infrastrukturen. • Integration von Strategien nach § 14a EnWG.

Cluster 7 – Optimierung Fernwärme

7-1 | Fernwärme-Transformationsplanung

Ziel	Dekarbonisierung und Ausbau der Fernwärme.
Kurzbeschreibung	Integration von Großwärmepumpen, Geothermie, Abwärme, Solarthermie, Speichern und Netzausbau in ein langfristiges Transformationsprogramm für die Fernwärme.
Zeithorizont	2026–2045.
Priorität	Sehr hoch.
Kostenklasse	Sehr hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen, Eigenkapital.
Hemmnisse	Genehmigungsdauer, Investitionsrisiken.
Erfolgsindikatoren	Erstellung Transformationsplan zur Dekarbonisierung der Fernwärme, sinkender CO ₂ -Faktor der Fernwärme, Netzausbau, Steigerung der Anschlusszahlen
Zielbild	Große, schnell skalierbare Dekarbonisierung durch Ausbau/Transformation der Fernwärme (Erzeugerportfolio, Netztemperaturen, Speicher, Anschlussdichte).

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme konkretisiert Gebiete mit vorgesehener Wärmenetzversorgung und deren Dekarbonisierung.	Zusätzlich installierte thermische Einspeiseleistung an erneuerbaren Energien und Abwärme, Netzausbau in km pro Jahr, Anschlussquote, CO ₂ -Faktor der Fernwärme, Endkundenpreis je kWh Wärme

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Erzeugungsfahrplan mit Priorisierung von Abwärme, Großwärmepumpen, Geothermie und Solarthermie und umfassende Transformationsplanung zur Dekarbonisierung der Fernwärme. • Prognose des Wärmepumpen-Hochlaufs und Abstimmung anderer Simulationsparameter zwischen Stadt und swa. • Netzstrategie mit Ausbauachsen, Verdichtung und Temperaturoptimierung. • Aufbau zentraler Großwärmespeicher. • Anschluss- und Tarifdesign mit Berücksichtigung sozialer Aspekte.

7-2 | Niedertemperatur-Zonen (LowEx-Zonen)

Ziel	Effizienzsteigerung und bessere Integration von Großwärmepumpen.
Kurzbeschreibung	Aufbau von LowEx-Zonen in Neubau- und Sanierungsquartieren zur Senkung von Vorlauftemperaturen und Netzverlusten.
Zeithorizont	2026–2035.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Mittel bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Gebäudeanpassungen für wirtschaftliche Niedertemperaturversorgung, technische Kompatibilität (benötigter Wärmebedarf) im Bestand.
Erfolgsindikatoren	Reduzierte Vorlauftemperaturen, sinkende Netzverluste, sinkender Endkundenpreis
Zielbild	Das Fernwärmesystem wird durch reduzierte Vorlauftemperaturen effizienter und ist besser geeignet, um erneuerbare Wärmequellen zu integrieren.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die technische Transformation von Wärmenetzen und die Integration erneuerbarer Wärmeerzeuger.	Vorlauftemperatur in Grad Celsius, Netzverluste in Prozent, Endkundenpreis je kWh Wärme

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation geeigneter Neubau- und Sanierungsquartiere. • Netzsegmentierung, um Teilbereiche mit unterschiedlichen Temperaturen betreiben zu können – dies führt zu einer Optimierung der Vorlauftemperaturen. • technische Anpassung von Hydraulik und Übergabestationen. • Fortlaufendes Monitoring der Temperatur- und Verlustkennwerte.

7-3 | Großwärmepumpen-Cluster

Ziel	Skalierung erneuerbarer Wärme an Potenzialstandorten.
Kurzbeschreibung	Bündelung mehrerer Großwärmepumpen an geeigneten Standorten wie Fluss-, See- oder Abwasserlagen zur Stärkung der urbanen Wärmeerzeugung und Versorgungsstabilität.
Zeithorizont	Ab 2026.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Sehr hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Standortverfügbarkeit, Netz- und Speicherintegration, hohe Investitionskosten.
Erfolgsindikatoren	Installierte thermische Leistung, verbesserter CO ₂ -Faktor der Fernwärme.
Zielbild	Erneuerbare Wärmeerzeugung wird an strategischen Netzknoten skaliert und systemisch mit Speichern verbunden.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stärkt die konkrete Umsetzung des Zielszenarios in Wärmenetzgebieten durch großskalige erneuerbare Wärmeerzeugung.	Installierte thermische Leistung, CO ₂ -Faktor der Fernwärme.

Kernbausteine

- Standortanalyse für Fluss- und Abwasserstandorte.
- Lastganganalyse.
- Integration in die Speicherstrategie.

7-4 | Wärmespeicherstrategie

Ziel	Flexibilisierung und Steigerung der Einspeisung erneuerbarer Energien in Wärmenetze.
Kurzbeschreibung	Entwicklung einer Speicher-Roadmap für Wärmenetze durch Analyse geeigneter Speicherstandorte und Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Speicherarten.
Zeithorizont	2026–2032.
Priorität	Mittel.
Kostenklasse	Mittel.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen.
Hemmnisse	Flächenkonkurrenz
Erfolgsindikatoren	Speicher-Roadmap je Netzgebiet, steigende Speicherkapazität.
Zielbild	Die Wärmeerzeugung wird flexibilisiert und volatile erneuerbare Energien können systemdienlich integriert werden.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme unterstützt die technische Umsetzbarkeit klimaneutraler Wärmenetzgebiete und stärkt die Transformationsfähigkeit des Zielszenarios.	Speicherkapazität in MWh, Reduktion fossiler Spitzenlast in Prozent.

Kernbausteine

- Analyse bestehender und geplanter Wärmenetze.
- Analyse möglicher Potenziale der Sektorenkopplung Strom/Wärme und von Maßnahmen zum Lastmanagement
- Identifikation geeigneter Standorte für zentrale Pufferspeicher.
- Wirtschaftlichkeitsvergleich von Kurzzeit- und Langzeitspeichern.
- Integration der Speicheroptionen in Netzausbaufahrpläne und Investitionsplanung.

7-5 | Wärmenetzverdichtung

Ziel	Wirtschaftlichkeit bestehender Netze steigern.
Kurzbeschreibung	Aktive Akquise und Anreizsetzung in bestehenden Fernwärmegebieten zur Erhöhung der Anschlussquote und Senkung spezifischer Netzkosten.
Zeithorizont	Dauerhaft.
Priorität	Hoch.
Kostenklasse	Mittel bis hoch.
Finanzierung	Prüfung auf Inanspruchnahme aktueller Förderungen, Refinanzierung über Wärmepreis.
Hemmnisse	Geringe Wechselbereitschaft, komplexe Anschlussprozesse (Bautätigkeiten im Bestand; Umbau bestehender Heizungsanlagen).
Erfolgsindikatoren	Steigende Anschlussquote, sinkende spezifische Netzkosten.
Zielbild	Bestehende Netze werden wirtschaftlicher, indem ihre Anschlussdichte und Auslastung gezielt erhöht werden.

WPG-Bezug	KPIs
Die Maßnahme stärkt die tatsächliche Umsetzung bereits vorgesehener Wärmenetzgebiete und verbessert deren Wirtschaftlichkeit.	Anschlussquote in Prozent, spezifische Netzkosten.

