

Endbericht

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT SONTHOFEN

Auftraggeber

Stadt Sonthofen

Gartenstr. 7

85757 Sonthofen

Tel.: +49 8131 99-202

Ansprechpartner:

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Richard-Strauss-Straße 71

81679 München

muenchen@energielenker.de

Ansprechpartner:

Herr Dr.-Ing. Sebastian Weck-Ponten



Lesehinweis

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

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	10
1.1 Hintergrund & Motivation	10
1.2 Wärmeplanungsgesetz	10
1.3 Projektstruktur	11
2 Bestandsanalyse.....	12
2.1 Datengrundlage	12
2.2 Eignungsprüfung.....	14
2.3 Charakterisierung der Stadt Sonthofen.....	16
2.3.1 Demographische Entwicklung.....	16
2.3.2 Wirtschaft.....	16
2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz	16
2.4.1 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Stadt Sonthofen [review]	17
2.4.2 THG-Emissionen	20
2.5 Kartografische Darstellungen	23
2.5.1 Überwiegende Gebäudenutzung	23
2.5.2 Überwiegende Baualtersklasse	24
2.5.3 Wärmeverbrauch / -bedarf	26
2.5.4 Wärmeliniendichte.....	28
2.5.5 Überwiegender Energieträgeranteil	29
2.5.6 Infrastrukturanalyse.....	31
3 Potenzialanalyse	34
3.1 Einsparpotenzial	40
3.2 Biomasse	46
3.2.1 Biogene Festbrennstoffe	46
3.2.2 Biogaspotenzial.....	47
3.3 Umweltwärme.....	47
3.3.1 Abwasserwärmenutzung	48
3.3.2 Wärme aus Oberflächengewässern	49
3.3.3 Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	50

3.4	Geothermie	50
3.4.1	Tiefengeothermie.....	51
3.4.2	Oberflächennahe Geothermie.....	52
3.5	Solarthermie	57
3.6	Abwärme	60
3.6.1	Industrielle Abwärme	60
3.7	Wasserstoff	62
3.8	Sektorenkopplung	65
3.9	Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung	66
3.9.1	Photovoltaik	66
3.9.2	Windenergie.....	68
3.9.3	Wasserkraft.....	69
4	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario	71
4.1	Gebietseinteilung	71
4.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	74
4.2.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz.....	74
4.2.2	Eignung für dezentrale Versorgung.....	75
4.2.3	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff	77
4.2.4	Prüfgebiete	78
4.2.5	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	78
4.3	Zielszenario	80
5	Wärmewendestrategie.....	83
5.1	Maßnahmenvorschläge	83
5.2	Teilgebietssteckbriefe.....	86
5.2.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz.....	86
5.2.2	Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen	88
5.2.3	Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen.....	91
5.3	Fokusgebiete	94
5.3.1	Fokusgebiet Teilgebiet 7	95
5.3.2	Fokusgebiet Teilgebiet 16.....	97
5.3.3	Fokusgebiet Teilgebiet 18.....	99
5.4	Kommunikationsstrategie	102
5.5	Controllingkonzept.....	102

5.5.1	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz	103
5.5.2	Monitoring von Hauptindikatoren	103
5.5.3	Indikatoren für die Maßnahmen	104
5.5.4	Indikatoren für den Prozess	104
5.6	Verstetigungsstrategie	105
5.6.1	Rollierende Planung	105
5.6.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen	105
5.6.3	Politische Absicherung	106
5.6.4	Weitere Regelungen	107
6	Zusammenfassung	108
7	Literaturverzeichnis	109
Anhang		112
	Maßnahmensteckbriefe	112
	Teilgebietssteckbriefe	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Beplantes Gebiet nach Eignungsprüfung Stadt Sonthofen.....	15
Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Stadt Sonthofen	16
Abbildung 2-3: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren im Basisjahr.....	17
Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Stadt Sonthofen	18
Abbildung 2-5: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Energieträger im Basisjahr.....	18
Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Sonthofen.....	19
Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Sonthofen im Basisjahr	21
Abbildung 2-8: THG-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Sonthofen	21
Abbildung 2-9: Anteil THG-Emissionen nach Energieträger	22
Abbildung 2-10: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Energieträger.....	22
Abbildung 2-11 Überwiegende Gebäudenutzung in der Stadt Sonthofen.....	24
Abbildung 2-12 Überwiegende Baualtersklassen in der Stadt Sonthofen.....	25
Abbildung 2-13: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr der Stadt Sonthofen.....	26
Abbildung 2-14: Wärmedichte auf Baublockebene in der Stadt Sonthofen.....	27
Abbildung 2-15: Wärmeliniendichte der Stadt Sonthofen für das Basisjahr.....	29
Abbildung 2-16: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Stadt Sonthofen	30
Abbildung 2-17: Gasnetzverlauf der Stadt Sonthofen.....	32
Abbildung 2-18: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen Sonthofen	33
Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe	34
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der beiden Sanierungsszenarien für die Stadt Sonthofen.....	45
Abbildung 3-3: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025)	51
Abbildung 3-4: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Stadtgebiet von Sonthofen ..	54
Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Stadtgebiet von Sonthofen.....	56
Abbildung 3-6: Potenzialflächen für Grundwasserwärmepumpen in Sonthofen	57
Abbildung 3-7: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme	60
Abbildung 3-8: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus eigene Darstellung	61
Abbildung 3-9: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)	63
Abbildung 3-10: Wasserstoffkernnetz (eigene Darstellung).....	65
Abbildung 3-11: Bestehende Wasserkraftanlagen (Sonthofen).....	71
Abbildung 4-1 Einteilung der Stadt Sonthofen in Teilgebiete (Gesamtansicht).....	72
Abbildung 4-2 Einteilung der Stadt Sonthofen in Teilgebiete (Zoom).....	73
Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung	75
Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung	77
Abbildung 4-5: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Sonthofen.....	79
Abbildung 4-6: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Sonthofen.....	80
Abbildung 5-1: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen	84
Abbildung 5-2: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	86

Abbildung 5-3: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	88
Abbildung 5-4: Kartografische Darstellungen: Wärmeliniendichte sowie lokale Potenziale im Gebiet als auch in näherer Umgebung des Teilgebiets	92
Abbildung 5-5: Beispiel der lokalen Potenziale von Grundwasserbrunnensystemen	93
Abbildung 5-6: Darstellung der Fokusgebiete	94
Abbildung 5-7: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Teilgebiet 7.....	96
Abbildung 5-8: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten.....	97
Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Teilgebiet 16	98
Abbildung 5-10: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten.....	99
Abbildung 5-11: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Teilgebiet 18....	100
Abbildung 5-12: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten.....	101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger in Sonthofen	13
Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner im Basisjahr	19
Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2022.....	20
Tabelle 2-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden in Sonthofen im Basisjahr	23
Tabelle 2-5: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet der Stadt Sonthofen	31
Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	42
Tabelle 3-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	43
Tabelle 3-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024).....	44
Tabelle 3-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	44
Tabelle 3-5: Biomassepotenziale für die Stadt Sonthofen	47
Tabelle 3-6: Wertebereiche der Wassertemperaturen an der Messstation Sonthofen	50
Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Stadt Sonthofen	54
Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Stadt Sonthofen	55
Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Stadt Sonthofen.....	58
Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Stadt Sonthofen.....	59
Tabelle 3-11: Übersicht der Flächenpotenziale für PV-Freiflächen für die Stadt Sonthofen ..	67
Tabelle 3-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Photovoltaik auf Dachflächen für die Stadt Sonthofen.....	68
Tabelle 4-1: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr.....	81
Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahresritten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024)	82
Tabelle 5-1: Maßnahmenübersicht	85
Tabelle 5-2: Bestandsdaten Teilgebiete.....	87
Tabelle 5-3: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)	90
Tabelle 5-4: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile	91
Tabelle 5-5: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes.....	97
Tabelle 5-6: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes.....	99
Tabelle 5-7: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes.....	101

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Biomasseheizkraftwerk
BP	Bebauungsplan
BWN	Bayernwerke Natur
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid äquivalent
COP	Coefficient of Performance
DLM	Digitales Landschaftsmodell
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EW	Einwohnerwert Kläranlage
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWK	Stadtwerke Sonthofen
JAZ	Jahresarbeitszahl
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LOD	Level of Detail
MFH	Mehrfamilienhaus
NWG	Nicht-Wohngebäude
THG	Treibhausgas
WEA	Windenergieanlage
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1 Einleitung

1.1 Hintergrund & Motivation

Der Klimawandel ist nicht nur messbar, sondern seine Auswirkungen sind auch sicht- und spürbar. Allgegenwärtig sind der Temperaturanstieg sowie schmelzende Gletscher und Pole. Daraus resultieren ein steigender Meeresspiegel sowie eine Häufung von Extremwetterereignissen. Das Ausmaß der weiteren klimatischen Veränderung und die davon abhängigen Szenarien sind zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersehbar. Grund dieser Effekte sind vor allem die Emissionen von Treibhausgasen (THG). Die Erdgeschichte ist geprägt davon, dass die Temperaturen und CO₂-Emissionen steigen und fallen. Signifikant ist jedoch die Geschwindigkeit des aktuellen CO₂-Anstiegs, der deutlich macht, wie das menschliche Handeln eindeutig einen negativen Effekt auf unsere Umwelt hat.

Die EU hat sich Ziele gesetzt, um dieser Dynamik der Veränderung entgegenzuwirken. Diese Ziele beinhalten eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft, die Klimaneutralität bis 2050 und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Den Weg dahin sollen rund 50 Einzelmaßnahmen weisen, die zugleich den Übergang zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft bereiten. Deutschland will schon 2045 klimaneutral werden und Bayern zum aktuellen Zeitpunkt sogar bis 2040.

Die ILE Alpsee-Grünten ist eine Region im Allgäu, in der die Kommunen Immenstadt, Sonthofen, Blaichach, Burgberg und Rettenberg durch ein Integriertes Ländliches Entwicklungskonzept (ILEK) zusammenarbeiten, um die Lebensqualität, die Wettbewerbsfähigkeit und die nachhaltige Entwicklung der Region zu fördern. Das ILEK konzentriert sich auf Bereiche wie Zusammenarbeit, Landwirtschaft, Biodiversität, Energie, Klimaschutz, Mobilität sowie Infrastruktur, Soziales und Kultur, um die Region als Lebens-, Arbeits- und Erholungsraum zu sichern und weiterzuentwickeln.

1.2 Wärmeplanungsgesetz

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Instrument, welches den Kommunen ermöglicht, das Thema Wärme im Rahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung zu gestalten. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, den optimalen und kosteneffizientesten Weg zu einer umweltfreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung vor Ort zu finden. Die Wärmeplanung bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Bereich Wärme sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der konsequente Ansatz, der auf Klimaneutralität ausgerichtet ist, gibt den kommunalen Entscheidungsträgern eine strategische Handlungsgrundlage. Ein Wärmeplan ersetzt jedoch niemals eine detaillierte Fachplanung vor Ort.

Die Bestimmungen zum Umfang, Inhalt und damit verbundenen Befugnissen und Verpflichtungen der kommunalen Wärmeplanung sind im Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Abk. Wärmeplanungsgesetz – WPG) für alle Kommunen festgelegt. Das WPG wurde am 17. November 2023 vom Bundestag beschlossen und ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten. Das WPG verpflichtet jede Kommune im Bundesgebiet zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans. Kommunen mit einer Einwohnergröße über 100.000 Einwohner müssen bis zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan vorlegen, Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner haben bis zum 30. Juni 2028 Zeit.

Im WPG werden Angaben getätigt, welche Inhalte eine Wärmeplanung erfüllen muss, um den Gesetzesvorgaben zu entsprechen. Mit diesem Vorgehen möchte die Bundesregierung einen einheitlichen, bundesweiten Standard schaffen, der die Planungs- und Investitionssicherheit erhöht sowie klare Zuständigkeiten benennt. Ziel der Wärmeplanung ist es, den vor Ort besten und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln und so das übergeordnete Klimaneutralitätsziel in Deutschland bis 2045 bzw. in Bayern 2040 voranzutragen.

Mit dem WPG wurden die Länder verpflichtet, die Erstellung der Wärmeplanungen in einem Landesgesetz umzusetzen und die Erstellung der Wärmeplanungen zu kontrollieren und finanziell zu unterstützen. In Bayern ist das Landesgesetz seit dem 01.01.2025 gültig.

1.3 Projektstruktur

Zur erfolgreichen Erstellung des kommunalen Wärmeplans bedarf es einer ausführlichen Vorarbeit und einer systematischen Projektbearbeitung. Hierzu sind unterschiedliche Arbeitsschritte notwendig, die aufeinander aufbauen und die relevanten Einzelheiten sowie projektspezifischen Merkmale einbeziehen. Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine nach Vorgabe des WPG § 13 gliedern:

1. den Beschluss oder die Entscheidung der planungsverantwortlichen Stelle über die Durchführung der Wärmeplanung
2. Eignungsprüfung
3. Bestandsanalyse
4. Potenzialanalyse
5. Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios
6. Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, sowie die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr
7. Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des geplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen

Die einzelnen Bausteine bauen aufeinander auf und sind nicht trennscharf abzugrenzen. Die Vorgehensweise der einzelnen Arbeitsschritte wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben.

2 Bestandsanalyse

Um eine nachhaltige Wärmestrategie zu entwickeln, ist es zunächst notwendig die aktuelle Situation zu analysieren und darzustellen. In den folgenden Abschnitten werden die Datengrundlage, die Charakterisierung der Stadt Sonthofen, kartografische Darstellungen und die Energie- und Treibhausgasbilanz vorgestellt.

2.1 Datengrundlage

Maßgeblich für den Umfang und die Qualität der Daten ist die Anlage 1 zu § 15 des WPG. Für die Bestands- und Potenzialanalyse in Sonthofen wurden u. a. folgende Daten berücksichtigt:

- ▶ ALKIS-Daten (u. a. Flurstücke, Adressen, Gebäudepolygone, Gebäudetyp)
- ▶ Landschaftsmodell (BasisDLM+)
- ▶ 3D-Gebäudemodelle (CityGML LoD 2)
- ▶ Bezirksschornsteinfegerdaten (Straßenzugsebene)
- ▶ Zensusdaten aus der Befragung 2022 (Beheizungsstruktur, Baualter)
- ▶ Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern
- ▶ Versorgungsstruktur der Erdgas- und Wärmenetze inkl. Ausbauplänen
- ▶ Kommunale Gebäudestatistiken
- ▶ Beschlossene, noch nicht umgesetzte Projekte der Wärmeversorgung
- ▶ Laufende und geplante Infrastrukturmaßnahmen (u. a. Netzausbau, Modernisierung von Netzen sowie Tief- und Straßenbau)
- ▶ Weitere Daten u. a. zu Abwasserleitungen, unvermeidbaren Abwärmepotenzialen, Biomasse, Biogas, Wasserstoff, Denkmalschutz, Siedlungsentwicklung (z. B. ausgewiesene Neubaugebiete)
- ▶ Daten des Energie-Atlas Bayern
- ▶ Daten des Umweltatlas Bayern
- ▶ Umfrage
- ▶ Weitere angefragte Daten und Layer (z. B. shapes) von verschiedenen Informationsquellen

Öffentlich zugängliche Informationen wie z. B. das Baujahr wurden überwiegend rasterbasiert erfasst und auf die gebildeten Baublöcke und die enthaltenen Adressen verteilt.

Ziel der Datenerhebung ist es, einen möglichst hohen Anteil an Realdaten (z. B. abgerechnete Verbrauchsdaten) zu berücksichtigen und so eine hohe Datengüte zu erreichen. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger Strom, Wärmenetz und Erdgas wurden von den folgenden Netzbetreibern und dem kommunalen Wärmenetzbetreiber bereitgestellt (siehe Tabelle 2-1).

Die Verbrauchsdaten wurden für mehrere Jahre angefragt. Es liegen hauptsächlich Daten zu den Jahren 2022, 2023 und 2024 vor, teilweise auch zu 2021. Um die jahresübergreifende Witterung auszugleichen und um eine wetterunabhängige Ausgangsbasis für die Wärmeplanung bereitzustellen, wurden die Verbräuche der jeweiligen Jahre mit den Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes witterungsbereinigt (Deutscher Wetterdienst, 2023). Aus den witterungsbereinigten Verbrauchsdaten wurden Mittelwerte gebildet, die zur Analyse der Ist-Situation und zur Bilanzierung herangezogen wurden. Der Zeitpunkt dieser Referenzsituation wird als Basisjahr bezeichnet.

Tabelle 2-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger in Sonthofen

Energieträger	Netzbetreiber	Wärmeverbrauch
Wärmenetz	Sozial-Wirtschafts-Werk des Landkreises Oberallgäu Wohnungsbau GmbH, Umfrage	Adressscharf
Erdgas	Schwaben Netz GmbH	Baublöcke des Versorgers
Umweltwärme / Wärmepumpe	AllgäuNetz GmbH & Co. KG	Baublöcke des Netzbetreibers; Wärmeverbrauch aller registrierten Wärmepumpen und Stromdirektheizungen

Bei der Erhebung, Verarbeitung und Visualisierung der gesammelten Daten werden die Vorgaben an den Datenschutz stets eingehalten. Dabei müssen sowohl bei der Datenerfassung als auch bei der Darstellung entsprechende Richtlinien eingehalten werden. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen:

- ▶ Daten von Aggregatoren (z.B. Energieversorgern) wurden für mindestens fünf Gebäude aggregiert übermittelt. Auf Basis der Gebäudedaten (Nutzfläche) wurde die Summe der Gebäude disaggregiert und verteilt. Dadurch können adress-/gebäudescharfe Verbräuche ermittelt werden, die dennoch den Datenschutzbestimmungen entsprechen, da sie einen gemittelten Wert darstellen. Dabei kann es entsprechend zu Abweichungen vom tatsächlichen Verbrauch kommen.
- ▶ Zudem wurde im Rahmen einer Umfrage Daten zu einzelnen Gebäuden ermittelt, die von den Datenlieferanten zur Nutzung in der Wärmeplanung freigegeben wurden. Diese liegen entsprechend adressscharf vor und wurden so weiterverarbeitet.
- ▶ Um den Datenschutz für alle genutzten Daten zu gewährleisten, werden alle adressscharfen Daten in der Darstellung auf Baublockebene aggregiert.

Dabei kann es vorkommen, dass manche Baublöcke über natürliche Trennungen wie Schienenwege, sonstige natürliche Trennungen (z. B. Fließgewässer) und den Straßenverkehr hinausragen. Diese Baublöcke bilden die kleinste Einheit innerhalb der kartografischen Darstellungen.

Die von den Versorgern gebildeten Baublöcke wichen von den für die kommunale Wärmeplanung gebildeten Baublöcken ab. Folglich wurden die Verbrauchswerte aus den Baublöcken der Netzbetreiber in die bestehenden Baublöcke für den kommunale Wärmeplan umverteilt. Dazu wurden die baublockbezogenen Energieverbräuche anhand der Gebäudeanzahl im Baublock sowie der beheizten Nutzflächen der Einzelgebäude adressscharf aufgeteilt. Anschließend wurden die Daten der Einzeladressen auf die Baublöcke für den kommunale Wärmeplan aggregiert.

Die Gasverbrauchsdaten wurden brennwertbezogen übermittelt. Diese wurden für die weitere Nutzung auf den Heizwert umgerechnet. Schließlich wurden die Heizwertdaten mit einem Erzeugerwirkungsgrad von 90 % multipliziert. Folglich sind die Wärmeverbräuche in der Form von Erzeugernutzwärmeabgaben berücksichtigt.

Für viele Gebäude lagen keine Verbrauchswerte vor. Für diese Gebäude wurden spezifische Energiebedarfswerte berechnet. Auf Basis der adressscharfen und witterungsbereinigten Verbräuchen der Versorger, des Baualters und des Gebäudetyps wurden Energiewerte nach beheizter Nutzfläche für Typgebäude gebildet und den Gebäuden zugewiesen, die eine ähnliche Nutzung, eine äquivalente (überwiegende) Baualtersklasse und einen äquivalenten Gebäudetyp aufweisen. Für alle Gebäude, die nicht-leitungsgebunden versorgt werden und für die keine weiteren Daten der energetischen Versorgung zur Verfügung standen, konnten somit auf Grundlage von realen Gasverbrauchsdaten Bedarfswerte zugewiesen werden.