Kernbausteine
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse der gebietsbezogenen Anschlussquoten. • Zielgruppenspezifische Kampagnen. • Entwicklung von Anreizmodellen. • Vereinfachung der Anschlussprozesse.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Augsburg zeigt deutlich, dass die zukünftige Wärmeversorgung auf einem breiten Technologiemix beruhen wird und auf einem Ausstieg aus fossilen Energieträgern wie Erdgas und Heizöl fußt. Die berechneten Szenarien verdeutlichen dabei eine klare Tendenz hin zur Elektrifizierung der Wärmeversorgung. Im Basisszenario dominiert Wärmestrom mit einem Anteil von 62 %, gefolgt von Wärmenetzen mit 31 %, während Biomasse (6 %) und Solarthermie (1 %) vergleichsweise geringere Beiträge leisten. Auch im Klimaschutzszenario bestätigt sich diese Struktur mit einem Anteil von 59 % Wärmestrom und 34 % Wärmenetzen; Biomasse (5 %) und Solarthermie (3 %) ergänzen das Versorgungssystem.

Diese Ergebnisse unterstreichen die zentrale Rolle strombasierter Lösungen – insbesondere von Wärmepumpen – für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Gleichzeitig wird deutlich, dass der Ausbau der Wärmenetze ein wesentlicher Baustein für die Transformation bleibt. Der fortschreitende Ausbau der Fernwärme in Augsburg ist daher konsequent weiterzuverfolgen, insbesondere in dicht besiedelten und wärmebedarfsintensiven Gebieten.

Gleichwohl zeigt die Analyse ebenso klar, dass Wärmenetze allein nicht ausreichen werden, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung sicherzustellen. Die dezentrale Wärmeversorgung wird eine sehr große Rolle spielen und in vielen Bereichen die tragende Säule der zukünftigen Wärmebereitstellung darstellen. Diese liegt vielfach in den Händen der Eigentümerinnen und Eigentümer, die maßgeblich über Investitionen in Heiztechnologien und energetische Sanierungen entscheiden. Damit kommt ihnen eine Schlüsselrolle im Transformationsprozess zu.

Für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ergibt sich daraus ein mehrdimensionaler Handlungsbedarf: Neben dem strategischen Ausbau der Wärmenetze sind gezielte Informations-, Beratungs- und Förderangebote erforderlich, um private Investitionen in klimafreundliche Heizsysteme zu unterstützen. Gleichzeitig müssen die infrastrukturellen Voraussetzungen – insbesondere im Stromnetz – weiterentwickelt werden, um die steigende Nachfrage durch Wärmestrom decken zu können.

Im Ausblick bedeutet dies, dass die Wärmewende in Augsburg nur im Zusammenspiel zentraler und dezentraler Lösungen gelingen kann. Eine kontinuierliche Fortschreibung der Wärmeplanung, die Berücksichtigung technologischer Entwicklungen sowie eine enge Abstimmung mit Bürgerinnen und Bürgern, Wirtschaft und Energieversorgern werden entscheidend sein, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen und eine langfristig sichere, bezahlbare und nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

7 Literaturverzeichnis

- (KEAN), K. u. (2018). *Oberflächennahe Geothermie – Geht das auch bei mir? (Faktenpapier/Leitfaden, April 2018)*. Online.
- Ausfuhrkontrolle, B. f. (21. 08 2025). *Bundesstelle für Energieeffizienz, Plattform für Abwärme*. Von Bundesstelle für Energieeffizienz, Plattform für Abwärme: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html abgerufen
- Aydemir, A., Doderer, H., Hoppe, F., & Braungardt, D. S. (2019). *Abwärmenutzung in Unternehmen*. Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.
- BAFA. (2020). *Merkblatt zu den technischen Mindestanforderungen- Heizen mit Erneuerbaren Energien*.
- Bittner, N., Weymann, L., Altvater, S., & Döscher, H. (2026). *Wasserstoff-Fakten: Ein systematisches Review. Synthese und Evaluation von über 100 Faktenchecks*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI .
- Blömer, S., & al., e. (2019). *EnEff:Wärme - netzgebundene Nutzung industrieller Abwärme (NENIA)“ Schlussbericht für Bundesministerium Wirtschaft und Energie*. Heidelberg: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- BMWK Bundesministerium für Wirtschaft, E. &.-u. (2015). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte für Nichtwohngebäudebestand*.
- BNA. (22. 10 2024). *bundesnetzagentur.de*. Von bundesnetzagentur.de abgerufen
- Brückner, S. (2016). *Industrielle Abwärme in Deutschland*. München: TU München.
- Bundesamt, S. (12. 11 2024). *Wohnungsbestand im Zeitvergleich*. Von Wohnungsbestand im Zeitvergleich: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-wohnungsbestand.html> abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2024). *Bundesnetzagentur*. Von Bundesnetzagentur: <https://www.bundesnetzagentur.de> abgerufen
- Deutsche Energie-Agentur. (2021). *Abschlussbericht: dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität*. Von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf abgerufen
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches. (26. 10 2026). *Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches*. Von <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/presse/pi-dvgw-kostenstudie-h2-frontier.pdf> abgerufen
- Dunkelberg, E., Acker, Y., Baerens, T., Blömer, S., & Weiß, J. (2023). *Bestimmung des Potenzials von Abwärme in Berlin*. Berlin: Land Berlin.
- DWA-Landesverband Baden-Württemberg. (2022). *Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen*. Von Lokalisierung von Standorten in Baden-Württemberg:

- https://www.abwasserwaerme-bw.de/cms/content/media/Abschlussbericht_Abwasserwaermenutzung-BW_komprimiert.pdf abgerufen
- e.V., F. f. (2013). *Faustzahlen*. Von <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen> abgerufen
- FfE. (2024). *Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern*. Von <https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2024/04/Waermepumpen-an-Fluessgewaessern.pdf> abgerufen
- Fleiter, t. R. (2023). *CO₂-neutrale Prozesswärmeerzeugung*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- GmbH, K. m. (01. 11 2023). *stadt+werk*. Von Kommunale Klimaschutz- und Energiepolitik: <https://www.stadt-und-werk.de/k21-meldungen/studie-zu-wasserstoffkosten/> abgerufen
- Hörner, M. &. (2022). *Typologie der Nichtwohngebäude in Deutschland*. Darmstadt: Institut für Wohnung und Umwelt.
- Jochum, P. M. (2015). *Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands*. Berlin, Heidelberg: Beuth Hochschule für Technik Berlin & ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- Loga, T. S. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite erweiterte Auflage*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.
- Luderer, G. K. (2021). *Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich*. Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- Meyer, R. (2024). *Ariadne-Analyse Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandswohngebäuden*. Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgen.
- Radgen, P., Hufendieck, K., & Blesl, M. (2022). *Abwärmepotentiale in der Industrie*. Berlin: Beuth Verlag.
- Reckzügel, M. M. (2017). *Abwärme aus Niedersachsen*. Hannover: Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz.
- Reckzügel, M. M. (2019). *Potenzialstudie Industrielle Abwärme*. Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- Thelen, C. N. (2024). *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess*. Freiburg: Fraunhofer ISE.
- THÜGA. (28. 11 2024). *H₂: wieviel, woher, was kostet's*. Von <https://www.thuega.de/stadtwerke-der-zukunft/h2-wieviel-woher-was-kostets/> abgerufen
- Württemberg, D. L. (2022). *Abwasserwärme Baden Württemberg*. Von Abwasserwärme Baden Württemberg: <https://www.abwasserwaerme-bw.de/> abgerufen

8 Anhang

Tabelle 8-1: Einteilung der Gebädefunktionen nach ALKIS in die entsprechenden Sektoren

Nutzung nach ALKIS	Bautyp
Allgemeinbildende Schule	Öffentliche Gebäude
Allgemeinbildende Schule	Öffentliche Gebäude
Almhütte	Gewerbe und Industrie
Apotheke	Handel und Dienstleistungen
Ärztehaus, Poliklinik	Öffentliche Gebäude
Badegebäude	Öffentliche Gebäude
Badegebäude (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Badegebäude für medizinische Zwecke	Öffentliche Gebäude
Bahnhofsgebäude	Gewerbe und Industrie
Beherbergung (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Berufsbildende Schule	Öffentliche Gebäude
Berufsschule, Fachschule, Volkshochschule	Öffentliche Gebäude
Betriebliche Sozialeinrichtung (Gebäude)	Öffentliche Gebäude
Betriebsgebäude	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude des Güterbahnhofs	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude einer Abfalldeponie	Öffentliche Gebäude
Betriebsgebäude für Flugverkehr	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude für Schienenverkehr	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude für Schiffsverkehr	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude für Straßenverkehr	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude zu Verkehrsanlagen (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Betriebsgebäude zur Schleuse	Öffentliche Gebäude
Betriebsgebäude zur Seilbahn	Gewerbe und Industrie
Bezirksregierung	Öffentliche Gebäude
Bibliothek, Bücherei	Öffentliche Gebäude
Bildungs-, Forschungseinrichtung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Botschaft, Konsulat	Öffentliche Gebäude
Brauerei	Gewerbe und Industrie
Brennerei	Gewerbe und Industrie
Bürogebäude	Gewerbe und Industrie
Burg, Festung	Öffentliche Gebäude
Campingplatzgebäude	Gewerbe und Industrie
Einkaufszentrum	Handel und Dienstleistungen

Elektrizitätswerk	Gewerbe und Industrie
Empfangsgebäude	Gewerbe und Industrie
Empfangsgebäude des botanischen Gartens	Gewerbe und Industrie
Empfangsgebäude des Zoos	Gewerbe und Industrie
Empfangsgebäude für Verkehrsteilnehmer (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Empfangsgebäude Schifffahrt	Gewerbe und Industrie
Fabrik	Gewerbe und Industrie
Fachhochschule, Universität	Öffentliche Gebäude
Ferienhaus	Gewerbe und Industrie
Festsaal	Gewerbe und Industrie
Feuerwehr	Öffentliche Gebäude
Finanzamt	Öffentliche Gebäude
Flughafengebäude	Gewerbe und Industrie
Flugzeughalle	Gewerbe und Industrie
Forschungsgebäude	Öffentliche Gebäude
Forschungsinstitut	Öffentliche Gebäude
Freizeit- und Vergnügungsstätte	Öffentliche Gebäude
Freizeit-, Vereinsheim, Dorfgemeinschafts-, Bürgerhaus	Öffentliche Gebäude
Freizeithaus (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Freizeitheim, Dorfgemeinschaftshaus, Bürgerhaus	Öffentliche Gebäude
Friedhofsgebäude	Öffentliche Gebäude
Friedhofsgebäude (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gaststätte	Gewerbe und Industrie
Gaststätte, Restaurant	Gewerbe und Industrie
Gebäude der Abfalldeponie	Öffentliche Gebäude
Gebäude der Freibadanlage	Öffentliche Gebäude
Gebäude der Kläranlage	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Abfallbeseitigung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für andere Erholungseinrichtung	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Beherbergung	Gewerbe und Industrie
Gebäude für betriebliche Sozialeinrichtung	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Bewirtung	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Bildung und Forschung	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Entsorgung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Erholung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Erholungszwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Fernmeldewesen	Öffentliche Gebäude

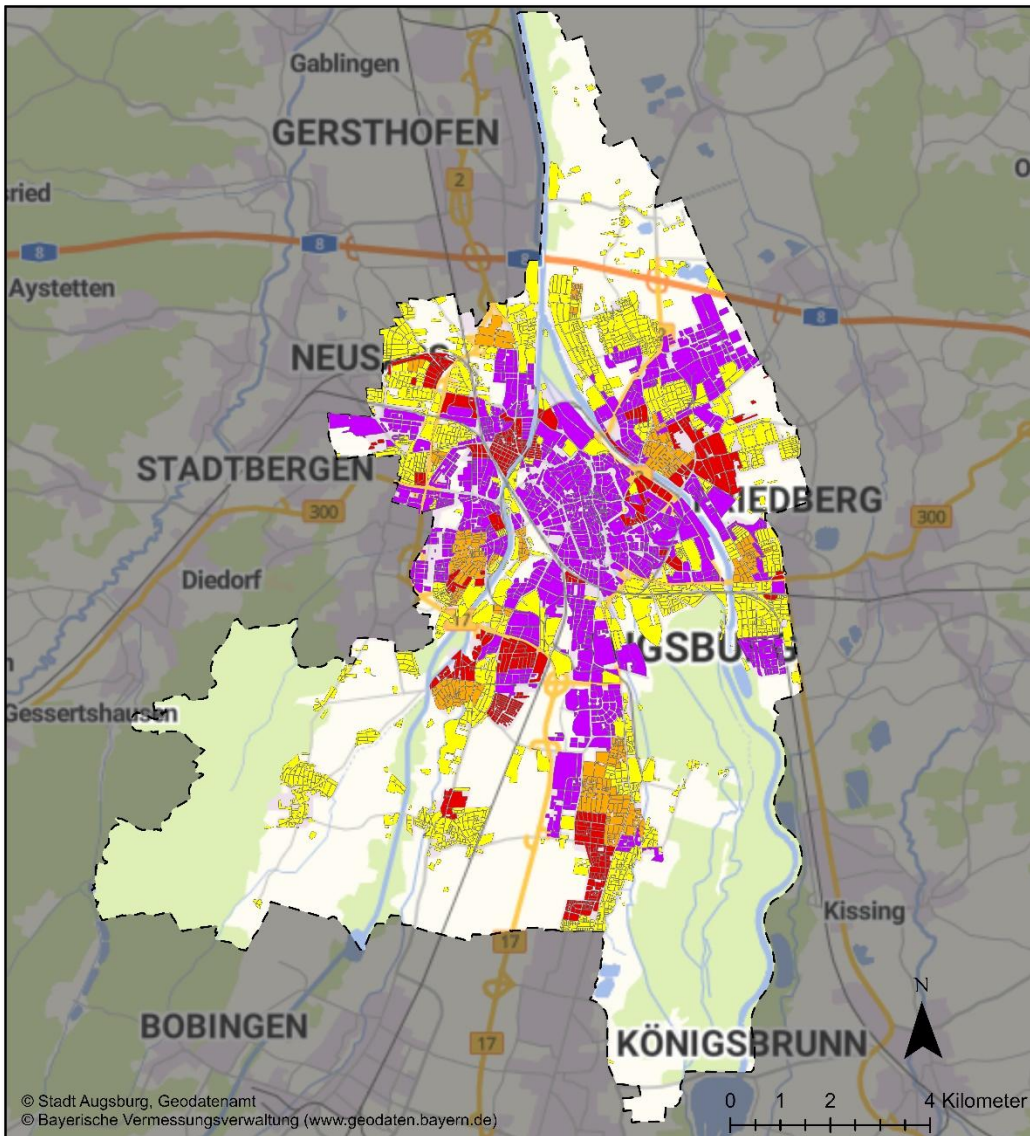
Gebäude für Forschungszwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Funk- und Fernmeldewesen (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Gesundheitswesen	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Gewerbe und Industrie	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Gewerbe und Industrie (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Gewerbe und Industrie mit Wohnen	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Handel und Dienstleistungen	Handel und Dienstleistungen
Gebäude für Handel und Dienstleistungen (allgemein)	Handel und Dienstleistungen
Gebäude für Gewerbe und Industrie mit Wohnen	Handel und Dienstleistungen
Gebäude für kulturelle Zwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Kurbetrieb	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Land- und Forstwirtschaft	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Land- und Forstwirtschaft (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Luftfahrt (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Messe, Ausstellung	Gewerbe und Industrie
Gebäude für öffentliche Zwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für öffentliche Zwecke mit Wohnen	Öffentliche Gebäude
Gebäude für religiöse Zwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Seilbahn (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Sicherheit und Ordnung	Öffentliche Gebäude
Gebäude für soziale Zwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Sport (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Sportzwecke	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Verkehr (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Versorgung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Wasserversorgung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	Gewerbe und Industrie
Gebäude im Freibad	Öffentliche Gebäude
Gebäude im Stadion	Gewerbe und Industrie
Gebäude zum Busbahnhof	Gewerbe und Industrie
Gebäude zum S-Bahnhof	Gewerbe und Industrie
Gebäude zum Sportplatz	Öffentliche Gebäude
Gebäude zum U-Bahnhof	Gewerbe und Industrie
Gebäude zur Abfallbehandlung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Abwasserbeseitigung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Elektrizitätsversorgung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Energieversorgung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Entsorgung	Öffentliche Gebäude