Für eine große Anzahl an Gebäuden war zusätzlich der Energieträger unbekannt. Der Energieträger dieser Gebäude wurde überwiegend anhand der Zensusdaten ermittelt. Für einzelne Gebäude, die nicht im ZENSUS abgebildet werden (Nichtwohngebäude) und für die keine Information bezüglich des Energieträgers vorliegen, konnte kein Energieträger zugewiesen werden.

Die Kkehrbuchdaten konnten aufgrund der Straßenbezugsebene nicht für die Berechnung des adressscharfen Wärmebedarfs oder die Zuordnung des Energieträgers herangezogen werden, da eine Zuordnung der Gebäude auf einzelne Adressen bzw. auf Baublöcke – insbesondere bei langen Straßen – nicht sinnvoll möglich ist. Zusätzlich bestehen Unschärfen in den Kkehrbuchdatensätzen aufgrund von datenschutzrechtlichen Randbedingungen in Bayern.

Während der Bestandsanalyse wurden die Daten und Informationen in einer Datenbank gesammelt sowie in einem geographischen Informationssystem (GIS) gespeichert und weiterverarbeitet. Die gesammelten Informationen (wie z. B. Energieverbräuche, Verteilung der eingesetzten Energieträger, Alter des Gebäudebestandes) und deren GIS-gestützte Verortung bilden die Grundlagen für die kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse sowie für die weiteren Analysen.

2.2 Eignungsprüfung

Im Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist in § 14 vorgesehen, dass für das gesamte Planungsgebiet oder für Teilgebiete eine Eignungsprüfung durchgeführt werden muss, um eine Entscheidung zu treffen, welche Teilgebiete sich nicht für eine vollumfängliche Wärmeplanung, sondern für eine verkürzte Wärmeplanung eignen. Bedingung laut § 14 Absatz 4 WPG ist die Einschätzung, ob das Planungsgebiet oder Teilgebiete sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eignen für die Versorgung über ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz.

Durch das Ergebnis der Eignungsprüfung kann insbesondere auf die Erhebung bestimmter Daten im Rahmen einer verkürzten Wärmeplanung verzichtet werden. Darüber hinaus kann in Teilgebieten, die bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt vollständig oder nahezu vollständig aus erneuerbaren Energien oder aus nicht vermeidbarer Abwärme versorgt werden, auf eine Wärmeplanung nach § 14 Absatz 6 WPG ganz verzichtet werden.

Für die Eignungsprüfung sind die bestehenden Energieinfrastruktur wie z. B. Gasnetze, Wärmenetze, die Wärmelinienichte und die Möglichkeiten der Versorgung über ein Wasserstoffnetz als Prüfindikatoren herangezogen worden. Das Ergebnis ist in Abbildung 2-1 dargestellt.

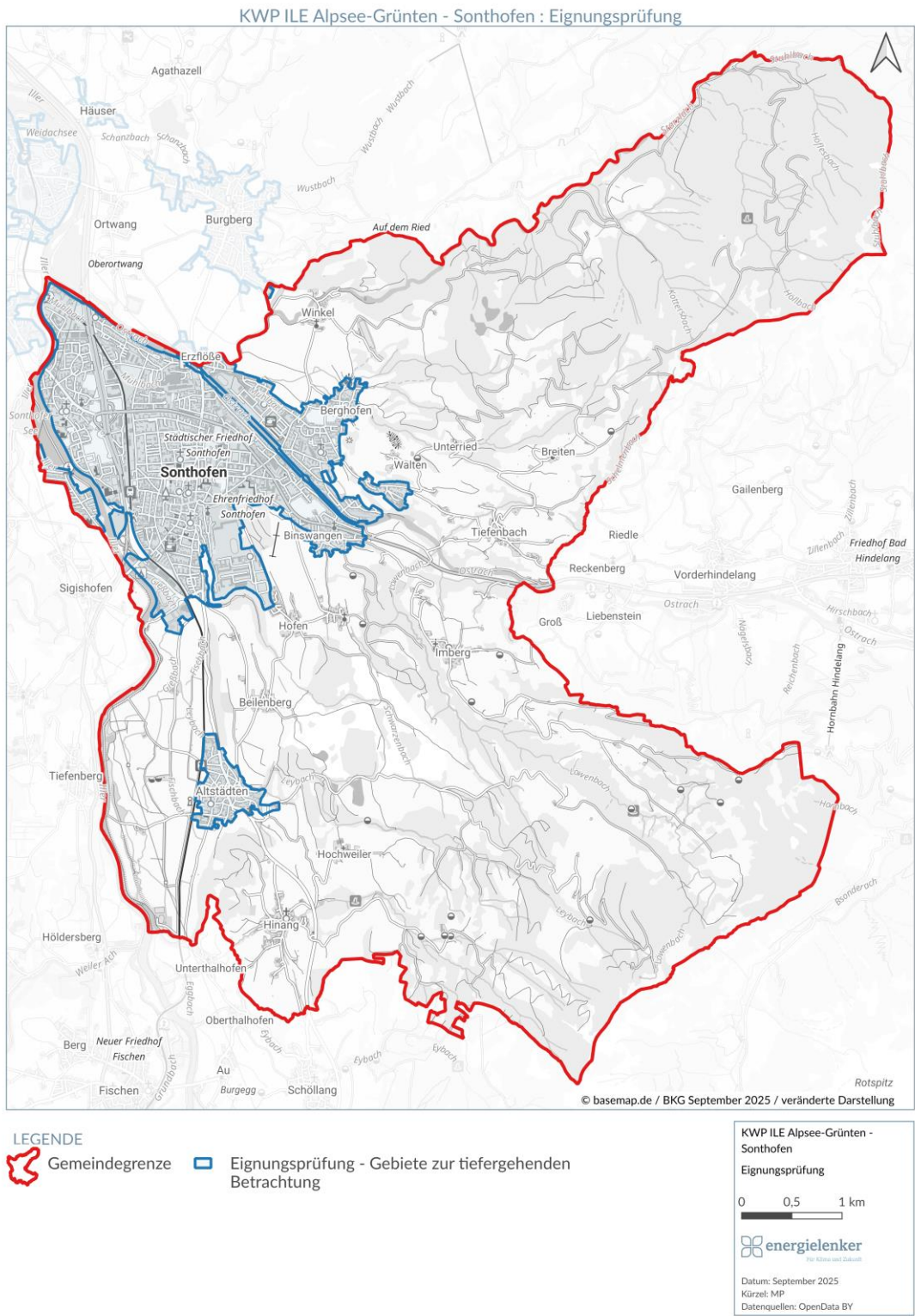


Abbildung 2-1: Beplantes Gebiet nach Eignungsprüfung Stadt Sonthofen

2.3 Charakterisierung der Stadt Sonthofen

2.3.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2022 wohnten 21.600 Menschen in Stadt Sonthofen. Bis zum Jahr 2039 soll die Bevölkerungszahl der Stadt Sonthofen auf 21.900 Menschen steigen. Es sind die Bevölkerungszahlen des Statistischen Landesamt für Bestandsanalyse herangezogen worden (Statistik B. L., 2021). Im Vergleich zum Jahr 2022 wäre das ein Bevölkerungsanstieg von etwa 1,37 %, bzw. 300 Personen.

2.3.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in der Stadt Sonthofen besteht im Jahr 2022 aus einer Mischung aus Großunternehmen, klein- und mittelständischen Unternehmen sowie Start-Ups und Handwerksbetrieben. Hierzu zählen folgende Branchenzugehörigkeiten samt der Gebäudeanzahl laut IHK-Standortportal Bayern (IHK-Standortportal, 2025):

- ▶ Industrie (Anzahl: 150)
- ▶ Einzelhandel (366)
- ▶ Großhandel (114)
- ▶ Verkehr und Logistik (22)
- ▶ Gastgewerbe (162)
- ▶ Dienstleistungen für Unternehmen (429)
- ▶ Dienstleistungen für Personen (357)

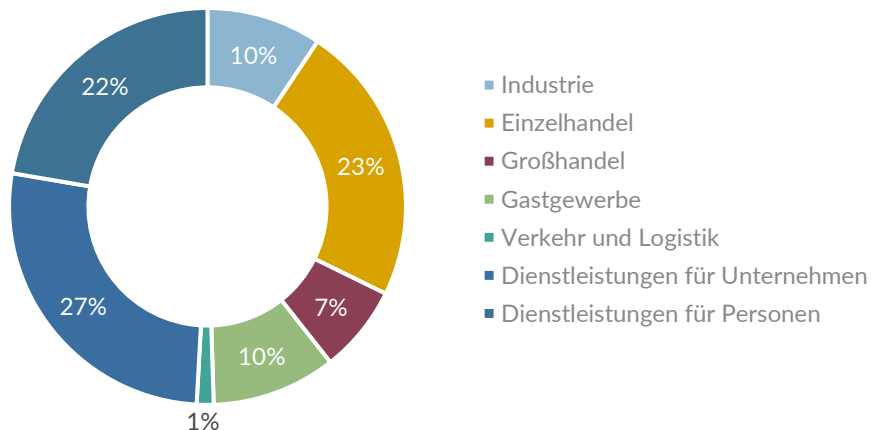


Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Stadt Sonthofen

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Sonthofen dargestellt. Der tatsächliche Energieverbrauch ist dabei für das Basisjahr erfasst und bilanziert worden. Die Grundlage der Bilanzierung bilden die GIS-Daten, die jeder Adresse anhand unterschiedlicher Datengrundlagen zugeordnet wurden (vgl. Abschnitt 2.1).

Aufgrund der Anforderungen aus dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist die Energiebilanz in der kommunalen Wärmeplanung ausschließlich auf die Endenergieträger beschränkt, die zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Für den Stromverbrauch werden nur die relevanten Anteile für den Betrieb von Wärmepumpen und strombetriebenen Direktheizungen (z. B. Nachtspeicheröfen) für die Bilanz herangezogen. Für die Energie- und Treibhausgasbilanz wurde ein internes Bilanztool und die gebäudescharfen GIS-Daten herangezogen.

2.4.1 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Stadt Sonthofen [review]

Im Basisjahr weist die Stadt Sonthofen sektorenübergreifend einen Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung von 226.967 MWh auf. In Abbildung 2-3 wird die prozentuale Verteilung der Endenergieverbräuche im Wärmesektor nach Verwendung dargestellt. Die privaten Haushalte nehmen im Basisjahr mit 60 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch ein. Der Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) hat einen Anteil von 39 %. Auf den Sektor kommunale Einrichtungen entfällt lediglich ein Anteil von 1 %. In Abbildung 2-4 sind die Verbräuche nach Sektoren in absoluten Werten dargestellt.

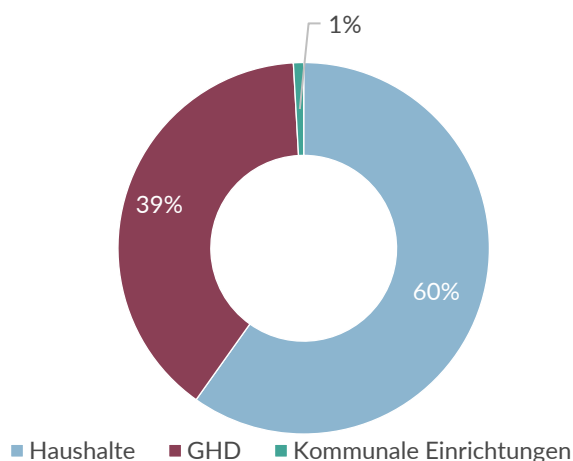


Abbildung 2-3: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren im Basisjahr

Aus Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6 ist der Wärmeverbrauch pro Energieträger ersichtlich. Den größten Anteil der Wärmeversorgung nimmt Erdgas mit 40 % (91.718 MWh) ein. Gefolgt von Heizöl mit 36 % (81.265 MWh) und Wärmenetzanschlüssen mit 18 % (40.076 MWh). Die Umweltwärme (Nutzung erneuerbarer Wärmequellen über Wärmepumpen) nimmt einen Anteil von knapp 2 % (4.893 MWh) ein. Biomasse und Wärmepumpen sind für 4 % bzw. 2 % der Versorgung verantwortlich. Die durch Wärmepumpen erzeugte Wärmemenge wurde für die Bilanz mithilfe einer angenommenen durchschnittlichen Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 aus der dafür aufgewendeten Strommenge berechnet. Es ist zu beachten, dass auf Grund der Lesbarkeit die Energieträger mit einem Anteil kleiner 2 % in der Kategorie Sonstige zusammengefasst wurden. Dies betrifft die Energieträger Solarthermie, Biogas, Stromdirektheizung, restliche nichtleitungsgebundene und Flüssiggas.

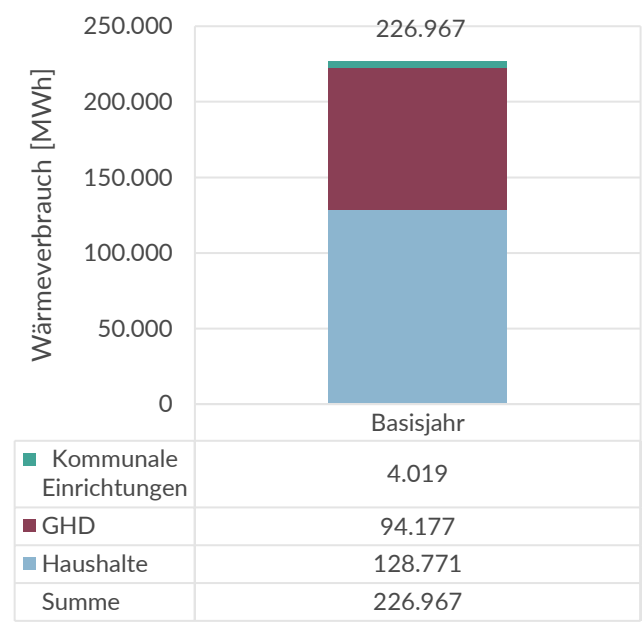


Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Stadt Sonthofen

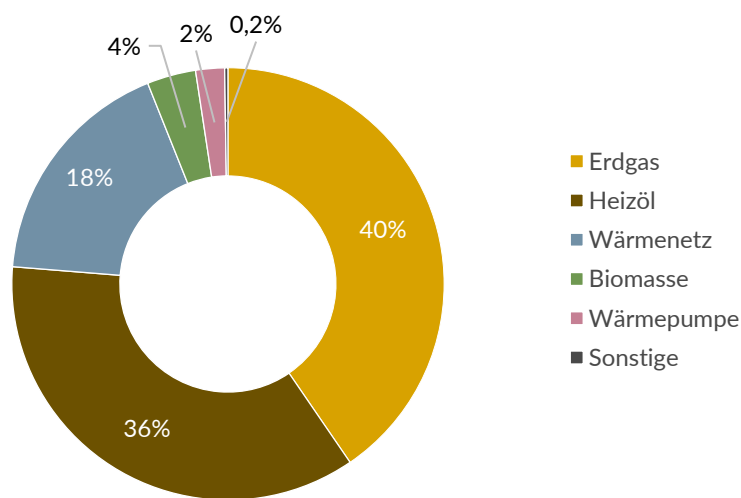


Abbildung 2-5: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Energieträger im Basisjahr

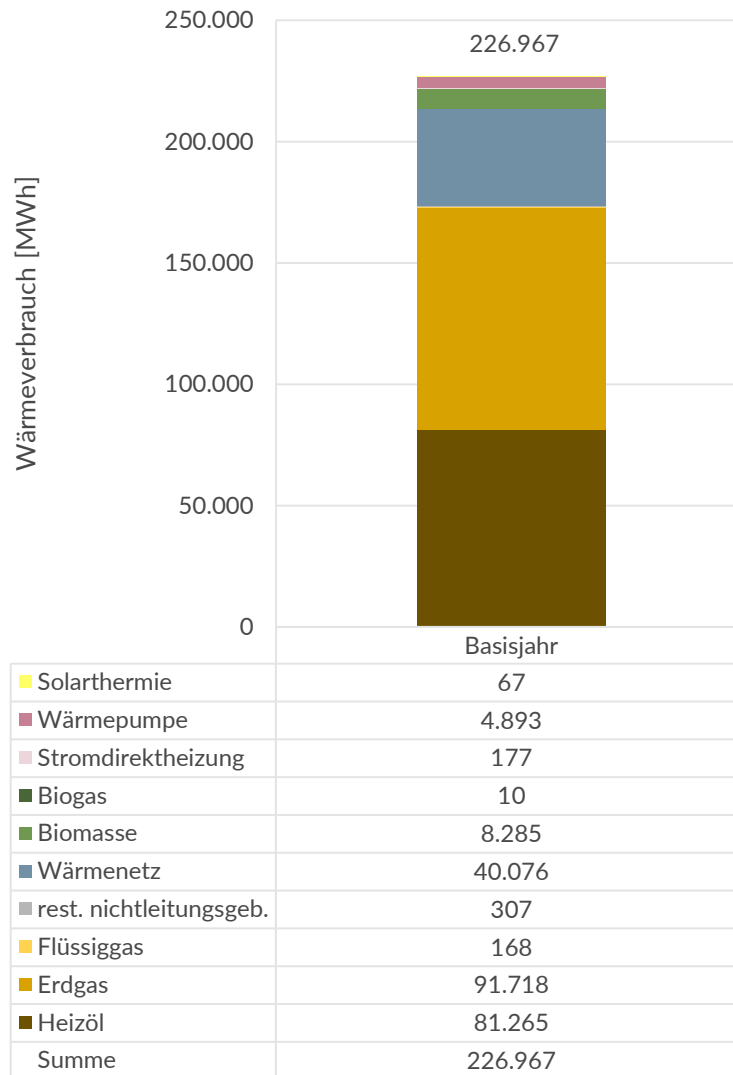


Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Sonthofen

Endenergieverbrauch pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen Endenergieverbräuche aus *Abbildung 2-4* und *Abbildung 2-6* sind in der Tabelle 2-2 pro Einwohner dargestellt. Im Basisjahr hatte Sonthofen 21.600 Einwohner, der Endenergieverbrauch pro Person lag bei 10,51 MWh.

Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner im Basisjahr

	Endenergieverbrauch pro Einwohner in MWh/Person
<i>Haushalte</i>	5,96
<i>Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)</i>	4,36
<i>Kommunale Einrichtungen</i>	0,19
Summe	10,51

2.4.2 THG-Emissionen

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig. Für die THG-Emissionsfaktoren sind die Werte aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) herangezogen worden. In Tabelle 2-3 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt.

Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2022

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO _{2e} /kWh]			
Strom	505	Flüssiggas	276
Heizöl	313	Braunkohle	445
Erdgas	257	Steinkohle	433
Holz	22	Heizstrom	505
Umweltwärme	158	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	23	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	121	Abfall	27
Wärmenetz	66	rest. nichtleitungsgeb.	258

Der Emissionsfaktor für die restlichen nichtleitungsgebundenen Energieträger ist anhand der Schornsteinfegerdaten der Gesamtkommune auf die Energieträger Biomasse und Heizöl nach ihrer Gewichtung aufgeteilt worden.

Nachfolgend werden die THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern sowie pro Einwohner dargestellt.

Im Basisjahr weist die Stadt Sonthofen sektorenübergreifend THG-Emissionen von 52.825 tCO_{2e} für die Wärmebereitstellung auf. Abbildung 2-7 zeigt die prozentuale Verteilung der THG-Emissionen für die Sektoren der Stadt Sonthofen.

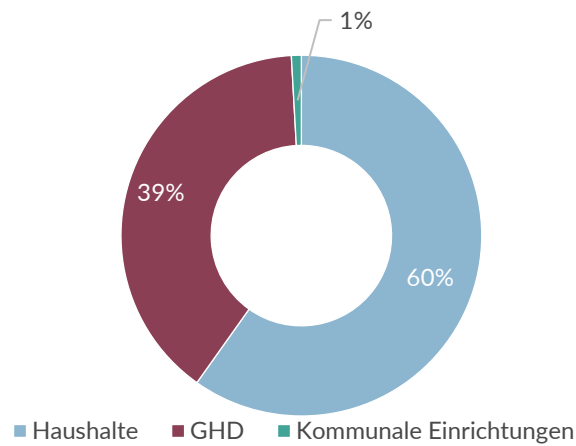


Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Sonthofen im Basisjahr

In Abbildung 2-8 sind die THG-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Sonthofen dargestellt. Die meisten THG-Emissionen verursacht der Haushaltssektor mit rund 31.607 tCO₂e (60 %) im Basisjahr. Der GHD-Sektor emittiert 20.750 tCO₂e (39 %). Die kommunalen Einrichtungen erzeugen 469 tCO₂e (1 %).