Gebäude zur Freizeitgestaltung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Gasversorgung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Müllverbrennung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Versorgung	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Versorgungsanlage	Öffentliche Gebäude
Gebäude zur Wasserversorgung	Öffentliche Gebäude
Gemeindehaus	Öffentliche Gebäude
Gemeindehaus, Küsterei	Öffentliche Gebäude
Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnen	Handel und Dienstleistungen
Gericht	Öffentliche Gebäude
Geschäftsgebäude	Handel und Dienstleistungen
Gesundheitseinrichtung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Gotteshaus	Öffentliche Gebäude
Hallenbad	Öffentliche Gebäude
Handel (allgemein)	Handel und Dienstleistungen
Heilanstalt, Pflegeanstalt	Öffentliche Gebäude
Heilanstalt, Pflegeanstalt, Pflegestation	Öffentliche Gebäude
Hochschulgebäude (Fachhochschule, Universität)	Öffentliche Gebäude
Hotel, Motel, Pension	Gewerbe und Industrie
Hotel, Pension	Gewerbe und Industrie
Jugendfreizeitheim	Öffentliche Gebäude
Jugendherberge	Handel und Dienstleistungen
Justizvollzugsanstalt	Öffentliche Gebäude
Kantine	Gewerbe und Industrie
Kaserne	Öffentliche Gebäude
Kaufhaus	Handel und Dienstleistungen
Kapelle	Öffentliche Gebäude
Kegel-, Bowlinghalle	Gewerbe und Industrie
Kegelhalle, Bowlinghalle	Gewerbe und Industrie
Kindergarten, Kindertagesstätte	Öffentliche Gebäude
Kinderheim	Öffentliche Gebäude
Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte	Öffentliche Gebäude
Kino	Gewerbe und Industrie
Kiosk	Handel und Dienstleistungen
Kirche	Öffentliche Gebäude
Kloster	Öffentliche Gebäude
Konzertgebäude	Handel und Dienstleistungen
Krankenhaus	Öffentliche Gebäude

Kreditinstitut	Handel und Dienstleistungen
Kreditinstitutsgebäude, Bankgebäude	Handel und Dienstleistungen
Kreisverwaltung	Öffentliche Gebäude
Kulturelle Einrichtung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Kurgebäude (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Laden	Handel und Dienstleistungen
Ladengebäude	Handel und Dienstleistungen
Lagerhalle	Gewerbe und Industrie
Lagerhalle, Lagerschuppen, Lagerhaus	Gewerbe und Industrie
Lagerung (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude	Gewerbe und Industrie
Landwirtschaftliches Betriebsgebäude (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Leuchtturm	Öffentliche Gebäude
Markthalle	Handel und Dienstleistungen
Messehalle	Handel und Dienstleistungen
Mühle	Gewerbe und Industrie
Museum	Öffentliche Gebäude
Nebengebäude	Nebengebäude
Öffentliche Verwaltung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Öffentliches Gebäude (allg.)	Öffentliche Gebäude
Omnibusbahnhof	Gewerbe und Industrie
Parlament	Öffentliche Gebäude
Parkhaus	Gewerbe und Industrie
Polizei	Öffentliche Gebäude
Post	Öffentliche Gebäude
Postamt	Öffentliche Gebäude
Produktionsgebäude	Gewerbe und Industrie
Raststätte an Autobahn oder Fernstraße	Gewerbe und Industrie
Rathaus	Öffentliche Gebäude
Rundfunk, Fernsehen	Öffentliche Gebäude
Rundfunkanstalt, Fernsehanstalt	Öffentliche Gebäude
Sägewerk	Gewerbe und Industrie
Sanatorium	Öffentliche Gebäude
S-Bahnhof	Gewerbe und Industrie
Schienenverkehrsgebäude (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Schifffahrtsgebäude (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Schloss	Öffentliche Gebäude
Schullandheim	Gewerbe und Industrie

Seniorenfreizeitstätte	Öffentliche Gebäude
Seniorenheim	Öffentliche Gebäude
Sonstiges Gebäude für Gewerbe und Industrie	Gewerbe und Industrie
Sozialeinrichtung (allgemein)	Öffentliche Gebäude
Speditionsgebäude	Gewerbe und Industrie
Spielkasino	Gewerbe und Industrie
Sport-, Turnhalle	Öffentliche Gebäude
Sporthalle	Öffentliche Gebäude
Sportplatzgebäude	Öffentliche Gebäude
Stellwerk, Blockstelle	Gewerbe und Industrie
Stellwerk, Blockstellengebäude	Gewerbe und Industrie
Straßenmeisterei	Gewerbe und Industrie
Straßenverkehrsgebäude (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Tankstelle	Handel und Dienstleistungen
Theater, Oper	Öffentliche Gebäude
Touristisches Informationszentrum	Öffentliche Gebäude
Transportgebäude	Gewerbe und Industrie
Trauerhalle	Öffentliche Gebäude
Treibhaus, Gewächshaus	Gewerbe und Industrie
Umspannwerk	Öffentliche Gebäude
Veranstaltungsgebäude	Öffentliche Gebäude
Vergnügungsstätte (allgemein)	Handel und Dienstleistungen
Versicherung	Handel und Dienstleistungen
Versicherungsgebäude	Handel und Dienstleistungen
Verwaltungsgebäude	Öffentliche Gebäude
Verwaltungsgebäude, Bürogebäude	Öffentliche Gebäude
Waschstraße, Waschanlage, Waschhalle	Handel und Dienstleistungen
Wartehalle	Gewerbe und Industrie
Werft	Gewerbe und Industrie
Werkstatt	Gewerbe und Industrie
Wirtschafts- oder Industriegebäude (allgemein)	Gewerbe und Industrie
Wirtschaftsgebäude	Gewerbe und Industrie
Wochenendhaus	Gewerbe und Industrie
Zollamt	Öffentliche Gebäude
Gebäude für Gewerbe und Industrie mit Wohnen	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Handel und Dienstleistung mit Wohnen	Handel und Dienstleistungen
Gebäude für öffentliche Zwecke mit Wohnen	Öffentliche Gebäude
Kirche	Öffentliche Gebäude

Kapelle	Öffentliche Gebäude
Kloster	Öffentliche Gebäude
Schloss	Öffentliche Gebäude
Gotteshaus	Öffentliche Gebäude
Wohn- und Geschäftsgebäude	Gewerbe und Industrie
Heizwerk	Gewerbe und Industrie
Fahrzeughalle	Gewerbe und Industrie
Gebäude für Vorratshaltung	Gewerbe und Industrie
Kirchturm, Glockenturm	Öffentliche Gebäude
Pumpstation	Gewerbe und Industrie
Umformer	Gewerbe und Industrie
Wasserturm	Gewerbe und Industrie
Wohngebäude mit Gemeinbedarf	Öffentliche Gebäude
Wohngebäude mit Gewerbe und Industrie	Gewerbe und Industrie
Wohngebäude mit Handel und Dienstleistungen	Handel und Dienstleistungen



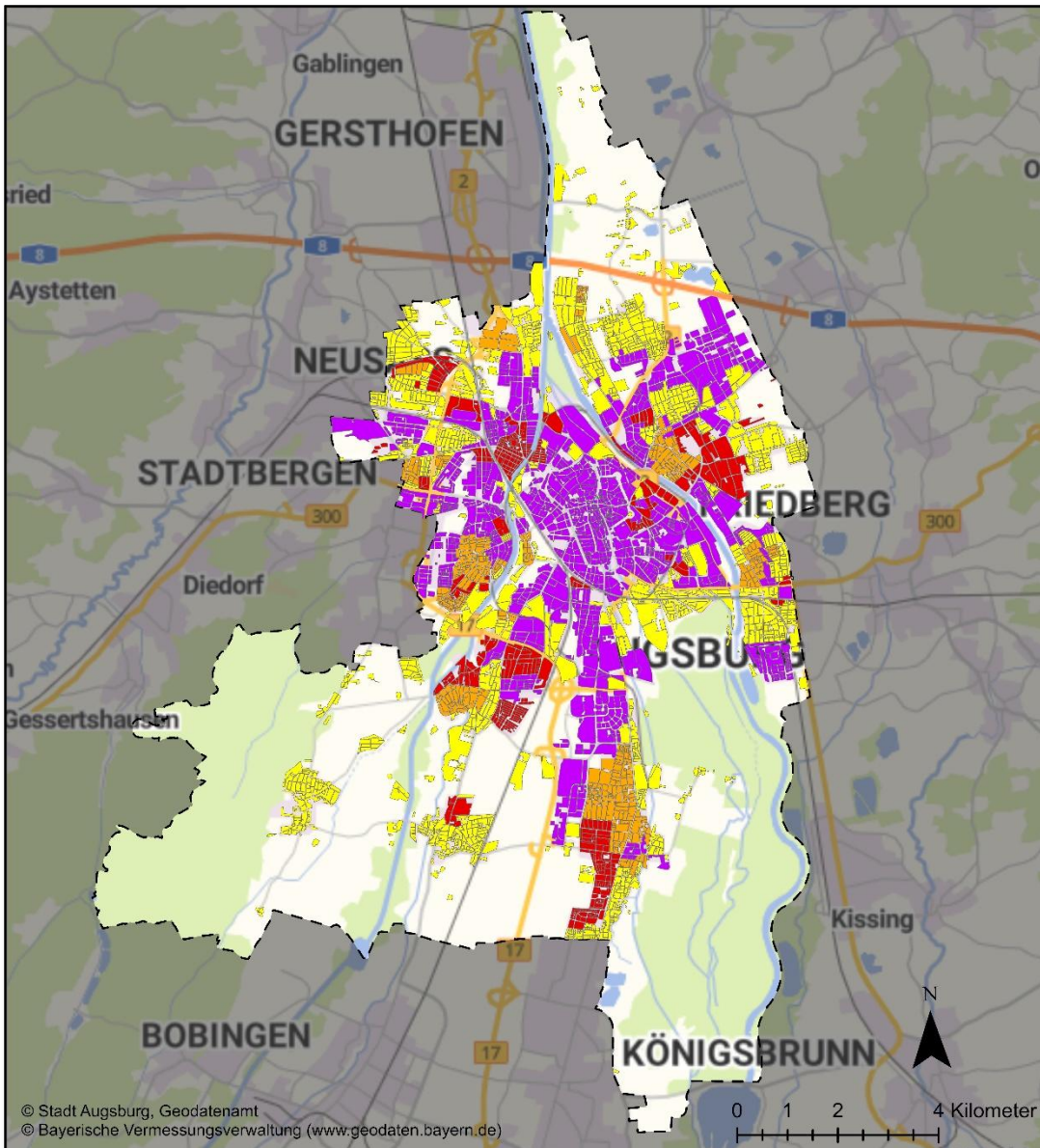
Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiete (Klimaschutzszenario)

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





Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublockebene.



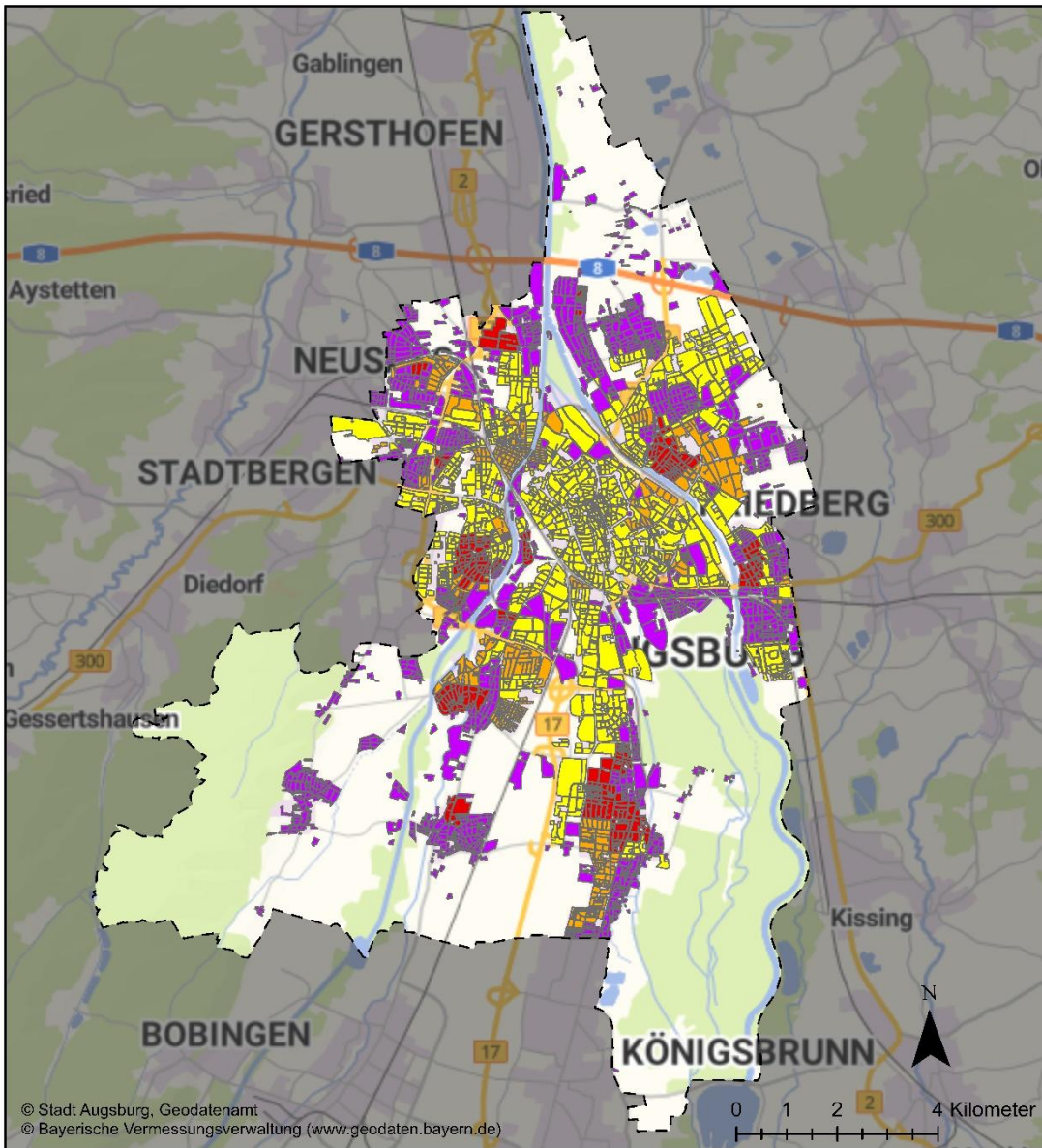
Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiete (Basis-Szenario)