In Abbildung 2-9 sind die Emissionen nach Verwendung der Energieträger und in Abbildung 2-10 nach prozentualer Gewichtung dargestellt.

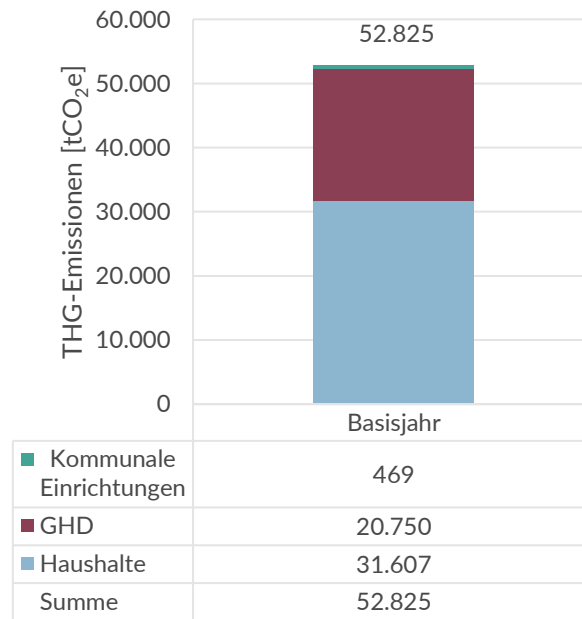


Abbildung 2-8: THG-Emissionen nach Sektoren in der Stadt Sonthofen

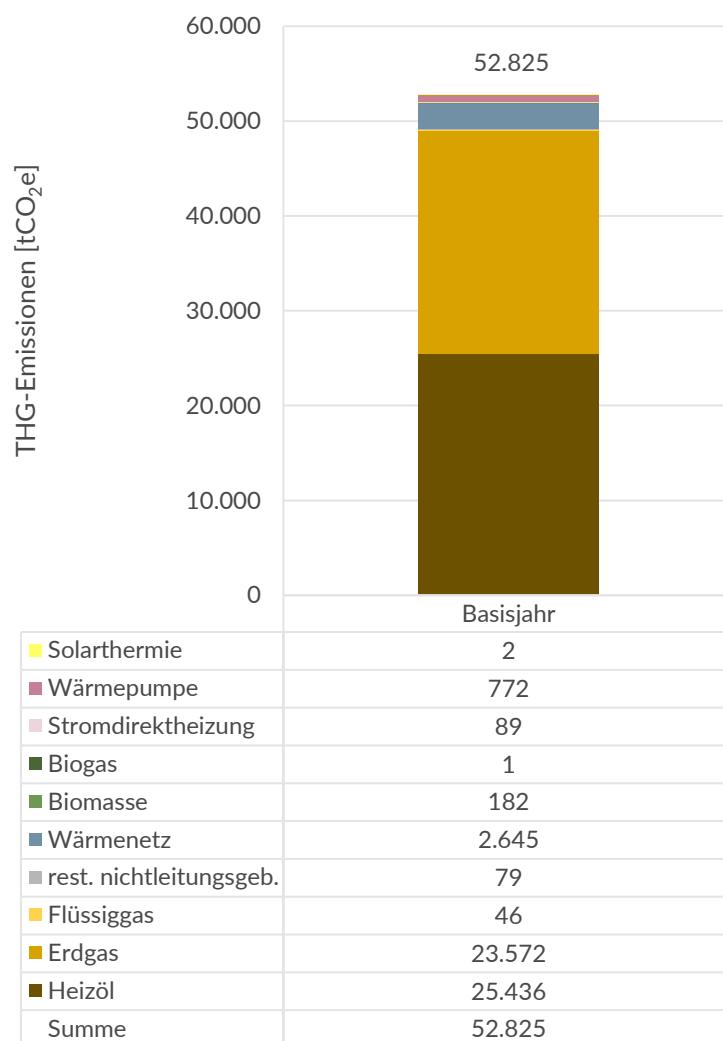


Abbildung 2-9: Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

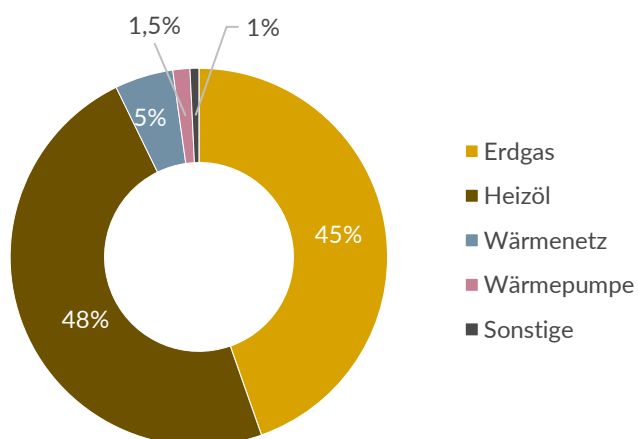


Abbildung 2-10: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

THG-Emissionen pro Einwohner

Die Absolutwerte der sektoralen THG-Emissionen aus Abbildung 2-8 werden in der Tabelle 2-4 auf die Einwohner Sonthofens bezogen. Pro Kopf wurden 2,45 tCO₂e im Wärmebereich emittiert.

Tabelle 2-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden in Sonthofen im Basisjahr

	THG-Emissionen / EW [tCO ₂ e / Einwohnenden]
Haushalte	1,46
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,96
Kommunale Einrichtungen	0,02
Summe	2,45

2.5 Kartografische Darstellungen

Im Folgenden werden alle kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse beschrieben.

2.5.1 Überwiegende Gebäudenutzung

In Abbildung 2-11 ist die überwiegende Gebäudenutzung der Stadt Sonthofen für die erstellten Baublöcke dargestellt. Die Gebäudenutzung ist in Wohngebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie kategorisiert. Da dies auf Baublockebene aggregiert wurde, ist zu beachten, dass nur die Nutzung mit dem größten Anteil an Gebäuden dargestellt wird, d.h. in den Baublöcken sind auch Gebäude mit anderer Nutzung enthalten. Dies gilt bspw. auch für die Kasernenbereiche.

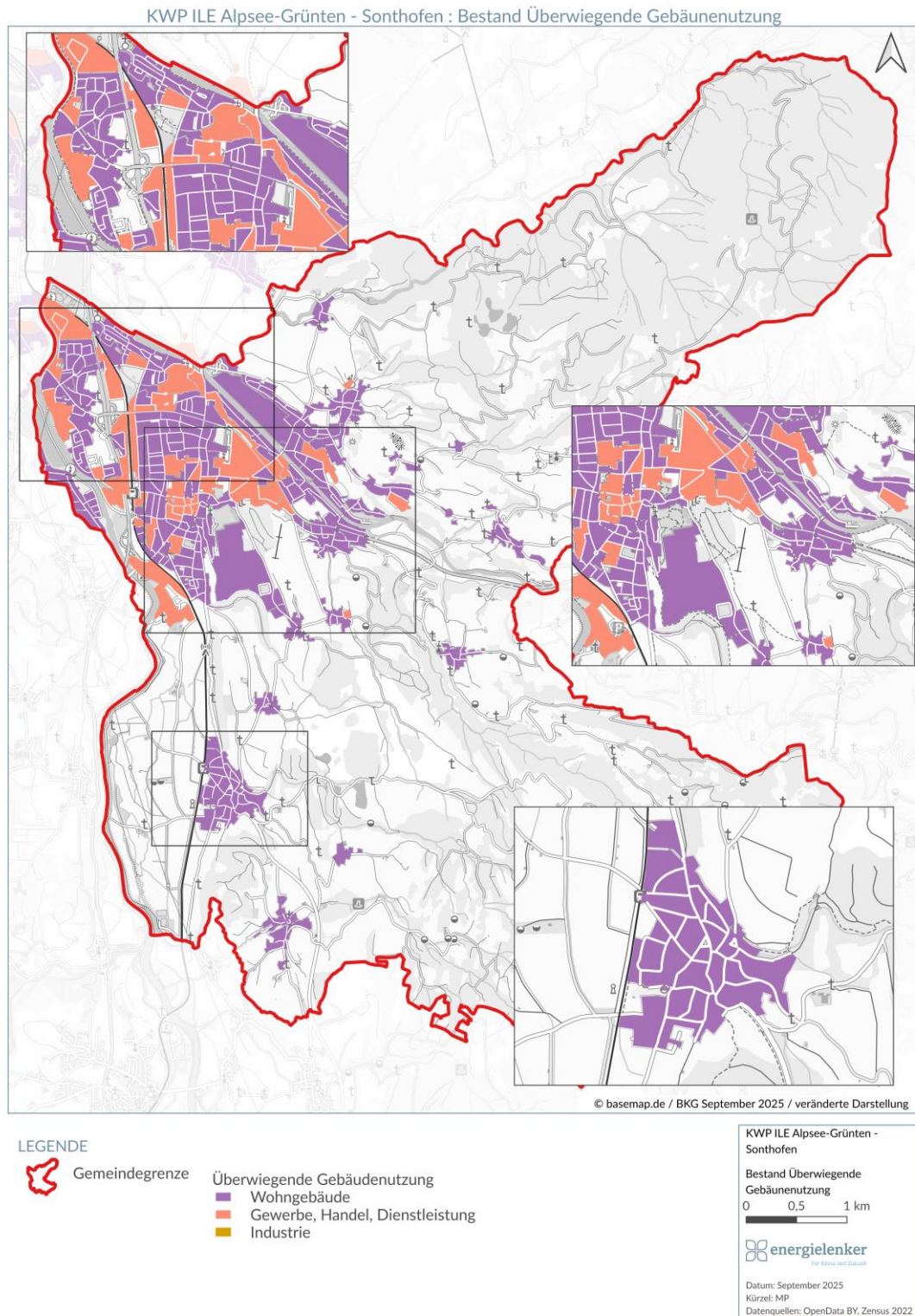


Abbildung 2-11 Überwiegende Gebäudenutzung in der Stadt Sonthofen

2.5.2 Überwiegende Baualtersklasse

In Abbildung 2-12 sind die überwiegenden Baualtersklassen der Baublöcke dargestellt. Der Großteil der Gebäude ist zwischen 1949 und 1978 erbaut. Die Stadt weist einen historischen Kern mit überwiegendem Gebäudebestand vor 1919 auf. Die Einordnung der Baualtersklassen

beruht hauptsächlich auf Zensusdaten von 2022 und wurde durch Daten der Bürgerumfrage ergänzt, wo vorhanden. Dabei wurden die Daten der Umfrage prioritär behandelt. Wo keine Antworten vorlagen, wurden Daten aus dem Zensus verwendet. Es wird die überwiegende Baualtersklasse dargestellt. Dies ist die Baualtersklasse mit dem höchsten Anteil an Gebäuden in diesem Baublock. In den Baublöcken sind dementsprechend auch Gebäude mit anderen Baualtersklassen enthalten.

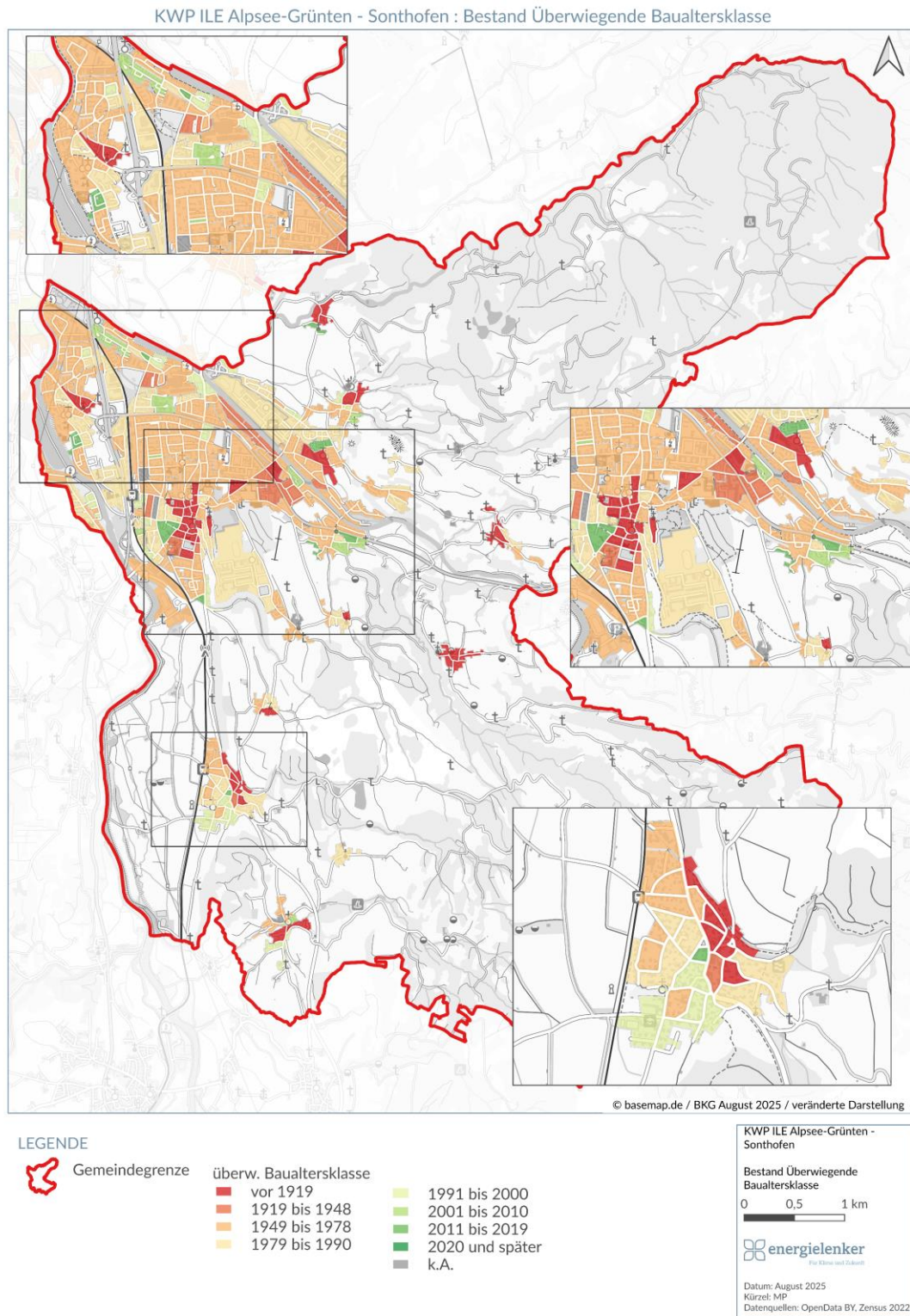


Abbildung 2-12 Überwiegende Baualtersklassen in der Stadt Sonthofen

2.5.3 Wärmeverbrauch /-bedarf

Für die Darstellung der Wärmeverbräuche bzw. -bedarfe (im Folgenden nur noch als Wärmeverbrauch benannt) wurden die gebäudescharfen Daten auf Baublockebene aggregiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2-13 dargestellt.

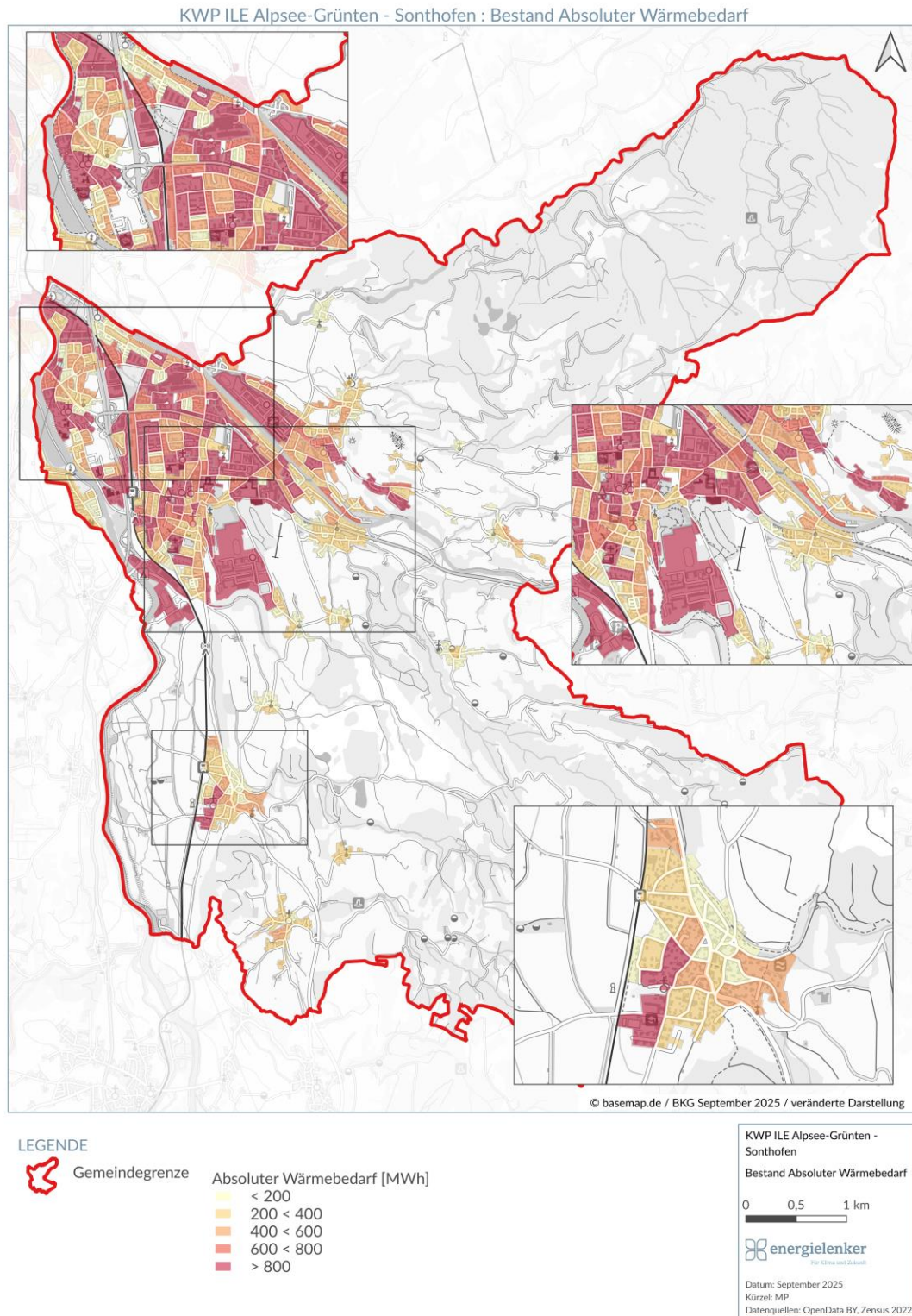


Abbildung 2-13: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr der Stadt Sonthofen

In Abbildung 2-14 ist die Wärmedichte auf Baublockebene für die Stadt Sonthofen dargestellt. Wie zu erwarten ist insbesondere im Stadtkern sowie in den Gewerbe-/Industriegebieten die Wärmedichte sehr hoch.