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





 Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublockebene.

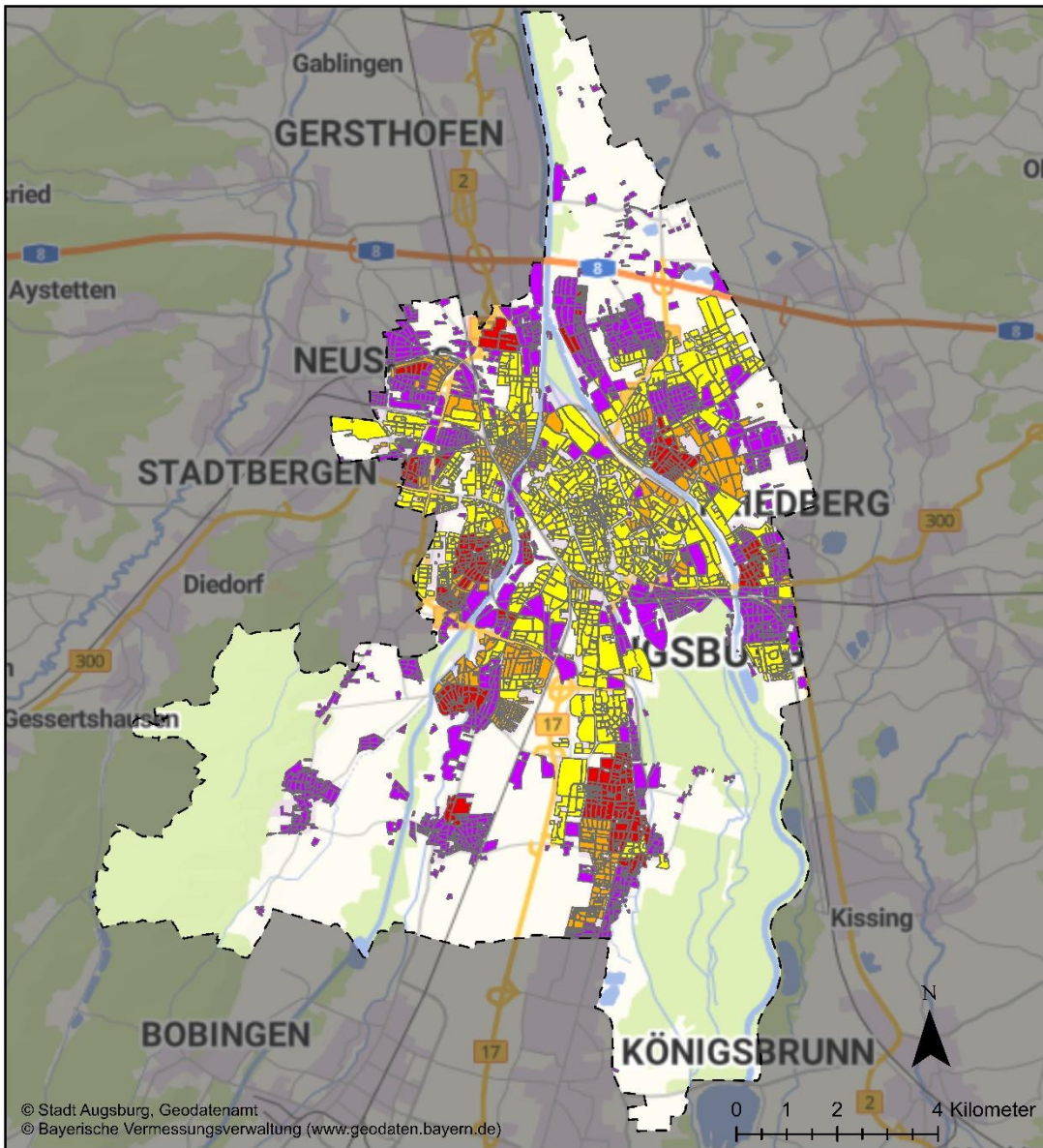


Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Gebiete für die dezentrale Versorgung (Klimaschutzszenario)