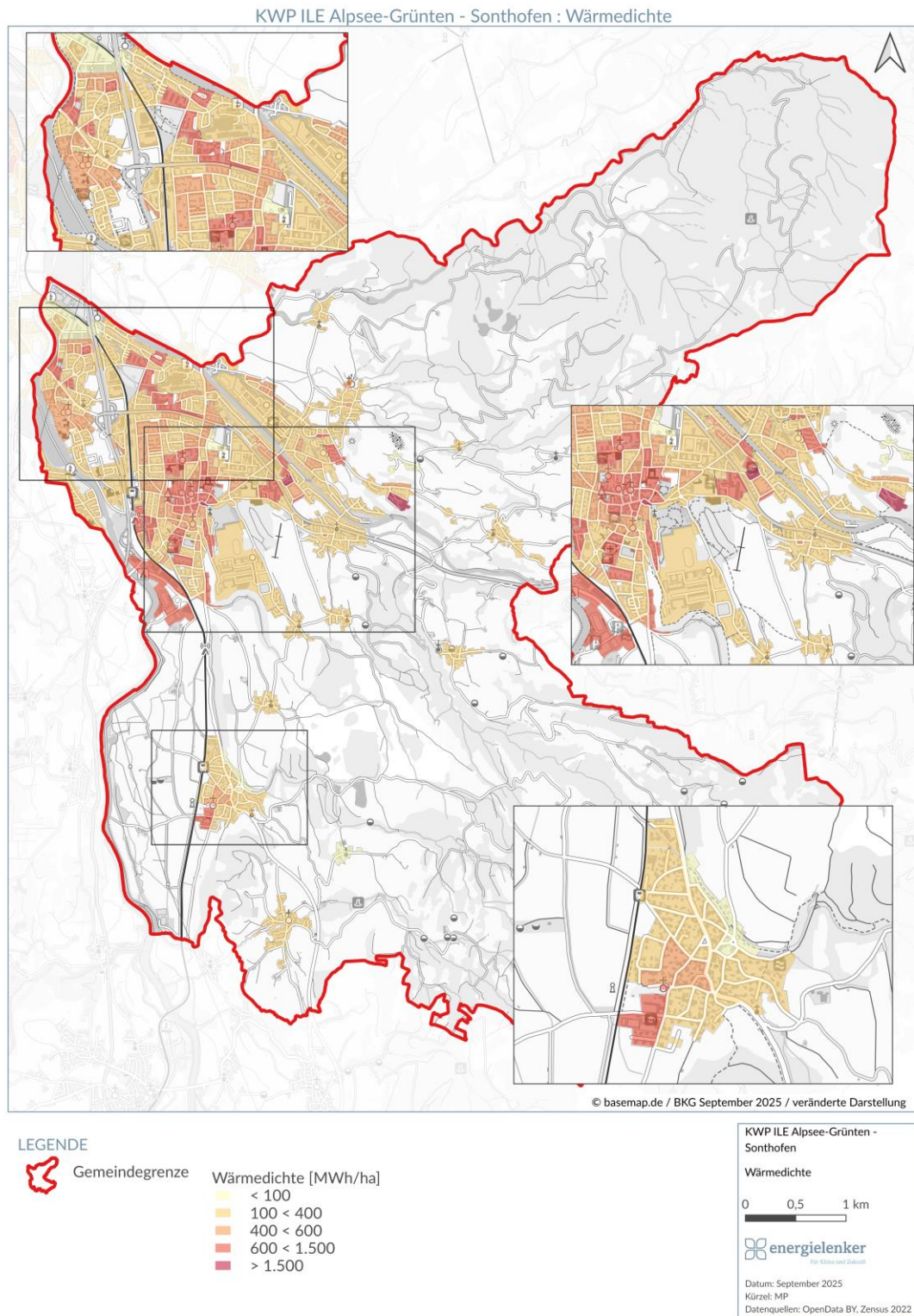


Abbildung 2-14: Wärmedichte auf Baublockebene in der Stadt Sonthofen

2.5.4 Wärmeliniendichte

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

Wie in Abbildung 2-15 dargestellt, sind in der Stadt Sonthofen hohe Wärmeliniendichten insbesondere im Bereich des Stadtkerns mit dichter Bebauung, sowie in Industrie- und Gewerbegebieten mit hohem absoluten Wärmeverbrauch zu finden.

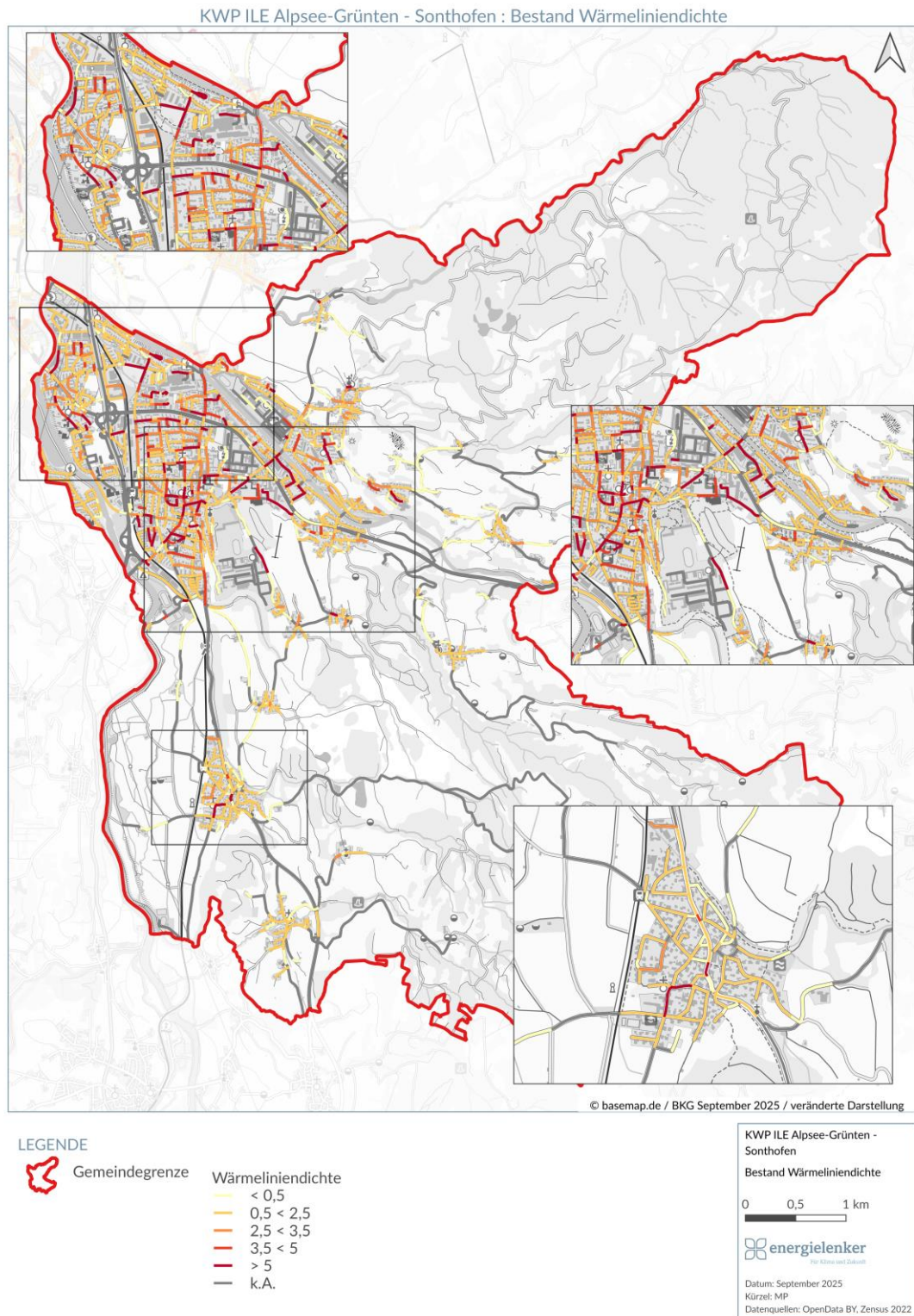


Abbildung 2-15: Wärmelinienichte der Stadt Sonthofen für das Basisjahr

2.5.5 Überwiegender Energieträgeranteil

In Abbildung 2-16 ist die Verteilung der überwiegenden Versorgung nach Energieträgern bezogen auf die Gebäudeanzahl je Baublock dargestellt. Insbesondere im Stadtkern gibt es einige Baublöcke mit einer überwiegenden Wärmenetzversorgung. In den Randbereichen

überwiegen Gas und nichtleitungsgebundene Versorgung. Der Ortsteil Altstädten südlich des Stadtgebietes ist überwiegend durch nicht leitungsgebundene Energieträger sowie vereinzelt auch Gas versorgt. Alle weiter außerhalb gelegener Siedlungsgebiete in Sonthofen sind durch nicht leitungsgebunden Energieträger versorgt.

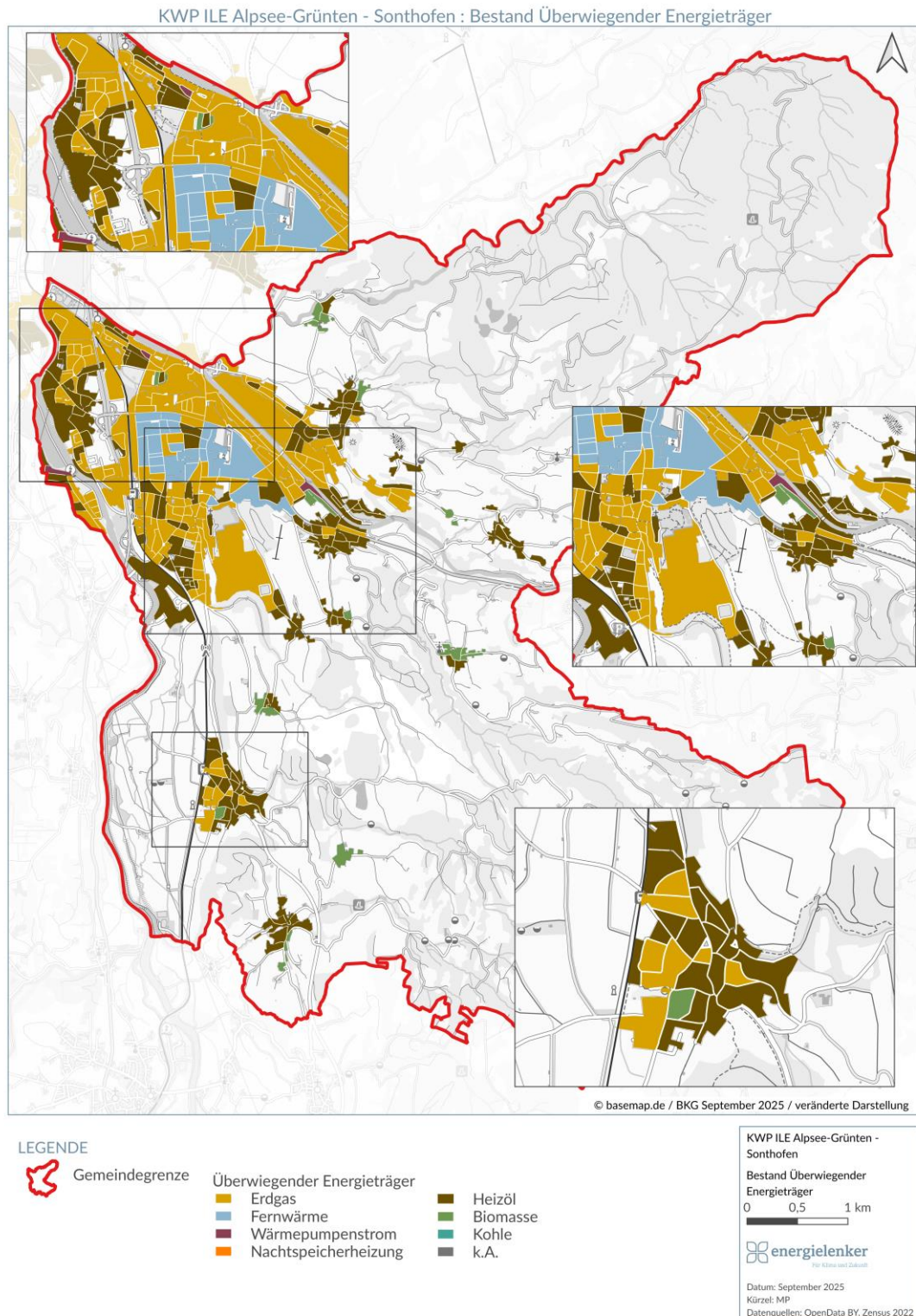


Abbildung 2-16: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Stadt Sonthofen

2.5.6 Infrastrukturanalyse

Durch die Nutzung bestehender Infrastruktur können Investitionskosten und Ressourcen eingespart werden. Gleichzeitig können technische Risiken minimiert werden. Bei der kommunalen Wärmeplanung soll deshalb auch die bestehende Infrastruktur in die Strategie einbezogen werden.

Große Teile des Gebiets der Stadt Sonthofen sind mit einem Gasnetz verbunden (siehe Abbildung 2-17). Ausnahmen bilden z. B. die Orte Hofen, Margarethen, Beilenberg, Tiefenberg, Hinang und Imberg.

In Anlehnung an die Definition im Gebäudeenergiegesetz wird zwischen Wärmenetzen und Gebäudenetzen unterschieden. Ein Wärmenetz ist demnach ein Netz mit mindestens 16 Gebäuden bzw. 100 Wohneinheiten. Alle Wärmenetze mit weniger Gebäuden oder Wohneinheiten werden als Gebäudenetze bezeichnet.

In der Stadt Sonthofen sind neben dem Gasnetz auch ein Wärmenetz und Gebäudenetze vorhanden. Informationen über das Wärmenetz sind in Tabelle 2-5 aufgelistet.

Tabelle 2-5: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet der Stadt Sonthofen

Name	Status	Länge [km]	Anschluss- nehmer	Vorlauf Temperatur [°C]
BioEnergie Oberallgäu GmbH	<i>In Betrieb</i>	<i>6</i>	<i>ca. 90</i>	<i>85 °C (in Wintermonaten höhere Temperatur)</i>

Das Wärmenetz wird teilweise bereits mit nachhaltigen Energieträgern betrieben. Im Bereich der Reserve- bzw. Spitzenlastkessel werden aber geringfügig auch Erdgas und Heizöl eingesetzt. Da der Primärenergiefaktor mit 0,21 sehr klein ist, wurde noch kein Wärmenetztransformationsplan erstellt. Das Gas könnte in Zukunft durch Biomethan ersetzt werden. Als möglicher Lieferant für das Biomethan wurde die ZAK Energie GmbH genannt. Nach Angaben des Betreibers ist momentan kein Netzausbau möglich, da die Kapazitätsgrenze erreicht ist. Aktuell wird die Machbarkeit einer Grundwasserwärmepumpe als zusätzlicher Wärmeerzeuger geprüft. Bei einer Realisierung könnte das Netz im ersten Schritt verdichtet werden. Durch Zusagen von neuen Ankerkunden könnte das Netz zukünftig auch erweitert werden. Dann wäre die Wärmepumpe entsprechend zu dimensionieren. Nach Akteursinformationen ist der Stadtteil Rieden als Erweiterungsgebiet prädestiniert.

In Abbildung 2-18 sind der Leitungsverlauf und Heizzentrale des Wärmenetzes dargestellt.

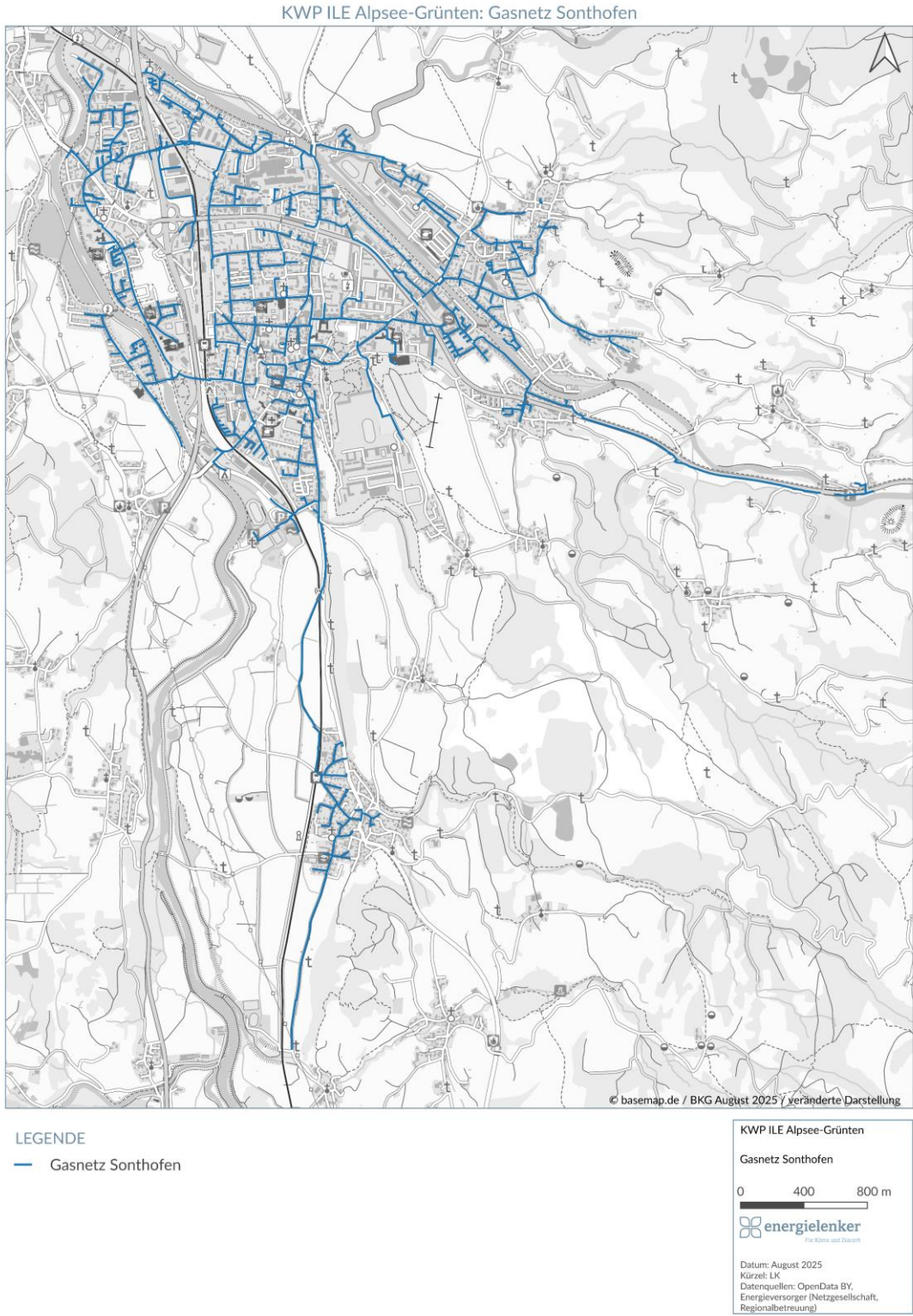


Abbildung 2-17: Gasnetzverlauf der Stadt Sonthofen

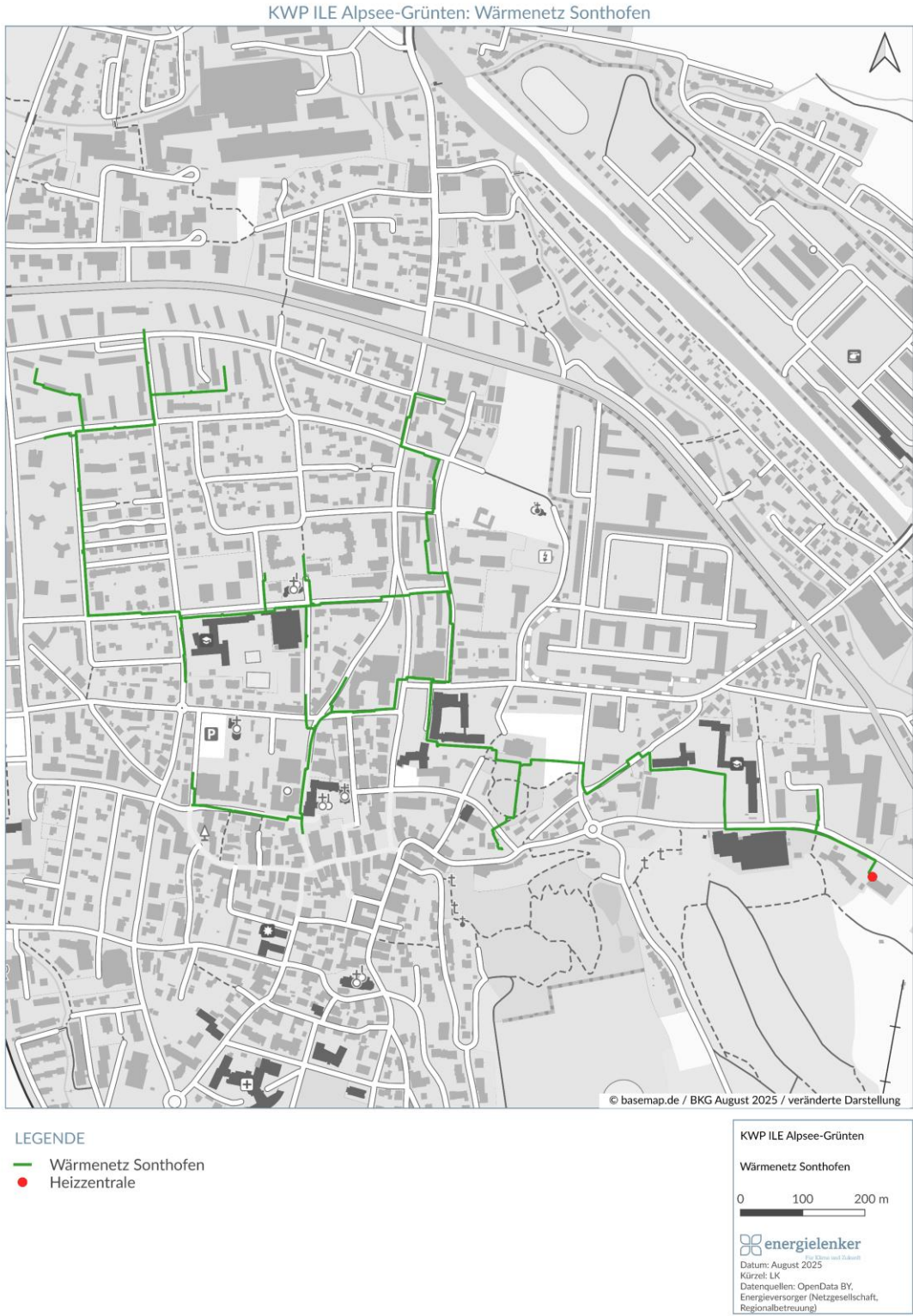


Abbildung 2-18: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen Sonthofen

3 Potenzialanalyse

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung, Potenziale unvermeidbarer Abwärme sowie verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet.

Der Potenzialbegriff wird in verschiedene Gruppen unterteilt (siehe Abbildung 3-1): Das theoretische, das technische, das wirtschaftliche und das umsetzbare Potenzial.

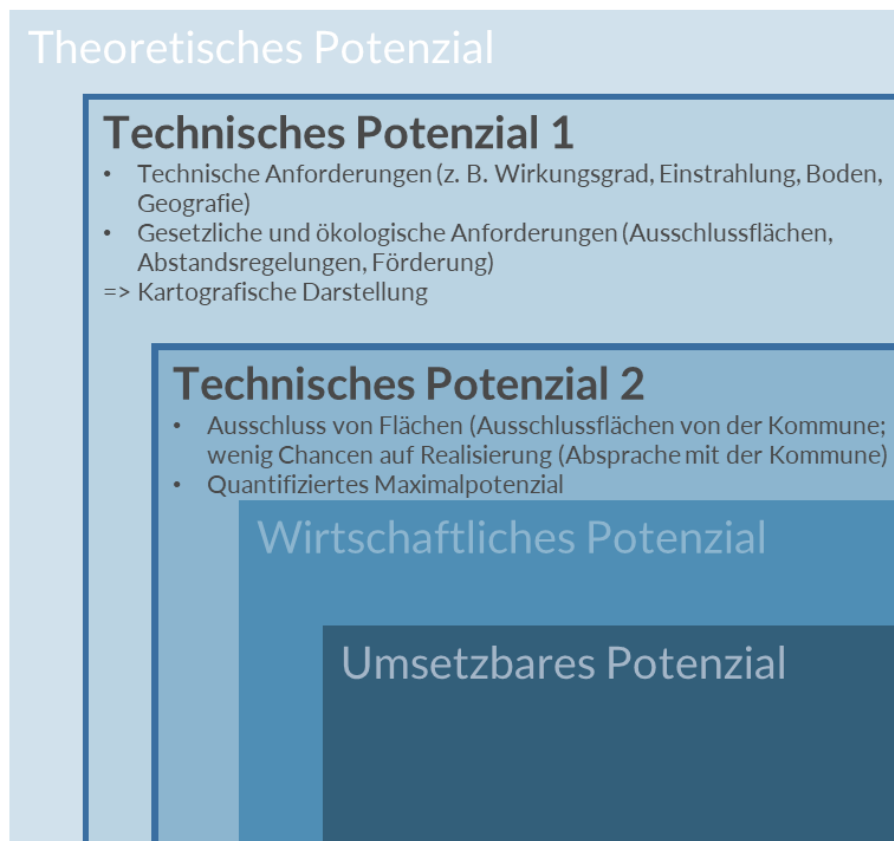


Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das technisch nutzbare Potenzial anhand von Potenzialflächen ermittelt. Die Potenzialflächen wurden anhand des Verschnitts von verschiedenen Flächenarten im GIS gebildet. Die theoretisch möglichen Nutzungsflächen wurden durch Restriktionsflächen wie z. B. Wasserschutzgebiete, bebaute Flächen, Straßen und Verkehrswege, Waldflächen, Gewässer sowie weiteren Randbedingungen wie z. B. Abstandsgrenzen zu Gebäuden oder Flurstücksgrenzen reduziert. Für die Analysen der oberflächennahen Geothermie sowie der Solarthermie wurden zusätzlich Pufferflächen auf

landwirtschaftlichen Flächen um die Siedlungsflächen bzw. Ortskerne erzeugt, die als Wärmequellen für Wärmenetze dienen könnten. Weitere Randbedingungen ergeben sich durch Förderrandbedingungen wie z. B. dem EEG-Förderkorridor für PV-Anlagen. Die Randbedingungen sind stark von der aktuellen Gesetzeslage abhängig und können zukünftig variieren. Die resultierenden Nutzungsflächen ergeben somit die Grundlage zur Ermittlung des technisch nutzbaren Potenzials 1. Anschließend wurden die Potenzialflächen mit der Kommune abgestimmt. Die finalen Potenzialflächen stellen das technische Potenzial 2 kartografisch dar. Anhand dieser Flächen wurden die Potenziale quantifiziert, sodass sich die maximalen technischen Potenziale ergeben. Da die Wärmeplanung einen strategischen Plan für das gesamte Kommunalgebiet darstellt, können die einzelnen Flächen nicht auf Basis von Bauplanungsrecht, Privilegierungen, Flächenkonkurrenzen oder Eigentumsverhältnissen bewertet werden. Diese Kriterien sollten in einer tiefergehenden Prüfung berücksichtigt werden, um das wirtschaftliche und tatsächlich umsetzbare Potenzial zu bewerten.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

- Bodendenkmäler sind gem. Art. 1 BayDSchG in ihrem derzeitigen Zustand vor Ort zu erhalten. Der ungestörte Erhalt dieser Denkmäler vor Ort besitzt Priorität. Weitere Planungsschritte sollen diesen Aspekt berücksichtigen und Bodeneingriffe auf das unabweisbar notwendige Mindestmaß beschränken. Für Bodeneingriffe jeglicher Art im Bereich der o.g. Bodendenkmäler ist eine denkmalrechtliche Erlaubnis gem. Art. 7 Abs. 1 BayDSchG notwendig, die in einem eigenständigen Erlaubnisverfahren bei der zuständigen Unteren Denkmalschutzbehörde zu beantragen ist. Das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege empfiehlt nachdrücklich, Eingriffe in die Denkmalsubstanz zu vermeiden. Sollte nach Abwägung aller Belange keine Möglichkeit bestehen, Bodeneingriffe durch Umplanung vollständig oder in großen Teilen zu vermeiden, muss eine vorherige wissenschaftliche Untersuchung, Bergung und Dokumentation (d. h. Ausgrabung) im Auftrag der Vorhabenträger durchgeführt werden. Zur Kostentragung verweisen wir auf Art. 7 Abs. 1 Satz 2 BayDSchG in der Fassung vom 01.01.2026.
- Im oben genannten Planungsgebiet liegen folgende Bodendenkmäler:
 - D-7-8427-0029 Siedlung der Latènezeit und der römischen Kaiserzeit.
 - D-7-8427-0030 Gräber der Merowingerzeit.
 - D-7-8427-0150 Mittelalterliche und frühneuzeitliche Befunde im Bereich der Kath. Stadtpfarrkirche St. Michael, der Frauenkapelle und des ehem. Friedhofs in Sonthofen.
 - D-7-8427-0041 Frühneuzeitliche Befunde im Bereich des ehem. Schlosses in Sonthofen.
 - D-7-8427-0168 Mittelalterliche und frühneuzeitliche Befunde im Bereich des ehem. Spitals und der Spitalkirche Hl. Kreuz in Sonthofen.
 - D-7-8427-0169 Frühneuzeitliche Befunde im Bereich der Friedhofskapelle St. Sebastian und Afra in Sonthofen und des zugehörigen Friedhofs.
 - D-7-8427-0179 Richtstätte der frühen Neuzeit.
 - D-7-8427-0180 Uferbefestigung des späten Mittelalters.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung der Regierung von Schwaben über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

- Im Einzelfall kann sich die kommunale Wärmeplanung auf landes- und regionalplanerische Belange insbesondere dann auswirken, wenn in den

landschaftlichen Freiräumen zwischen den Siedlungsgebieten potenzielle Teilprojekte (etwa Freiflächen-Photovoltaikanlagen, Energiespeicher oder Geothermieranlagen) Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete oder andere flächenhafte Festlegungen der Landes- und Regionalplanung tangieren oder überlagern. Diese flächenhaften raumordnerischen Festlegungen haben besondere Nutzungen oder Funktionen zum Gegenstand, wie beispielsweise die Gewinnung von Bodenschätzen, den Schutz der Belange von Natur und Landschaft oder das Bewahren von Freiräumen.

- „Wir weisen deshalb vorsorglich auf die im Regionalplan Allgäu (RP 16) bzw. im Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) enthaltenen gebietlichen Festlegungen, die das Stadtgebiet der Stadt Sonthofen betreffen, hin:
 - Zone A, Zone B und Zone C des Alpenplans (vgl. LEP Ziele 2.3.3 Abs. 2 i.V.m. LEP Anhang 3, Blatt 1): Die Alpenzonen A, B und C sind Ziele der Raumordnung (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG). Sie unterliegen der Beachtungspflicht (§ 4 Abs. 1 ROG). In der Zone A des Alpenplans sind gemäß LEP Ziel 2.3.4 Satz 1 Verkehrsvorhaben im Sinne von LEP 2.3.3 mit Ausnahme von Flugplätzen landesplanerisch grundsätzlich unbedenklich, soweit sie nicht durch Eingriffe in den Wasserhaushalt zu Bodenerosionen führen können oder die weitere land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung gefährden. In der Zone B sind gemäß LEP-Ziel 2.3.5 Verkehrsvorhaben im Sinn von 2.3.3 landesplanerisch nur zulässig, wenn eine Überprüfung im Einzelfall ergibt, dass sie den Erfordernissen der Raumordnung nicht widersprechen. In der Zone C des Alpenplans sind gemäß LEP Ziel 2.3.6 Verkehrsvorhaben im Sinne von LEP 2.3.3 landesplanerisch unzulässig. Dies gilt nicht für notwendige landeskulturelle Maßnahmen. Diese Ziele der Raumordnung könnten aufgrund von erforderlichen Erschließungsmaßnahmen etwaiger Potenzialflächen für die Gewinnung erneuerbarer Energien betroffen sein.
 - Vorranggebiet für Kies und Sand Nr. 120 (vgl. RP 16 B II 2.3.3.1 (Z) i.V. mit Karte 2 „Siedlung und Versorgung“): Vorranggebiete sind Ziele der Raumordnung (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG). Sie unterliegen der Beachtungspflicht (§ 4 Abs. 1 ROG). In Vorranggebieten für Kies und Sand ist dem Bodenschatzabbau Vorrang gegenüber konkurrierenden Nutzungsansprüchen einzuräumen.
 - regionaler Grünzug nördlich Sonthofen (vgl. RP 16 B I 2.2 (Z) i.V.m. Karte 3 „Natur und Landschaft“): Regionale Grünzüge sind Ziele der Raumordnung (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG). Sie unterliegen der Beachtungspflicht (§ 4 Abs. 1 ROG). In Regionalen Grünzügen sind nur Planungen und Maßnahmen zulässig, die die festgelegten Funktionen nicht beeinträchtigen (LEP Ziel 7.1.4). Die Begründung zu RP 16 B I 2.2 (Z) nennt für den Regionalen Grünzug die Funktionen „Erhaltung und Verbesserung des Bioklimas“, „großflächige regionale Gliederung der Siedlungsräume“ sowie „langfristige Sicherung siedlungsnaher Freiflächen für die Kurzzeit- und Naherholung“. Bei einer konkreten Planung oder Maßnahme müsste aus landes- und regionalplanerischer Sicht geprüft werden, ob diese geeignet ist, eine der genannten Funktionen zu beeinträchtigen. Sollte dies der Fall sein, würde das Vorhaben dem RP 16 Ziel B I 2.2 zuwiderlaufen.
 - landschaftliche Vorbehaltsgebiete Nr. 9 „Illerschucht nördlich Kempten (Allgäu) sowie Illertal zwischen Kempten (Allgäu) und Oberstdorf“, Nr. 18 „Hänge nördlich des Ostrachtals“ und Nr. 25 „Vorland des Naturschutzgebietes Allgäuer Hochalpen (Sonnenköpfe, Imberger Horn)“ (vgl.

RP 16 B I 2.1 i.V.m. Karte 3 „Natur und Landschaft“): Vorbehaltsgebiete sind Grundsätze der Raumordnung (§ 3 Abs. 1 Nr. 3 ROG). Sie unterliegen der Berücksichtigungspflicht (§ 4 Abs. 1 ROG). In landschaftlichen Vorbehaltsgebieten (vgl. RP 16 B I 2.1 i.V.m. Karte 3 „Natur und Landschaft“) ist den Belangen von Natur und Landschaft ein besonderes Gewicht bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen beizumessen.

- Rein vorsorglich weisen wir darauf hin, dass derzeit das Teilfachkapitel B IV 3.2 „Nutzung der Windenergie“ des RP 16 fortgeschrieben wird. Ob die vorgesehenen Vorranggebiete für Windenergienutzung sowie die vorgesehene Aufhebung des Ausschlussgebiets für überörtlich raumbedeutsame Windenergienutzung Rechtskraft erlangen werden, steht derzeit noch nicht fest, da die abschließende Entscheidung des Planungsausschusses des Regionalen Planungsverbandes Allgäu noch nicht erfolgt ist.

Auf folgende Punkte ist durch Einbringung des Wasserwirtschaftsamtes Kempten über die TÖB-Beteiligung hinzuweisen:

- Im überplanten Bereich sind folgende Grundstücksflächen aufgeführt, die je nach geplanter Nutzung evtl. in Konflikt mit dem Vorhaben stehen.
 - Grundstücksflächen im Kataster gem. Art. 3 BayBodSchG, für die ein Verdacht auf Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen besteht („ABuDIS-Kataster“):
 - Tanklager i. Tannachwäldchen (ABuDIS-Nr. 780 00 177)
 - Beilenberg (ABuDIS-Nr. 780 00 178)
 - Munitionsfundstelle Winkel (ABuDIS-Nr. 780 00 179)
 - Sonthofen – Berghofen (ABuDIS-Nr. 780 00 744)
 - Sonthofen Illerstadion (ABuDIS-Nr. 780 00 751)
 - Sonthofen Entschenburgweg (ABuDIS-Nr. 780 00 761)
 - „nutzungsorientiert entlassenen“ Flächen:
 - Sonthofen Altstädten (ABuDIS-Nr. 780 00 013)
 - Sonthofen – Rieden (ABuDIS-Nr. 780 00 014)
 - Hans-Böckler Straße, Sonthofen (ABuDIS-Nr. 780 00 191)
 - Sonthofen – Iselerstraße (ABuDIS-Nr. 780 00 194)
 - Sonthofen Leybachweg (ABuDIS-Nr. 780 00 748)
 - abfallrechtlichen Flächen:
 - Sonthofen Rieden (ABuDIS-Nr. 780 00 015)
- Eingriffe in den Boden (z. B. durch Freiflächenanlagen für Solarthermie oder Photovoltaik), sind grundsätzlich bevorzugt auf bereits anthropogen beeinträchtigten Böden (bestenfalls auf bereits versiegelten Flächen oder auf Konversionsstandorten) zu errichten.
- Generell sind die Vorgaben des allgemeinen flächendeckenden Grundwasserschutzes bei konkreten Vorhaben der kommunalen Wärmeplanung zu beachten. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Bohrungen tiefer als einen Meter in Wasserschutzgebieten verboten sind. Die Möglichkeiten der Energiegewinnung sind i.d.R. auf oberflächennahes Grundwasser beschränkt. Tiefengrundwasser sowie gespannte Grundwasservorkommen sind wasserrechtlich von einer geothermischen Nutzung ausgeschlossen. Projekte, die Erdwärme mittels tieferer Geothermie erschließen sollen, unterliegen einer Einzelfallprüfung.

- Erdwärmesonden: Grundsätzlich unterliegen Bohrungen für Erdwärmesonden der Anzeigepflicht nach Art. 30 BayWG und bedürfen einer wasserrechtlichen Erlaubnis (vgl. Art. 15 Abs. 1 BayWG). Im wasserrechtlichen Antrag zu einer ggf. vorgesehenen Grundwassernutzung für thermische Zwecke ist neben den Auswirkungen auf den (Grund-)Wasserhaushalt auch zwingend auf die zu erwartenden Auswirkungen auf Dritte einzugehen. Hier ist vom Antragsteller zu recherchieren, welche weiteren Nutzungsanlagen im Zu- oder Abstrom liegen. Dies ist mit einer Temperaturfahnenberechnung für einen Auswirkungszeitraum von 30 Jahren zu plausibilisieren. Aus fachlicher Sicht ist zu erwähnen, dass der Bereich aus hydrogeologischer Sicht für Erdwärmesonden nicht sehr gut geeignet ist. Lediglich gegen Osten, außerhalb der Iller- und Ostrachschotter können Erdwärmesonden sinnvoll realisiert werden. Dort gibt es bereits Vorhaben mit Tiefen zwischen 60 und 130 m.
- Erdwärmekörbe und -kollektoren: Für die Erstellung von Erdwärmekörben und -kollektoren genügt häufig eine Bohranzeige. Diese werden wasserwirtschaftlich nur begutachtet, wenn ein gespanntes oberflächennahes Grundwasser vorliegt oder die Untergrundverhältnisse unbekannt sind (Einzelfallentscheidung). Für Anlagen, die im grundwasserfreien Bereich oder im oberen quartären Stockwerk liegen, ist der Private Sachverständige für Wasserwirtschaft (anstelle des Amtlichen Sachverständigen) zuständig.
- Grundwasser-Wärmepumpen: Im zentralen Bereich sind Grundwasser-Wärmepumpen aufgrund des sehr ergiebigen Grundwasserleiters aus wasserwirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen. Es gibt aktuell mehr als 70 entsprechende Anlagen. Für die Erstellung und den Betrieb ist eine Bohranzeige bzw. ein Wasserrechtsantrag bei der Rechtsbehörde zu stellen. Die Anlagen sind nach §8 Abs. 1 WHG erlaubnispflichtig. Im wasserrechtlichen Antrag zu einer ggf. vorgesehenen Grundwassernutzung für thermische Zwecke ist neben den Auswirkungen auf den (Grund-)Wasserhaushalt auch zwingend auf die zu erwartenden Auswirkungen auf Dritte einzugehen. Hier ist vom Antragsteller zu recherchieren, welche weiteren Nutzungsanlagen im Zu- oder Abstrom liegen. Dies ist mit einer Temperaturfahnenberechnung für einen Auswirkungszeitraum von 30 Jahren zu plausibilisieren. Bei Anlagen < 50 kW liegt die Zuständigkeit zur fachlichen Beurteilung bei den Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft. Bei Anlagen > 50 kW werden diese durch den amtlichen Sachverständigen des Wasserwirtschaftsamtes begutachtet.
- Gewässerschutz / Wärmenutzung von Oberflächengewässern: Grundsätzlich stellen die Wasserentnahmen zur Wärmenutzung aus Oberflächengewässern (nach § 9 WHG) und die Wiedereinleitungen des abgekühlten Wassers in Oberflächengewässer (nach §§ 9 und 57 WHG) jeweils erlaubnispflichtige Gewässerbenutzungen dar. Im Zuge der Beurteilung des wasserrechtlichen Antrages gilt es, verschiedene rechtliche Anforderungen zu berücksichtigen (vgl. §§ 5, 6, 12, 27 WHG). Zur Planung und Beurteilung dieser Wärmenutzung von Oberflächengewässern hat das Bayerische Landesamt für Umwelt im Januar 2025 das LfU-Infoblatt „Betreiberhinweise zur Planung, Genehmigung und Betrieb von Wärmetauscheranlagen; Wärmegewinnung aus Fließgewässern“ veröffentlicht (vgl. https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get_pdf.htm?art_nr=lfu_was_00364&pdf_nr=0). Hierin werden wichtige Hinweise zusammengefasst, die potenziellen Betreibern solcher Anlagen die Antragsstellung und den späteren Betrieb erleichtern. Wärmeeinleitungen in Oberflächengewässer (z.B. bei Kühlsystemen) sind hingegen im