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

 Stadtgrenze

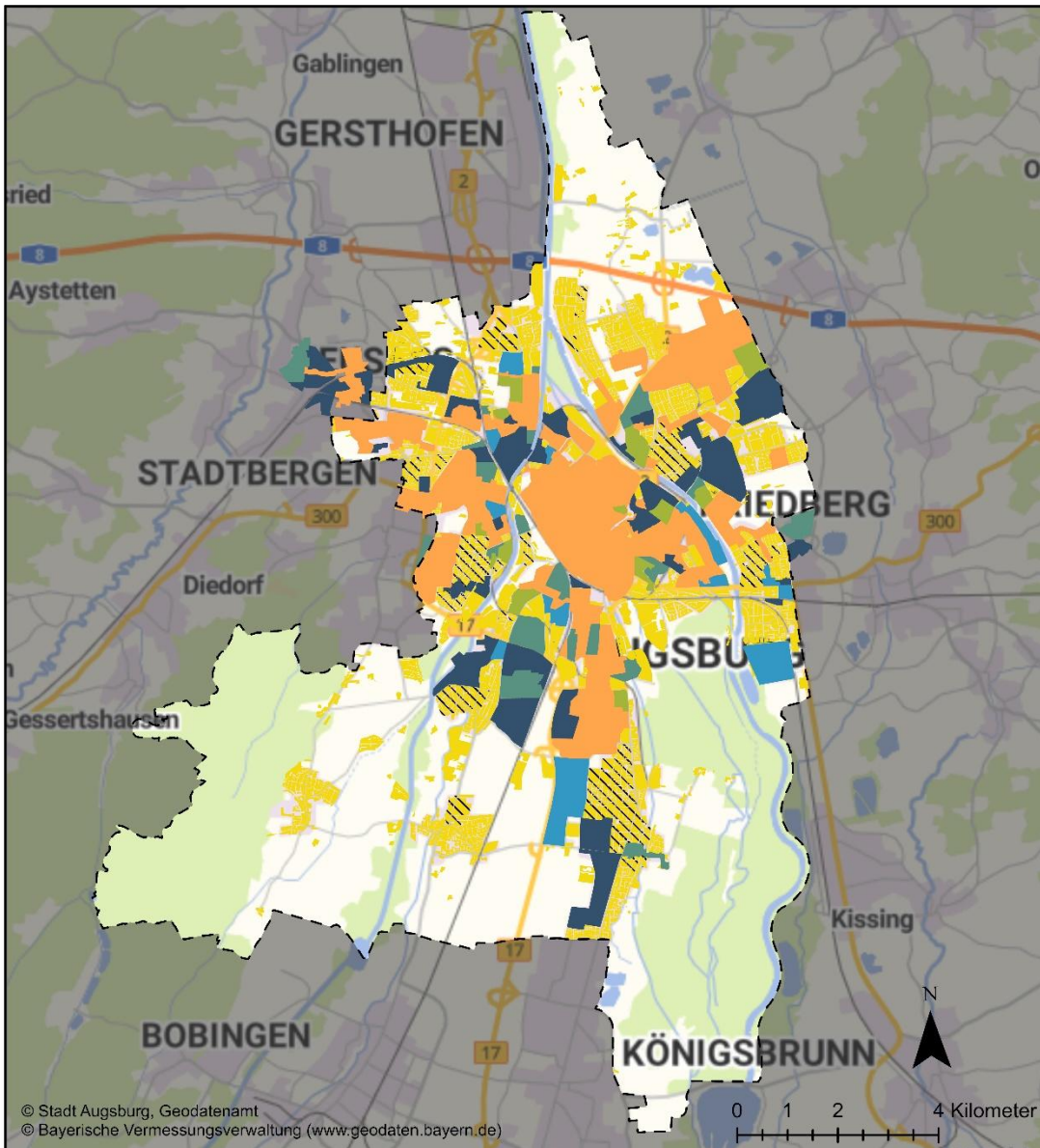


Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Gebiete für die dezentrale Versorgung (Basis-Szenario)

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

 Stadtgrenze





© Stadt Augsburg, Geodatenamt
 © Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)

Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiet

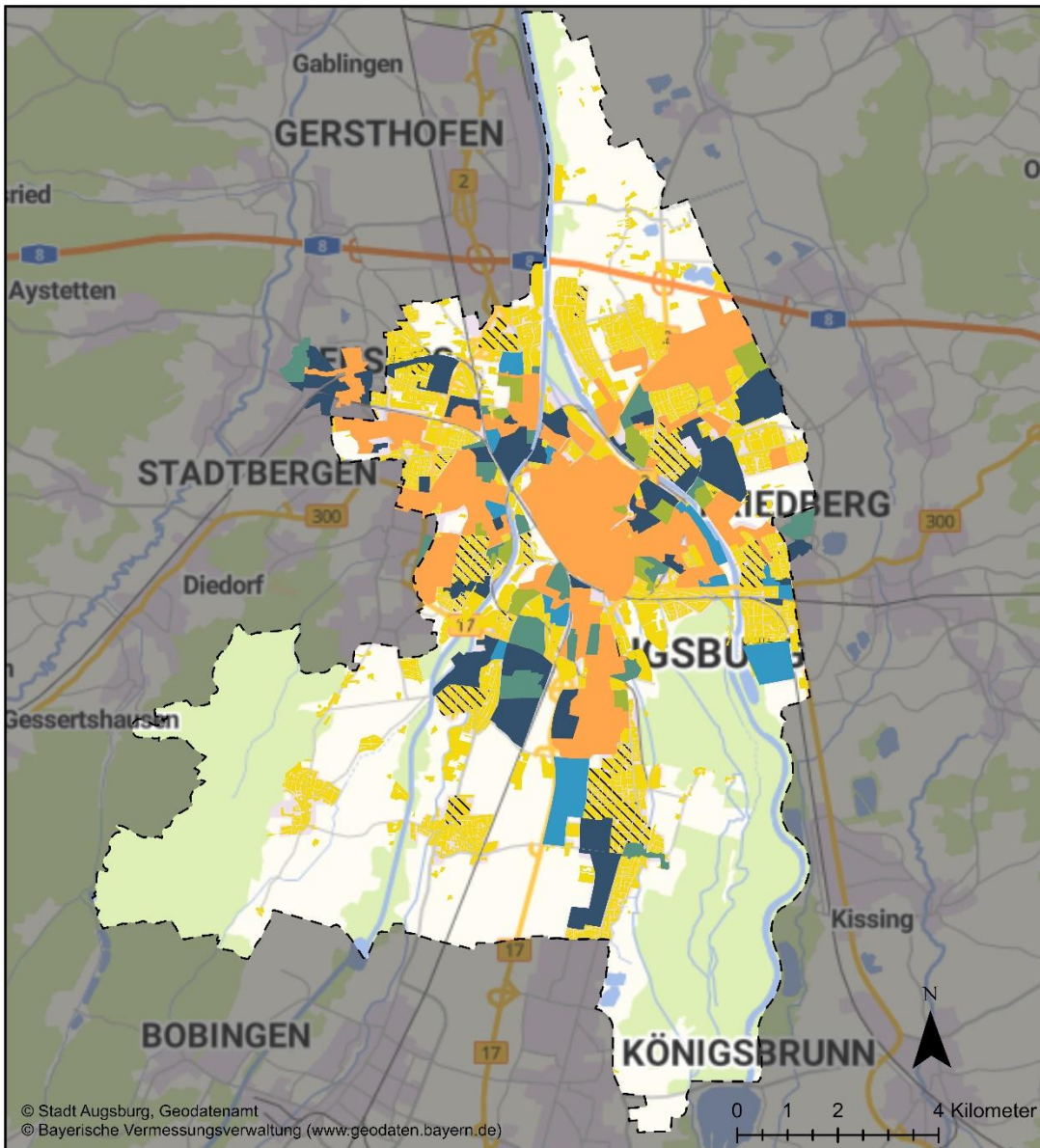
-  Kerngebiet
-  Ausbaugbiet 2025/26
-  Ausbaugbiet 2027/28
-  Ausbaugbiet 2029/30
-  Prüfgebiet

Dezentrale Eignungsgebiete

-  Gebiet mit hoher Wärmelinendichte (Dichte >4.000 kWh/ma im Trend-Szenario)
-  Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

 Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublock- und Versorgungsgebietsebene.





© Stadt Augsburg, Geodatenamt
 © Bayerische Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de)

Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Wärmenetzgebiet

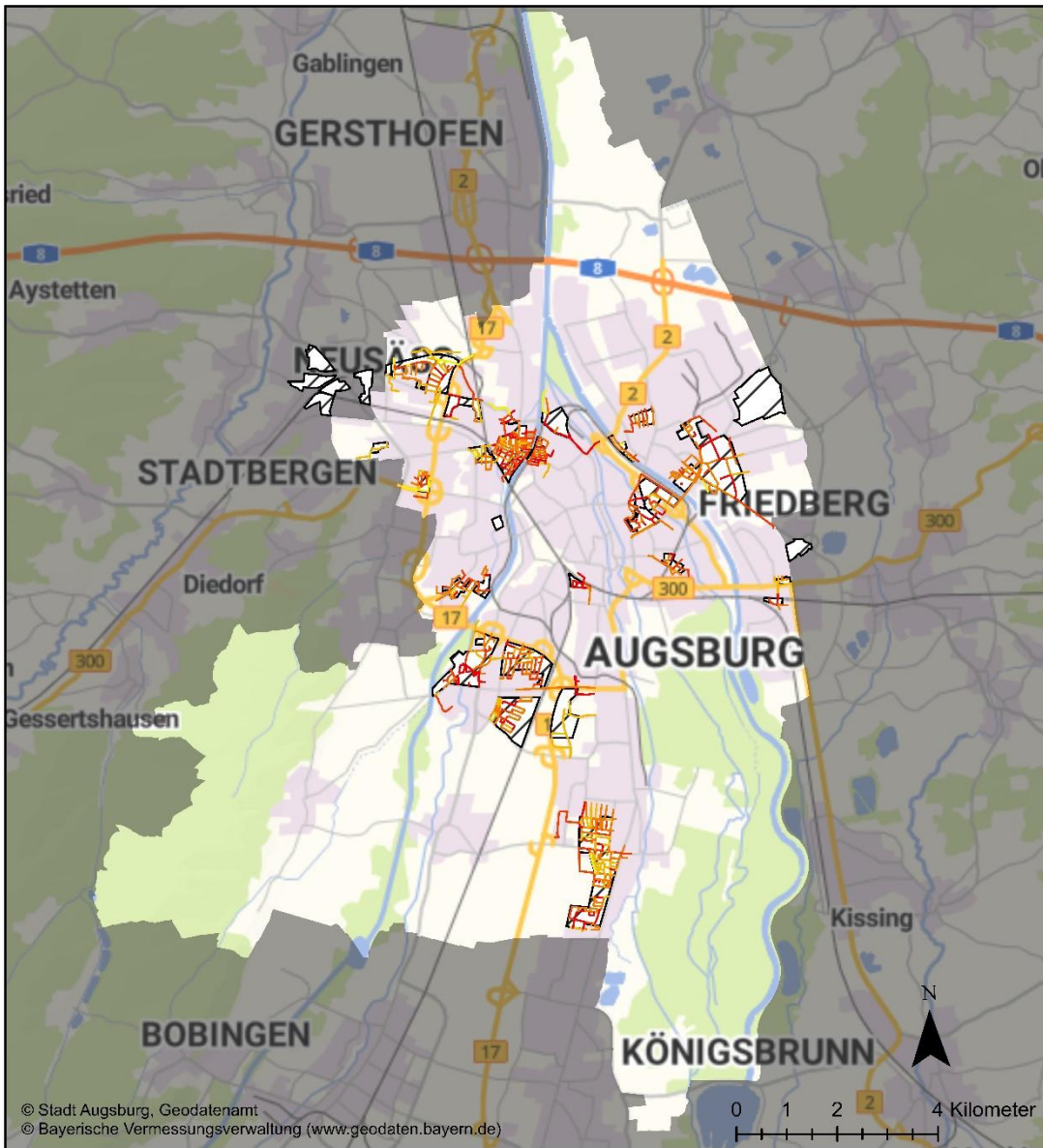
-  Kerngebiet
-  Ausbaugbiet 2025/26
-  Ausbaugbiet 2027/28
-  Ausbaugbiet 2029/30
-  Prüfgebiet

Dezentrale Eignungsgebiete

-  Gebiet mit hoher Wärmeliniendichte (Dichte 4.000 kWh/ma im Klimaschutzszenario)
-  Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

 Stadtgrenze

Aggregation: Aggregation auf Baublock- und Versorgungsgebietsebene.



Bestandsanalyse

Wärmenetzgebiet

 Prüfgebiet

Wärmelinien-dichte - Verbrauch

-  ≤ 1.000 kWh/m*a
-  ≤ 2.500 kWh/m*a
-  ≤ 5.000 kWh/m*a
-  ≤ 7.500 kWh/m*a
-  > 7.500 kWh/m*a

Aggregation: Datenschutzkonforme Aggregation (mindestens 5 Gebäude mit Verbrauchsdaten) auf Baublockebene.

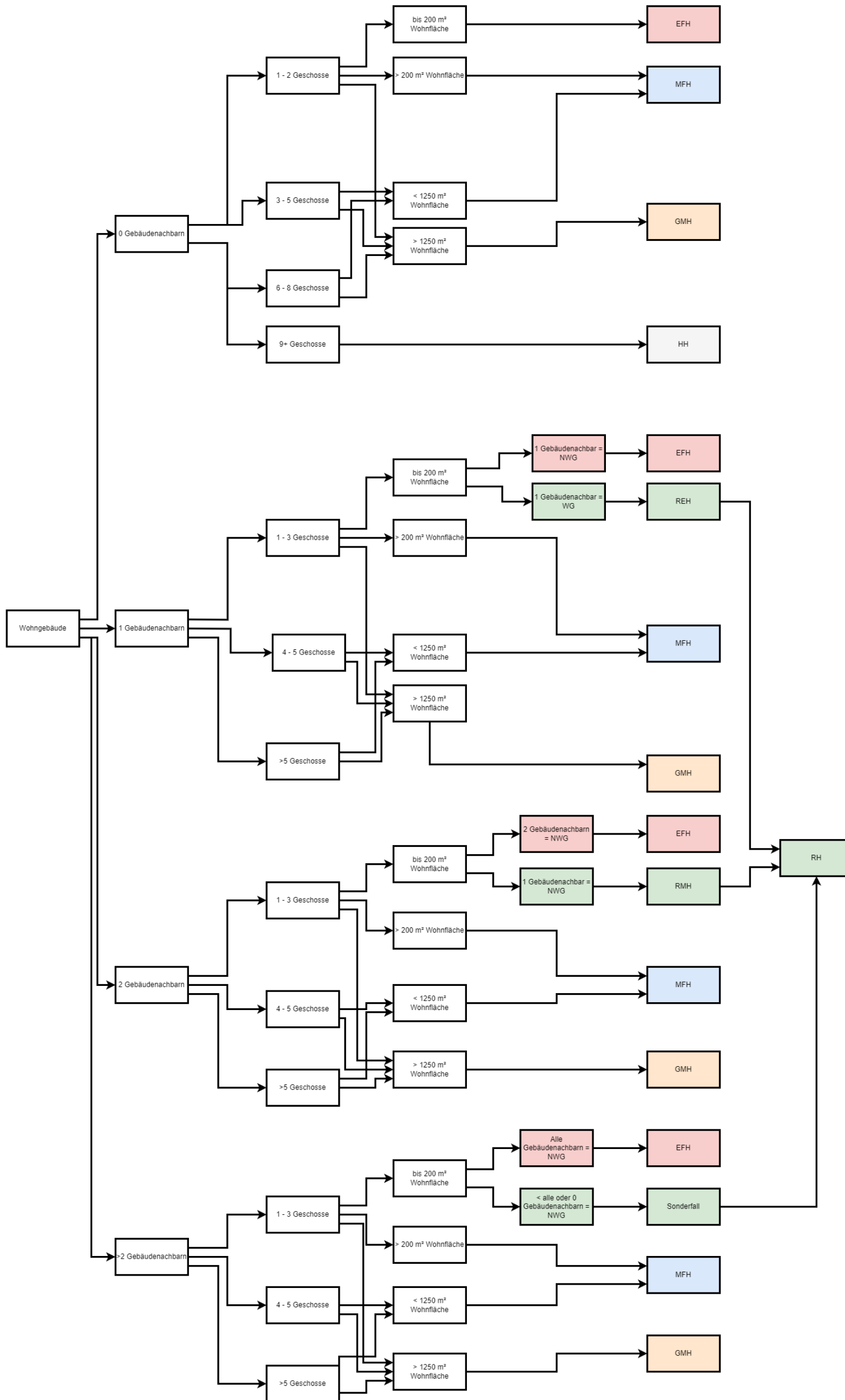


Abbildung 8-1: Fließbild zur Bestimmung des Bautyps bei Wohngebäuden (eigene Darstellung)