LfU-Merkblatt Nr. 4.5/18 „Beurteilung von Wärmeeinleitungen“ vom Januar 2023 geregelt. Weitergehende Informationen zur Gewässerthermie sind dem „Energie-Atlas Bayern“ unter folgendem Webangebot zu entnehmen:
<https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/gewaesserthermie>

- Oberflächengewässer und Überschwemmungsgebiete:
 - Auf dem Gebiet der Stadt Sonthofen befinden sich zahlreiche Fließgewässer und mehrere stehende Gewässer. Neben der Iller als Gewässer 1. Ordnung existieren dort eine Vielzahl von Gewässern 3. Ordnung, die auch teilweise als Wildbäche verzeichnet sind. Auch verrohrte Gewässer stellen im Regelfall weiterhin Gewässer im Sinne des Wasserrechtes dar, insbesondere wenn diese unterhalb/oberhalb der Verrohrungsstrecke noch einen Anschluss an den natürlichen Wasserkreislauf haben. An Gewässern 1. Ordnung ist der Freistaat Bayern (hier das WWA Kempten) für den Gewässerunterhalt und Gewässerausbau zuständig (vgl. z. B. Art. 22 und Art. 39 BayWG). An den kleineren Gewässern 3. Ordnung (einschließlich nicht ausgebauter Wildbäche) obliegt diese Aufgabe i. d. R., sofern nichts anderes geregelt oder einschlägig ist, der jeweiligen Kommune. Daher verfügen wir bzgl. Gewässern 3. Ordnung nicht immer über umfassende Kenntnisse (z. B. über deren Bestand, Verlauf, Ausbauzustand, Verrohrungsstrecken, Gewässerunterhalt, Hochwasserschutzanlagen, Anlagen an/über/unter den Gewässern, Gewässerbiotope, Fischereirechte, Gewässergrundstücksverhältnisse, Altrechte, Benutzungsrechte oder andere Rechte Dritter). Entsprechendes gilt dort für ggf. bereits rechnerisch ermittelte Überschwemmungsgebiete, oder in der Vergangenheit abgelaufene Hochwasser- bzw. Starkregenereignisse.
 - Folgende wasserrechtliche Tatbestände bzw. wasserwirtschaftliche Belange sind im Zusammenhang mit Maßnahmen an oder in Oberflächengewässern zu betrachten, und ggf. in einem wasserrechtlichen Verfahren zu behandeln:
 - Allgemeine Sorgfaltspflichten, vgl. insbes. § 5 WHG i.V.m. BayWG)
 - Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung (vgl. § 6 WHG i.V.m. BayWG)
 - Anlagen am Gewässer (vgl. insbes. § 36 WHG i.V.m. BayWG)
 - Gewässerausbau (vgl. insbes. § 67 u. 68 WHG i.V.m. BayWG)
 - Gewässerbenutzung (vgl. insbes. § 8 ff. WHG i.V.m. BayWG)
 - Gewässerrandstreifen (vgl. insbes. § 38 ff. WHG i.V.m. BayWG)
 - Gewässerunterhaltung (vgl. insbes. § 39 ff. WHG i.V.m. BayWG)
 - wild abfließendes Wasser (vgl. § 37ff. WHG i.V.m. BayWG)
 - Überschwemmungsgebiet (vgl. § 76ff. WHG i.V.m. BayWG)
 - Anlagen an bzw. in oberirdischen Gewässern sind so zu errichten, zu betreiben, zu unterhalten und stillzulegen, dass keine schädlichen Gewässerveränderungen zu erwarten sind. Die Gewässerunterhaltung darf nicht erschwert werden. Natürliche Rückhalteflächen müssen erhalten bleiben, das natürliche Abflussverhalten darf nicht wesentlich verändert werden, und naturraumtypische Lebensgemeinschaften sind zu bewahren. Nachteilige Veränderungen des Gewässerzustands müssen vermieden oder, sofern nicht möglich, ausgeglichen werden. An Oberflächengewässern ergeben sich im Verlauf von Hochwasserabflüssen meist entsprechende Überschwemmungsgebiete. Grundsätzlich darf der Hochwasserabfluss nicht behindert werden und natürliche Überschwemmungsgebiete, Rückhalteflächen und Wildbachgefährdungsbereiche sind zu erhalten (vgl. §

76 ff. WHG). Auch dürfen Anlagen des Hochwasserschutzes und der Hochwasserrückhaltung nicht negativ beeinträchtigt werden.

Zusätzlich haben das Eisenbahn-Bundesamt und die Deutsche Bahn AG über die TÖB-Beteiligung Stellungnahmen geschickt, die im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung in der Fachplanung von Bauvorhaben in der Nähe von Schienen berücksichtigt werden müssen.

Nachfolgend werden die technischen Potenziale anhand der einzelnen Technologien bzw. Kategorien beschrieben.

3.1 Einsparpotenzial

Die Gestaltung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Wärmeversorgung in Kommunen stellt eine der zentralen Herausforderungen im Kontext des Klimaschutzes dar. Insbesondere vor dem Hintergrund der Klimaziele und der Notwendigkeit, den CO₂-Ausstoß drastisch zu reduzieren, werden Städte und Gemeinden immer häufiger mit der Frage konfrontiert, wie ihre Wärmeversorgung optimiert werden kann, um sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile zu erzielen.

Die kommunale Wärmeplanung, die auf eine effiziente und ressourcenschonende Wärmebereitstellung abzielt, bietet zahlreiche Potenziale für Einsparungen im Bereich Energieverbrauch und Emissionen. Zu den wichtigsten Hebeln in diesem Kontext gehören die Themen Sanierung, die Effizienz von Heizungsanlagen und der Gedanke der Suffizienz.

Suffizienz: Reduktion durch Verhaltensänderung

Neben der Effizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen gewinnt in der Diskussion um Einsparpotenziale zunehmend auch der Ansatz der Suffizienz an Bedeutung. Suffizienz bedeutet, den tatsächlichen Bedarf an Wärme zu hinterfragen und zu reduzieren, anstatt sich ausschließlich auf die Steigerung der Effizienz zu konzentrieren. Dieser Gedanke ist besonders im Kontext der kommunalen Wärmeplanung von Bedeutung, da er nicht nur ökologische Vorteile bietet, sondern auch soziale und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

Der Suffizienzansatz kann auf verschiedene Weise in die kommunale Wärmeplanung der Stadt integriert werden. Beispielsweise durch eine verstärkte Sensibilisierung der Bürger für einen bewussten Umgang mit Wärmeenergie, etwa durch niedrigere Raumtemperaturen oder eine gezielte Nutzung von Wärmequellen in öffentlichen Gebäuden. Auch die Optimierung von Nutzungszeiten und die Vermeidung von Wärmeüberschüssen können dazu beitragen, den Gesamtenergieverbrauch in der Kommune zu senken.

Ein weiterer Aspekt der Suffizienz ist die Reduktion des Wärmeverbrauchs durch den Ausbau von quartierspezifischen Lösungen, die eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung gewährleisten. In vielen Fällen ist es nicht notwendig, für jedes Gebäude individuell eine hohe Heizleistung bereitzustellen, wenn durch gemeinschaftliche Lösungen wie Wärmenetze oder effiziente lokale Speichertechnologien die Wärmeerzeugerleistung und der Gesamtenergieverbrauch gesenkt werden kann. Auch in diesem Bereich erfordert die kommunale Wärmeplanung ein Umdenken, weg von einer rein leistungsorientierten Versorgung hin zu einem nachhaltigen Konzept, das mit weniger Energie auskommt.

Effizienzsteigerung durch moderne Heizsysteme

Neben der Reduktion des Konsums durch Verhaltensänderung spielt die Effizienz der Heizungsanlagen eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeversorgung. Moderne Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Wärmenetzsysteme, bieten erhebliche Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs. Darüber hinaus kann die Umstellung von alten Heizkesseln auf Brennwerttechnologie den CO₂-Ausstoß deutlich senken, indem die im Abgas enthaltene Wärme zurückgewonnen und für die Heizwärme genutzt wird.

Die Integration von erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Solarenergie oder geothermische Energie und Umweltwärme mittels Wärmepumpen, in bestehende Heizsysteme ist ein weiterer Schritt, der zu einer nachhaltigen Effizienzsteigerung beiträgt. In Kombination mit modernen Speichersystemen, die die Wärmeüberschüsse zu Zeiten geringer Nachfrage speichern können, wird die Heizungsanlage noch flexibler und unabhängiger von externen Energiequellen. Auch die digitale Steuerungstechnik spielt eine wachsende Rolle. Durch smarte Heizsysteme, die den Wärmebedarf in Echtzeit überwachen und regulieren, können weitere Effizienzpotenziale gehoben werden.

Ein gut geplantes Heizsystem, das auf die spezifischen Gegebenheiten vor Ort zugeschnitten ist, kann also nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung erhöhen.

Sanierung zur Reduktion von Wärmeverlusten

Ein wesentliches Einsparpotenzial in der kommunalen Wärmeversorgung liegt in der Sanierung bestehender Gebäude. Besonders in älteren Bestandsgebäuden gehen durch unzureichend gedämmte Gebäudehüllen sowie veraltete Fenster und Türen erhebliche Mengen an Wärme verloren. Laut einer Vielzahl von Studien kann ein bedeutsamer Teil des Heizenergieverbrauchs allein durch die Verbesserung der Dämmung eingespart werden. Doch nicht nur die Gebäudehülle spielt eine Rolle, auch die Erneuerung von Heizsystemen, wie zuvor erwähnt, kann wesentliche Einsparungen bei den Betriebskosten und den CO₂-Emissionen mit sich bringen.

Ein integrativer Ansatz der Sanierung, der sowohl die Gebäudehülle als auch die Anlagentechnik umfasst, bietet besonders große Einsparpotenziale. Die energetische Sanierung ist jedoch nicht nur eine Frage der Reduktion von Wärmeverlusten, sie ist auch eng mit der Frage nach der Nutzung erneuerbarer Energiequellen verbunden. Solche Maßnahmen ermöglichen es, den CO₂-Ausstoß erheblich zu verringern und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Zur genaueren Einschätzung der möglichen Einsparpotenziale werden die Gebäude der Stadt in Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) unterteilt. Wohngebäude werden dabei weiter differenziert in Einfamilienhäuser (WG-EFH) und Mehrfamilienhäuser (WG-MFH), während Nichtwohngebäude in Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsgebäude (NWG-GHD) sowie in industriell genutzte Gebäude (NWG-IND) unterteilt werden.

Basierend auf dem aktuellen Wärmebedarf wird die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand prognostiziert. Hierfür werden die adressscharfen Verbrauchsdaten genutzt.

Je nach Gebäudetyp wird der aktuelle Wärmebedarf dann in Raumwärme, Wärme zur Trinkwasserbereitung und Prozesswärme aufgegliedert. Industriegebäuden werden ein hoher Anteil an Prozesswärme und geringe Anteile für Heizung und Trinkwarmwasser zugeteilt (AG Energiebilanzen e.V., 2024).

Auf Basis der Baualtersklasse wird nun der spezifische Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser geprüft. Als Grenzwerte werden öffentliche Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikkatalog verwendet (Prognos AG; ifeu, 2024). Auf dieser Datenbasis wird das Sanierungspotenzial der einzelnen Gebäude ermittelt und der restliche Energieverbrauch nach erfolgreicher Sanierung bzw. mögliche Einsparungen ermittelt.

In Tabelle 3-1, Tabelle 3-2, Tabelle 3-3 und Tabelle 3-4 sind die spezifischen Energieverbräuche nach Gebäudetypen für die verschiedenen Baualtersklassen aufgelistet.

Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Einfamilienhaus (EFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m²]	Einsparung [kWh / m²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m²]	Einsparung [%]
WG-EFH – Referenzszenario (geringe Sanierungstiefe)				
bis 1918	113	33	80	29
1919-1948	103	48	55	47
1949-1978	93	28	65	30
1979-1994	87	38	49	44
1995-2011	62	5	57	8
2012-2020	48	0	48	0
2021-2035	39	0	39	0
WG -EFH – Klimaschutzszenario (hohe Sanierungstiefe)				
bis 1918	113	52	61	46
1919-1948	103	55	48	53
1949-1978	93	41	52	44
1979-1994	87	38	49	44
1995-2011	62	23	39	37
2012-2020	48	0	48	0
2021-2035	39	0	39	0

Tabelle 3-2: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse im Mehrfamilienhaus (MFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	Einsparung [%]
WG-MFH - Referenzszenario				
bis 1918	98	24	74	24
1919-1948	94	42	52	45
1949-1978	86	22	64	26
1979-1994	80	32	48	40
1995-2011	67	13	54	19
2012-2020	43	0	43	0
2021-2035	42	0	42	0
WG -MFH - Klimaschutzszenario				
bis 1918	98	37	61	38
1919-1948	94	48	46	51
1949-1978	86	40	46	47
1979-1994	80	34	46	43
1995-2011	67	29	38	43
2012-2020	43	0	43	0
2021-2035	42	0	42	0

Tabelle 3-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m²]	Einsparung [kWh / m²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m²]	Einsparung [%]
NWG-GHD – Referenzszenario				
bis 1978	133	21	112	16
bis 2009	69	10	59	14
ab 2010	45	2	43	4
NWG -GHD – Klimaschutzszenario				
bis 1918	98	37	90	32
1919-1948	94	48	43	37
1949-1978	86	40	32	30

Tabelle 3-4: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Industrie in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m²]	Mittlere Jährliche Reduktion [%]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m²]	Einsparung [%]
NWG-Industrie - Referenzszenario				
bis 1978	44	-1,8%	26	41
bis 2009	20	-1,6%	13	35
ab 2010	9	-0,2%	8	11
NWG -Industrie - Klimaschutzszenario				
bis 1918	44	-2,6%	18	59
1919-1948	20	-2,4%	9	55%
1949-1978	9	-0,8%	7	22

Das Potenzial für die Stadt Sonthofen zur Einsparung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierung wird auf Basis des aktuellen Wärmebedarfs ermittelt. Insgesamt werden zwei Szenarien betrachtet. Zum einen das „Referenzszenario“, welches mit einer festen Sanierungsquote von 0,8 % sanierter Gebäude pro Jahr kalkuliert wird. Zum anderen das „Klimaschutzszenario“, welches mit einer variabel aufsteigenden Sanierungsquote kalkuliert wird. Dieses startet im Basisjahr bei einer Sanierungsrate von 0,8 % und steigt kontinuierlich auf eine jährliche Rate von 2,8 % im Zieljahr an.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt nach dem größten Einsparpotenzial, da hier der höchste wirtschaftliche Anreiz für eine Gebäudesanierung liegt. Für diese Gebäude wird ein neuer Wärmebedarf nach Sanierung ab dem jeweiligen Jahr in die Rechnung übernommen.

Im Referenzszenario wurde für 2.408 Gebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Dies entspricht ca. 54 % des Gebäudebestands. Im Klimaschutzszenario ergibt sich für 3.657 Gebäude ein Sanierungspotenzial, das entspricht ca. 82 % des Gebäudebestands der Stadt Sonthofen.

In Abbildung 3-2 sind beide Szenarien gegenübergestellt.

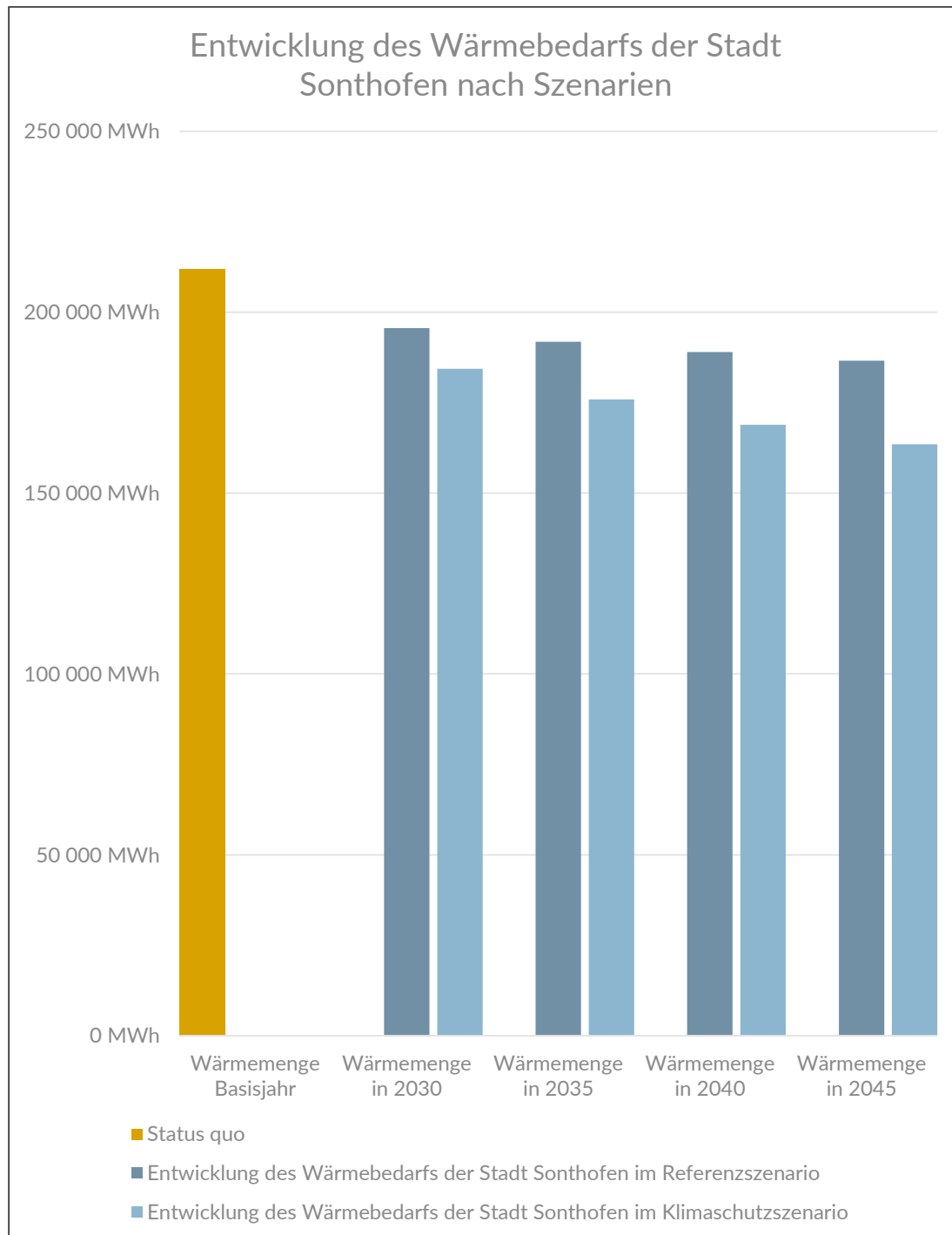


Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der beiden Sanierungsszenarien für die Stadt Sonthofen

3.2 Biomasse

Bei der Verwendung von Biomasse als Energieträger wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z. B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Die Biomasse entstammt primär der Land-, Forst- und Abfallwirtschaft. Diesbezüglich ist zwischen holzartiger Biomasse, Energiepflanzen, Wirtschaftsdünger aus der Landwirtschaft und biogenen Rest- und Abfallstoffen zu unterscheiden. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. Typisch für feste Biomasse sind verschiedenste Holzbrennstoffe (u. a. Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets). Flüssige Bioenergien sind vor allem Biokraftstoffe wie Pflanzenöl, Biodiesel oder Bioethanol. Als gasförmige Bioenergie ist Biogas zu nennen. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

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

Biomasse ist mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark. Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Biokunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen. Ebenso sollten bei der Nutzung von Holzenergie die Prinzipien der Nachhaltigkeit und der Ressourceneffizienz beachtet werden. Die energetische Nutzung des Rohstoffes Holz sollte am Ende der stofflichen Verwertungskette stehen, die Wertschöpfung und die höhere Klimaschutzleistung stehen im Vordergrund. Zusätzlich sind Aspekte wie z. B. Auswirkungen auf die Artenvielfalt zu berücksichtigen. Zusammenfassend sollte eine umfassende Bewertung der Potenziale, Risiken und Auswirkungen von Biomasse im Kontext der spezifischen regionalen Gegebenheiten durchgeführt werden, um eine verantwortungsvolle und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

3.2.1 Biogene Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe für die Energieerzeugung fallen entweder aus Rest- und Abfallholz an (Waldderholz, Flur- / Siedlungsholz) oder können speziell zu diesem Zweck angebaut werden. In der kommunalen Wärmeplanung wird sich auf Rest- und Abfallmengen konzentriert.

In der Stadt Sonthofen existiert Biomassepotenzial in Form von Waldderholz und Flur- / Siedlungsholz. Die Energiepotenziale können über den Energie-Atlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024) abgerufen werden. Das dort ausgegebene Energiepotenzial wurde mit einem Wirkungsgrad von 77 % in einen jährlichen Wärmeertrag umgerechnet, dies entspricht der Nutzung in einem größeren BHKW

(Prognos AG; ifeu, 2024). Die im Energie-Atlas Bayern genannten Flächen wurden nach Nutzungsart auf Grundlage der ALKIS-Daten berechnet (Statistik B. L., 2024).

Tabelle 3-5: Biomassepotenziale für die Stadt Sonthofen

Art der Biomasse	Jährliches Energiepotenzial	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Waldderbholz	43.300 GJ / 12.028 MWh	9,264 GWh / a
Flur- / Siedlungsholz	10.900 GJ / 3.027 MWh	2,331 GWh / a
Kurzumtriebsplantagen (Pappeln)	0 GJ / 0 MWh	0 GWh / a
Summe		11,6 GWh / a

Die im Energie-Atlas Bayern ausgewiesenen Biomassepotenziale für die Stadt Sonthofen betragen insgesamt rund 11,6 GWh pro Jahr. Davon entfallen etwa 9,3 GWh/a auf Waldderbholz und rund 2,3 GWh/a auf Flur- und Siedlungsholz. Potenziale aus Kurzumtriebsplantagen sind nicht vorhanden.

Zusätzlich sei der Forstbestand nach einer Information der beteiligten Kommunen der ILE Alpsee Grünten nicht klimawandeltauglich, sodass sich der Ertrag für die Wärmeversorgung erhöhen wird.

3.2.2 Biogaspotenzial

Nach Akteursinformationen und Informationen der beteiligten Kommunen der ILE Alpsee Grünten besteht für die Region kein nennenswertes Potenzial zur Erzeugung von Biomethan.

3.3 Umweltwärme

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

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich vom Temperaturhub ab, also der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Wärmepumpenhersteller geben die Effizienz bei bestimmten Betriebspunkten in Form des COP (Coefficient of

Performance) an. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) stellt das Verhältnis der Nutzwärmemenge bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit über eine Jahresbilanz dar und gilt als die zentrale Kennzahl für Wärmepumpen. Bei der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen stammt ca. 75 % der Energie aus der Wärmequelle (bei einer angenommenen JAZ von 4,0). Die restliche Energie wird meist in Form von elektrischer Energie für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Wärmequellen- und Wärmesenkenmedium. In Deutschland kommen insbesondere Sole-Wasser-, Luft-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Sole (ein frostsicheres Wärmeträgerfluid) als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenkenmedium. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen entsprechend Luft als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenke. Wasser-Wasser-Wärmepumpen werden sowohl für die Temperaturerhöhung von Wärme aus Oberflächengewässern und Abwasser als auch in der oberflächennahen Geothermie, insbesondere für Grundwasserbrunnensysteme, eingesetzt.

3.3.1 Abwasserwärmenutzung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden zudem die Potenziale betrachtet, die im kommunalen Abwasser vorhanden sind. Dazu werden zum einen die Potenziale

- der Abwasserkanäle,
- am Zulauf der Kläranlage und
- das gereinigte Abwasser am Auslauf der Kläranlage

betrachtet. Energie, die in einem Abwasserkanal im Zulauf der Kläranlage entnommen wird, ist später nicht mehr für Prozesse in der Kläranlage vorhanden. Die Entnahme von Abwasserwärme wird in der Regel nur in Abschnitten des Kanalnetzes von mindestens DN 800 empfohlen, in denen der Trockenwetterfluss im Jahresmittel mindestens 15 l/s beträgt. Abwasserwärme kann oft in Kommunen ab ca. 3.000 bis 5.000 Einwohnern genutzt werden (Umweltbundesamt, Umweltbundesamt, 2023).

Für den Wärmeentzug können konservative Entnahmetemperaturen von 3 – 4 K angenommen werden, bei Wärmeentzugsleistungen von 2 – 4 kW / m² Wärmeübertrageroberfläche. Die Temperatur im Zulauf der Kläranlage darf nicht zu stark absinken, da sonst ein reibungsloser technischer Betrieb nicht gewährleistet ist. Die Zulauftemperatur zu Kläranlagen sollte 10 °C nicht unterschreiten (Umweltbundesamt, Umweltbundesamt, 2023).

Zusätzlich sollte sich der potenziell zu nutzende Kanal in örtlicher Nähe zu Wärmeabnehmern oder einem Wärmenetz befinden. Weiterhin ist zu prüfen, ob die gesamte Abwasserableitung in einem Misch- oder Trennsystem geführt wird. Durch die Teilung der Schmutzabwässer und des Regenwassers kann es zu deutlichen Unterschieden des Trockenwetterflusses kommen.

Der Abwasserverband Obere Iller betreibt mit der Verbandskläranlage Obere Iller die einzige Kläranlage im Gebiet der ILE Alpsee Grünten. Nach Informationen des Abwasserverbands Obere Iller besteht in der gesamten Region ILE Alpsee Grünten kein Potenzial für die Wärmenutzung aus Abwasser. Zum einen wegen fehlender Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Nutzung auf der Abnehmerseite (keine große, dicht besiedelte und urban geprägte Einzugsgebiete, in denen kontinuierlich ausreichend warmes Abwasser anfällt). Zum anderen weist das Abwasser an der Kläranlage aufgrund des alpinen Einflusses im Mittel um ca. 3 K kleinere Temperaturen auf als Werte von vergleichbaren Kläranlagen (unter 8 °C bis max. 16 °C, im Durchschnitt Ø 11 - 12 °C). Eine zusätzliche Abkühlung vor der Kläranlage

würde die biologischen Reinigungsstufe (Mikroorganismen) und so die Kläranlagenbetrieb beeinträchtigen. Daraufhin würden sich auch die Betriebskosten der Kläranlage erhöhen.

3.3.2 Wärme aus Oberflächengewässern

Wasser hat eine hohe Wärmekapazität und eignet sich daher hervorragend als Medium für die Wärmeübertragung und als Wärmespeicher. Wärme kann aus Oberflächengewässern entnommen und über Wärmepumpen für verschiedene Einsatzzwecke genutzt werden. Ähnlich wie bei der oberflächennahen Geothermie, kann aufgrund des Temperaturniveaus der Oberflächengewässer die Wärme sowohl zum Heizen als auch Kühlen genutzt werden. In der Potenzialanalyse werden insbesondere Fließgewässer und größere Seen betrachtet.

Es ist zu beachten, dass jede Wärmeentnahme und Wärmezufuhr aus stehenden oder fließenden Gewässern Einflüsse auf diese haben. So führt z. B. eine zu starke Erwärmung des Wassers zu einer erhöhten Aktivität der Mikroorganismen und kann damit – ähnlich wie ein Nährstoffeintrag – eutrophierend wirken. Deshalb sind die Anforderungen an den Gewässerschutz stets zu berücksichtigen. Insbesondere bei stehenden Gewässern ist immer der Einzelfall zu prüfen, da jeder See aufgrund des Standortes (Wetterrandbedingungen, Klima), der Geologie und Hydrologie (u. a. Zu- bzw. Abflüsse in den bzw. aus dem See), der Tiefe und der Ausdehnung unterschiedlich anfällig für Nährstoffeinträge bzw. Nährstoffausträge ist. In Bayern ist für die Wärmeentnahme aus Oberflächengewässern eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Tiefgreifende Analysen unterliegen einer Fachplanung.

Ein mögliches Potenzial für die Wärmenutzung aus stehenden Gewässern bieten der Ortswanger See für das Gewerbegebiet Rieden und der Sonthofener See für die Siedlung Am Illerdam südlich von Rieden aufgrund ihrer Größe und Nähe zu potenziellen Wärmeabnehmern. Hier ist jedoch eine wirtschaftliche Nutzung aufgrund der geringen Wärmelinienichten Am Illerdam und der Trennung des Gewerbegebiets und des Ortswanger Sees durch die Bahnlinie fraglich.

Neben stehenden Gewässern wurden auch Fließgewässer betrachtet. Für eine Wärmeentnahme aus Fließgewässern bestehen sowohl Regelungen und Randbedingungen in Bezug auf Gewässerschutz (Abkühlung des Gewässers, Ausleitmengen) als auch Natur- und Artenschutz (FFH-Gebiete und Naturschutzgebiete). In Bezug auf FFH-Gebiete und Naturschutzgebiete bestehen keine grundlegenden Einschränkungen in diesem Gebiet.

Grundsätzlich ist die Abkühlung von Fließgewässern in den Sommermonaten als positiv zu bewerten. Durch das Stadtgebiet fließt die Iller. Basierend auf Daten der Messstation in Sonthofen (siehe Tabelle 3-6) und dem alpinen Einfluss der Iller ist eine Abkühlung in den Wintermonaten kritisch zu hinterfragen. Aufgrund dessen kann von einer ganzjährigen Nutzung der Wärme aus der Iller nicht ausgegangen werden. Die Wassertemperaturen sind für weitere Analysen in der Detailplanung zu berücksichtigen, wenn Entnahmemengen, der Ort der Entnahmestelle sowie Auswirkungen der Wasserentnahme und Wasserwiedereinleitung auf die Flusstemperatur unter Berücksichtigung der Durchmischung bekannt sind. Weiterhin ist der Einsatz von Wärmespeichern zur Überbrückung kalter Tage (bzw. geringen Flusstemperaturen) zu prüfen.

Nach der Studie Wärmepumpen an Fließgewässern könnte die Iller bis zu 25 % des Wärmebedarfs von Sonthofen im Winter decken (2024, FfE, Wärmepumpen an Fließgewässern). Aufgrund von Informationen aus einer BEW-Machbarkeitsstudie in Blaichach kann ein grundsätzliches Nutzungspotenzial der Iller in den Gebieten der ILE Alpsee Grünten bestätigt werden (Weber, 2024).

Tabelle 3-6: Wertebereiche der Wassertemperaturen an der Messstation Sonthofen

Zeitraum	Temperaturspreizung
2010 - 2025	0,1 °C - 19,7 °C
2023	1,3 °C - 18,1 °C
2024	0,9°C - 17,9°C

Als Standort für eine Wärmeentnahme aus der Iller und als Untersuchungsgebiete für Machbarkeitsstudien sind aufgrund der Nähe und hoher Wärmeliniendichten insbesondere Rieden, das Gewerbegebiet an der Sinwagstraße und dem Erlebnisbad Wonnemar prädestiniert.

Zusätzlich könnte das Potenzial für eine Wärmeentnahme aus der Ostrach über eine Machbarkeitsstudie aufgrund der direkten Nähe zu Wärmeabnehmern in Sonthofen analysiert werden.

3.3.3 Luft-Wasser-Wärmepumpen

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

Die Investitionskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind geringer als bei Sole- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen, da die Kosten für die Quellenerschließung nicht anfallen. Wegen der geringeren Investitionskosten und eines geringeren Planungsaufwandes, ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe die Wärmepumpenart, die derzeit am häufigsten installiert wird. Insbesondere in den voraussichtlich dezentral versorgten Gebieten, in denen das geothermische Potenzial oder die Freiflächenverfügbarkeit gering ist, wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe – neben Biomasse-Heizungen – der präferierte Wärmeerzeuger sein. Darüber hinaus können mit Außenluft betriebene Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung von Wärmenetzen eingesetzt werden. Aufgrund der Ausweisung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete nach WPG unabhängig von der Wärmeerzeugertechnologie und aufgrund der Tatsache, dass die Wärme aus der Außenluft unbegrenzt zur Verfügung steht, wird kein Potenzial für Luft-Wasser-Wärmepumpen berechnet oder ausgewiesen.

3.4 Geothermie

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

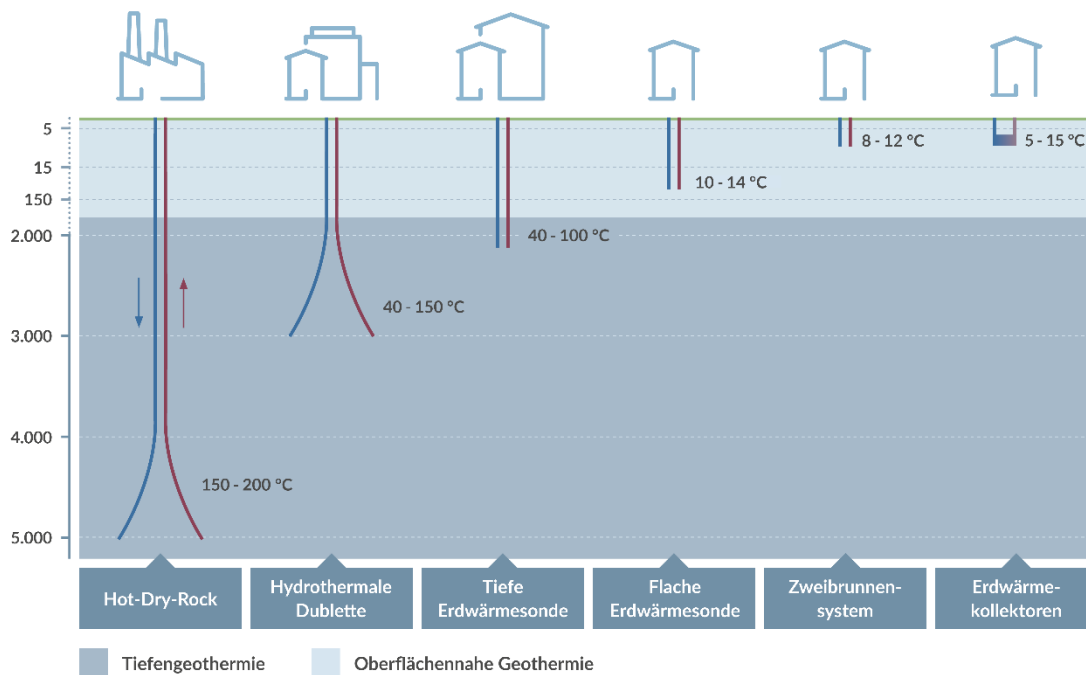


Abbildung 3-3: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025))

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

3.4.1 Tiefengeothermie

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

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

Bei petrothermalen Systemen erfolgt die Wärmeentnahme aus dem tiefen Untergrund unabhängig von wasserführenden Horizonten. Durch das Einpressen von Wasser in eine Injektionsbohrung wird das vorhandene Kluftsystem in den Bodenschichten geweitet

(Stimulation) oder neue Klüfte durch das Aufbrechen von Gestein (Fracking) geschaffen. Mit einer zweiten Bohrung, die den stimulierten Bereich durchteuft, wird ein unterirdischer Wärmeübertrager erzeugt, durch den im Betrieb Wasser zirkuliert.

Information

Im Zuge der Potenzialanalyse der Tiefengeothermie werden potenziell nutzbare Gebiete im und um das Stadtgebiet dargestellt. Darüber hinaus wird im Zuge der kommunalen Wärmeplanung kein quantitatives Potenzial der Tiefengeothermie berechnet. Für tiefgreifendere Analysen sollten geologische Fachplaner, die auf Tiefengeothermie spezialisiert sind, kontaktiert werden sowie geologische Fachgutachten des Untergrunds und Machbarkeitsstudien erstellt werden.

Im Umkreis des Stadtgebiets von Sonthofen gibt es keine bestehende Tiefengeothermiebohrung. Zudem sind nach dem Energie-Atlas Bayern in der Region um Sonthofen keine Potenziale für Tiefengeothermie ausgewiesen. Des Weiteren wurden in der Region auch keine seismischen Messungen oder sonstige Aktivitäten bezüglich Tiefengeothermie angegangen, sodass von keinem Tiefengeothermiefpotenzial für die Stadt Sonthofen auszugehen ist.

3.4.2 Oberflächennahe Geothermie

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

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

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

Information

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

Auf Grundlage von Daten und Informationen der bayerischen Geoportale (Energie-Atlas Bayern und Umweltatlas Bayern) sowie GIS-basierten Analysen konnten Potenzialflächen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ermittelt werden, die eine grundsätzliche Eignung der Gebiete für die jeweilige Wärmequellenart ausweisen. Für die Ermittlung der Potenzialflächen wurden bayernspezifische Abstandsempfehlungen zur Grundstücksgrenze und zu Gebäuden berücksichtigt. Aus den Potenzialflächen konnten u. a. mithilfe der gemittelten Wärmeleitfähigkeiten in unterschiedlichen Tiefen im Untergrund quantitative Potenziale in Form von Energiemengen berechnet werden. Die berechneten Energiemengen sind nicht grundsätzlich addierbar. Die angegebenen Potenzialflächen von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren konkurrieren in der Regel.

Erdwärmesonden

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

In *Abbildung 3-4* sind die Potenzialflächen für Erdwärmesonden dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebaute Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Für die Ermittlung der Potenzialflächen wurden Ausschlussgebiete wie z. B. Wasserschutzgebiete oder Ausschlussgebiete aufgrund von Bohrrisiken durch Karstgesteine und Sulfatgesteine berücksichtigt. Darüber hinaus wurden Flächen für die landwirtschaftlichen Gebiete außerhalb der Siedlungsfläche, die aufgrund von Bahnlinien, Flüssen oder sonstigen Hindernissen von der nächsten Bebauung getrennt sind, nicht in die Potenzialflächen inkludiert.

Anhand von Informationen zu bestehenden Bohrungen wurde in Sonthofen eine Bohrtiefenbegrenzung von 60 m angenommen. Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von insgesamt 765 ha. Mit einer angesetzten JAZ von 4,1 (Miara, Günther, Kramer, Oltersdorf, & Wapler, 2011) und Jahresvolllaststunden von 1.800 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 1.285 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Potenzialfläche	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	140,7 ha	236 GWh /a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	624,6 ha	1.048 GWh /a

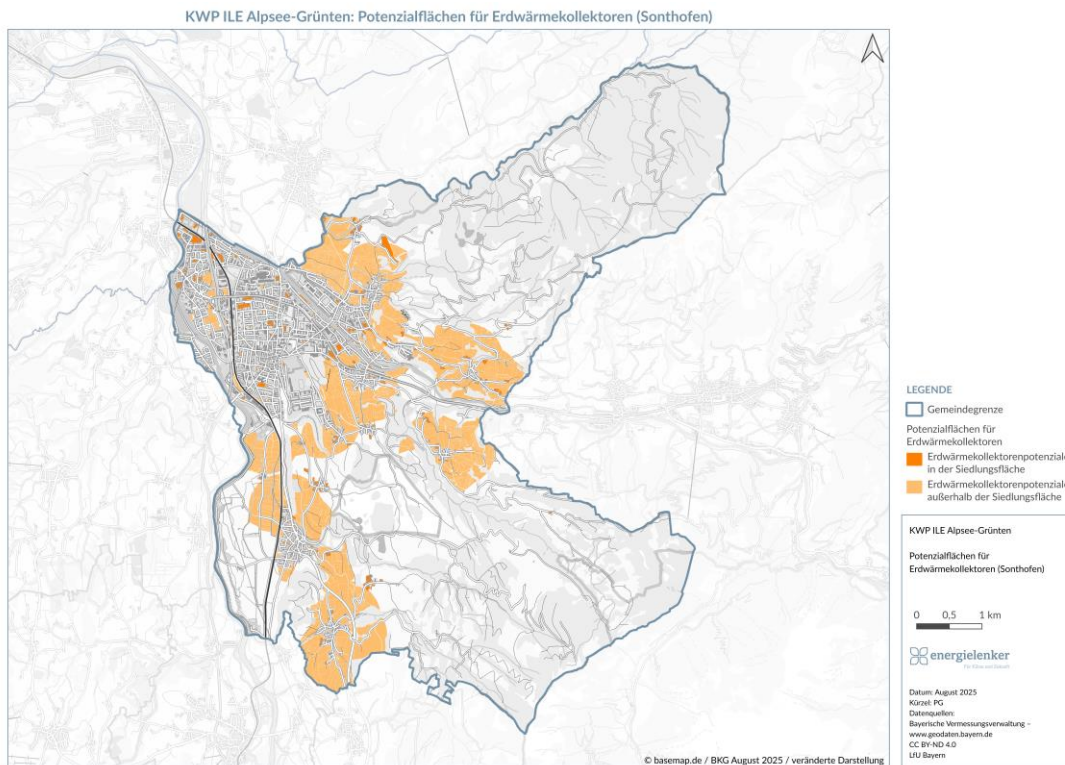


Abbildung 3-4: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Stadtgebiet von Sonthofen

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind ein geothermisches Wärmequellensystem, bei dem horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze in einer Einbautiefe von ca. 1,5 m in den Boden eingebracht werden. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie flächig im Boden verlegt werden. Die geothermisch genutzte Fläche sollte für diese Systeme ca. das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen. Allerdings kann die notwendige Fläche u. a. durch mehrstöckige Kollektorsysteme (Sandwichsysteme), durch den Einsatz von vertikal eingebrachten Kollektorsystemen sowie durch die Kombination mit solarthermischen Anlagen zur Regeneration des Untergrundes

verringert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren hauptsächlich aus der eingestrahnten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Für Erdwärmekollektoren ist i. d. R. kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Dadurch können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu beispielsweise Erdwärmesonden in Gebieten darstellen, die für diese Systeme genehmigungsrechtlich nicht zulässig sind.

In *Abbildung 3-5* ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Stadtgebiet von Sonthofen dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebaute Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete wurde zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt. Zusätzlich wurden Potenzialflächen in den Siedlungsgebieten ausgeschlossen, die kleiner sind als die doppelte Fläche des zu beheizenden Gebäudes. Darüber hinaus wurden Flächen für die landwirtschaftlichen Gebiete außerhalb der Siedlungsfläche, die aufgrund von Bahnlinien, Flüssen oder sonstigen Hindernissen von der nächsten Bebauung getrennt sind, nicht in die Potenzialflächen inkludiert.

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von insgesamt 566 ha. Für die Berechnung der aus dem Erdboden entziehbaren Wärmemengen und schließlich der Wärmemengen, die durch Wärmepumpen für die Gebäude bereitgestellt werden, wurde ein GIS-Layer mit Informationen zu den Wärmeleitfähigkeiten im oberflächennahen Erdboden genutzt. Für einige Flächen sind keine Angaben zur Wärmeleitfähigkeit hinterlegt, sodass diese nicht in der quantitativen Ermittlung einfließen konnten. Mit einer angesetzten JAZ von 4,0 (Miara, Günther, Kramer, Oltersdorf, & Wapler, 2011) und Jahresvolllaststunden von 1800 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, nutzbares Wärmepotenzial von 231 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Potenzialfläche	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	22,5 ha	11 GWh /a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	543 ha	220 GWh /a

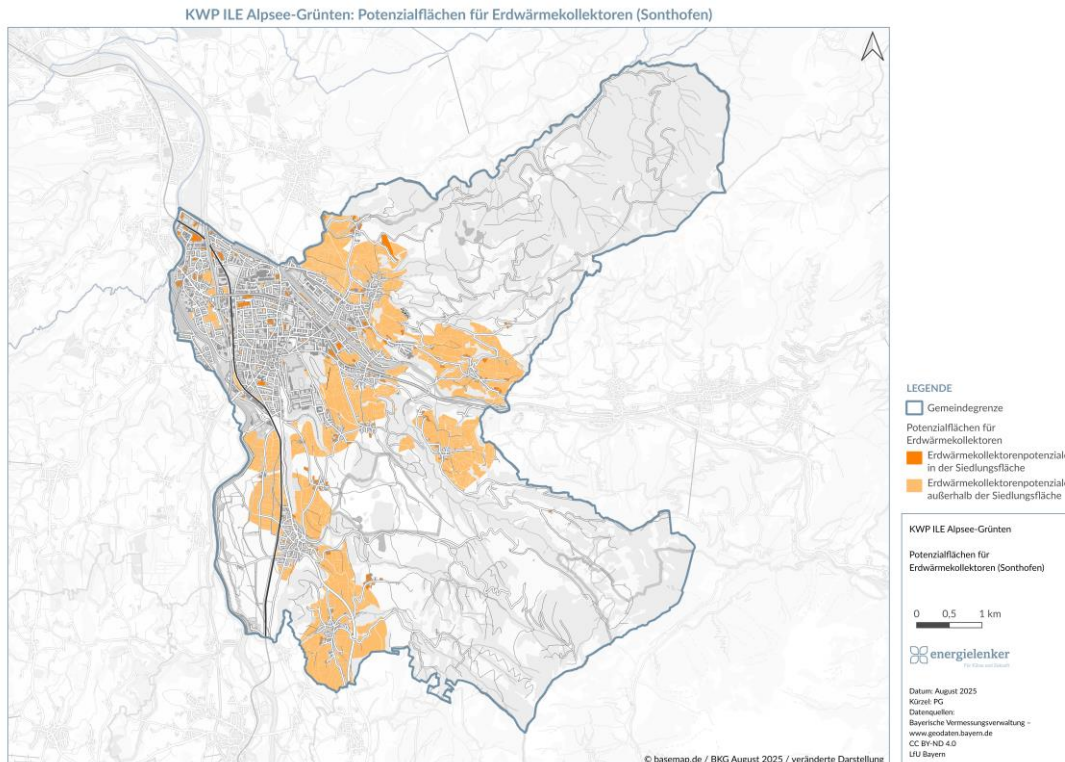


Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Stadtgebiet von Sonthofen

Grundwasserbrunnen

Grundwasserbrunnen sind offene Systeme und bestehen aus mindestens einem Förder- und Schluckbrunnen. Im Förderbrunnen wird das Grundwasser über eine Pumpe angesaugt und nach der Wärmeübertragung in einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe im Schluckbrunnen wieder in den Grundwasserleiter eingespeist. Das quantitative Potenzial (Wärmemengen) von Grundwasserbrunnensystemen ist aufgrund einem detaillierten Informationsbedarf über die Hydrologie des Untergrunds und thermischen Wechselwirkungen von mehreren Systemen innerhalb des gleichen Grundwasserleiters nicht über eine flächige Berechnung wie bei Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren zu ermitteln. Stattdessen werden die Potenzialkarten aus dem Energie-Atlas Bayern bewertet und auf eine quantitative Potenzialermittlung verzichtet. In Abbildung 3-6 sind die Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen und bestehende Brunnenanlagen in Sonthofen dargestellt.

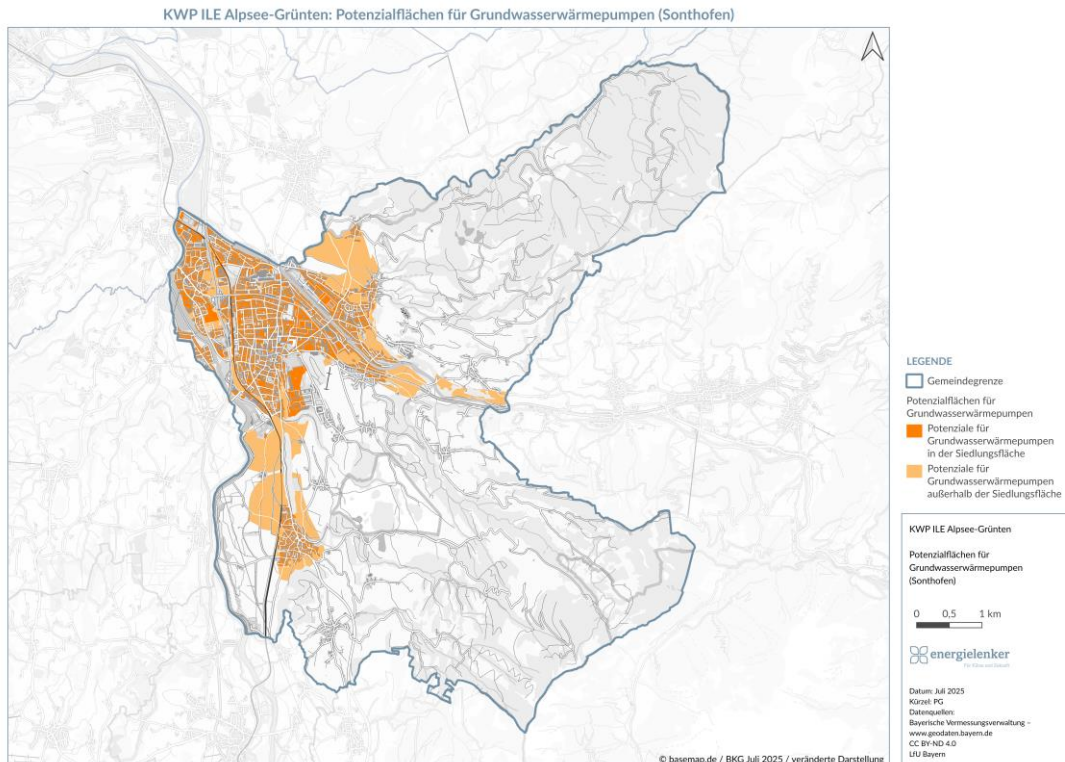


Abbildung 3-6: Potenzialflächen für Grundwasserwärmepumpen in Sonthofen

3.5 Solarthermie

Solare Strahlungsenergie hat vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für den Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung. Sie kann in Form von Solarthermie als Erzeuger für Wärmeenergie oder in Form von Photovoltaik als Stromerzeuger genutzt werden. Zwischen klassischen Solarthermie- und PV-Anlagen besteht aufgrund der limitierten Flächenverfügbarkeiten eine Flächenkonkurrenz. Durch den Einsatz von PVT-Kollektoren kann sowohl Strom als auch Wärme erzeugt werden, wodurch die Flächenkonkurrenz teilweise aufgehoben wird. PVT-Anlagen werden im Folgenden nicht näher betrachtet. PV-Anlagen werden in Kapitel 3.9.1 erläutert.

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende, da sie sowohl mit Hilfe von zentralen als auch dezentralen Anlagen dazu beitragen können, auf einer gesamtstädtischen Ebene einen CO₂-freien Wärmesektor zu realisieren. Solarthermie lässt sich ähnlich wie klassische Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen realisieren. Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Solarstrahlung gilt es zu beachten, dass solarthermische Anlagen ohne einen ausreichend großen saisonalen thermischen Speicher nicht den Heizwärmebedarf und TWW-Bedarf allein decken können.

Grundsätzlich wird bei der Solarthermie die eintreffende Sonnenstrahlung durch Absorber aufgenommen. Die entstehende thermische Energie wird dann auf eine Wärmeträgerflüssigkeit geleitet. In der Regel ist das ein Gemisch aus Wasser und Glykol, auch Solarfluid genannt. Das Solarfluid fließt zu einem Wärmespeicher, gibt dort die thermische Energie an das Heizungsmedium (Wasser) ab und erhitzt es. Danach läuft das Solarfluid wieder zum Kollektor zurück, um durch den Absorber erneut erwärmt zu werden.

Die Installation von Solarthermieranlagen auf Dachflächen ermöglicht i. d. R. die Deckung des Warmwasserbedarfs außerhalb der Heizperiode (Mai bis September) für einen 4-Personen-Haushalt. Hierzu ist bereits eine Bruttokollektorfläche von 4-6 m² ausreichend. Im Schnitt können bei einer Kollektorfläche von 6 m² ca. 2.000-2.400 kWh/a Wärme erzeugt werden. Damit erzeugt eine Solarthermie über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfs.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss wie bei reinen Solarthermieranlagen für die Warmwasserbereitung. Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich 20-25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich.

Für die Berechnung des Energieertrags von Solarthermie-Anlagen kann ein spezifischer Ertrag von 333,33 kWh/m² zugrunde gelegt werden, basierend auf einer mittleren globalen Strahlung von 1.000 kWh/m² (Umweltbundesamt, Sonnenkollektoren – Solarthermie, 2024).

Solarthermie auf Dachflächen

Die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen erfolgt meist als Hybridsystem in Kombination mit einer weiteren Heizungsart. Solarthermie auf dem Dach ist sehr effizient, da die Technologie weitestgehend ausgereift und die Transportwege kurz sind. Die Nutzung von Sonnenenergie erhöht die energetische Autarkie von Haushalten und Gebäuden und reduziert die Abhängigkeit von externen Versorgungsquellen.

Die Flächen für Dachsolarthermieranlagen entsprechen den Flächen der Dach-PV-Anlagen, die aus dem Solarkataster übernommen wurden. Dabei wurden alle geeigneten Flächen herangezogen. Die Flächen wurden mit dem oben genannten Faktor multipliziert, um das Potenzial des möglichen Wärmeertrags aus Solarthermie zu berechnen (siehe Tabelle 3-9).

Je nach Größe der Anlagen kann die komplette Wärmemenge nicht vollständig genutzt werden, da der Großteil der Wärme in den Sommermonaten erzeugt wird und in den Wintermonaten der meiste Wärmeverbrauch anfällt. Wird die Solarthermieanlage nur für die TWW-Bereitung dimensioniert, kann der Nutzungsanteil deutlich erhöht werden. Bei der hier vorgestellten vereinfachten Berechnung der kompletten Dachfläche mit dem oben beschriebenen Energiekennwert wird nicht die komplette Wärmemenge nutzbar sein. Dementsprechend sind die berechneten Energiemengen zu werten.

Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Potenzialfläche laut Solarkataster	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Dachflächen	98,1 ha	327 GWh/a

Information

Die Flächen und auch die Erträge von PV und Solarthermie konkurrieren miteinander und können nicht addiert werden! Über eine Kombination beider Anlagen in Form von PVT-Kollektoren kann die gleiche Fläche sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Wärmeerzeugung genutzt werden. Jedoch sind die Kosten von PVT-Kollektoren auch entsprechend höher als für die Einzelvarianten.

Solarthermie auf Freiflächen

Neben Dachanlagen können Solarthermieranlagen auch auf Freiflächen errichtet werden. Sie können aufgrund des Skaleneffektes ähnlich wie bei Freiflächen-PV kostengünstigere Wärme produzieren als Aufdachanlagen und speisen die erzeugte Wärme i. d. R. in Wärmenetze ein. Hier werden Netztemperaturen von bis zu 100 °C erreicht. Bei der Einbindung von Wärme aus der Solarthermie sind die Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes sowie die saisonale Einspeiseperiode von März bis Oktober zu beachten. Somit können Solarthermieranlagen nur durch den Einsatz von Speichersystemen die Wärmebereitstellung in den Wintermonaten unterstützen.

Für Solarthermieranlagen gilt dieselbe potenzielle Flächenkulisse wie für Freiflächen-Photovoltaikanlagen mit dem Unterschied, dass für die Nutzung im Fernwärmebereich die Nähe zur Wärmeversorgung eine Rolle spielen. Vor- und Rücklaufleitungslänge unterliegen Installationskosten und Wärmeverlusten. Damit der Wärmeverlust der Anschlussleitung nicht zu groß wird, werden nicht alle landwirtschaftlichen Flächen um das Siedlungsgebiet, sondern nur Flächen in einem gewissen Puffer zum Siedlungsrand berücksichtigt. Die Mindestgröße für betrachtete Freiflächen liegt dabei bei 5 ha.

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

Für die Freiflächen-Solarthermie wurden Potenzialflächen außerhalb des Siedlungsbereichs ermittelt. Zusätzlich sind auch Flächen innerhalb des 500-m-EEG-Korridors (vgl. Kapitel 3.9.1) dargestellt, in denen Photovoltaik-Freiflächenanlagen nach § 37 EEG gefördert werden. In diesen Gebieten ist die Umsetzung von solarthermischen Freiflächenanlagen als gering einzuschätzen. Für die Analysen wurden Flächen der Alpenzone C und B aufgrund von raumordnerischen Belangen ausgeschlossen. Die Zone A, die eine Erschließung nach raumordnerischer Einzelfallprüfung vorsieht (vgl. LEP 2.3.4), ist kein Ausschlusskriterium und entsprechend zur Information dargestellt.

Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 3-10 aufgeführt.

Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
500 m – Korridor (Geringe Realisierungschance, da Flächenkonkurrenz zu PV nach §37 EEG)	-	-
Außerhalb des 500 m – Korridors	47 ha	155 GWh /a

Die berechneten Wärmemengen sind ähnlich wie bei solarthermischen Dachanlagen zu werten. Die berechneten Potenziale werden i. d. R. nicht vollständig genutzt werden können. Auf der einen Seite wegen der Unterschiede zwischen Bedarf und Erzeugung. Auf der anderen Seite müssten für die Nutzung dieser Wärmemenge auch entsprechend Wärmenetze und große Pufferspeicher installiert werden, um die Wärme zu verteilen und auch in der

Heizperiode zu nutzen. Zudem werden für die Flächenanalysen landwirtschaftliche Flächen herangezogen. Ob die Landwirte Flächen für eine solarthermische Nutzung zur Verfügung stellen, ist oft fraglich. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der Fläche nicht für eine solarthermische Nutzung zur Verfügung steht.

3.6 Abwärme

Abwärme bezeichnet die Wärmeenergie, die als Nebenprodukt anfällt und in der Regel an die Umwelt abgegeben wird. Das theoretische Abwärmepotenzial bezieht sich auf die maximal mögliche Energiemenge, die durch Abwärmenutzung verfügbar wäre, ohne limitierende Faktoren zu berücksichtigen. Das technisch nutzbare Abwärmepotenzial berücksichtigt die aktuellen technischen Möglichkeiten zur Erfassung und Umwandlung der Abwärme in nutzbare Energie. Das wirtschaftlich nutzbare Abwärmepotenzial ist die Energiemenge, deren Rückgewinnung und Nutzung unter den angesetzten ökologischen Bedingungen und Kostenstrukturen erfolgen kann.

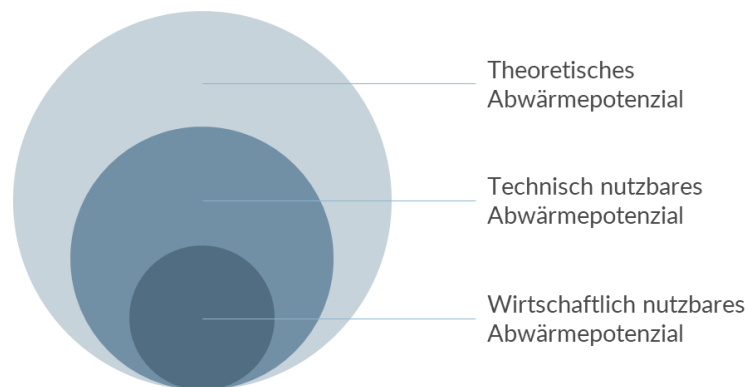


Abbildung 3-7: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird ausschließlich das theoretische Abwärmepotenzial bewertet. Die technischen und wirtschaftlichen Limitierungen sollten in separaten Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen untersucht werden.

3.6.1 Industrielle Abwärme

Abwärme im industriellen Umfeld bezeichnet die Wärmeenergie, die in Unternehmen bei Prozessen anfällt und ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Je nach Unternehmensbranche und Prozessen am jeweiligen Standort variiert das Abwärmepotenzial bedeutend. Das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Einordnung des Potenzials und der resultierenden Auswahl der entsprechenden Technik zur Nutzung der Abwärmequelle. Zudem ist die kumulierte Energiemenge, aber auch die Verfügbarkeit und Kontinuität der Abwärme relevant. In *Abbildung 3-8* sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische Abwärmequellen mit grobem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt (siehe *Abbildung 3-8*).

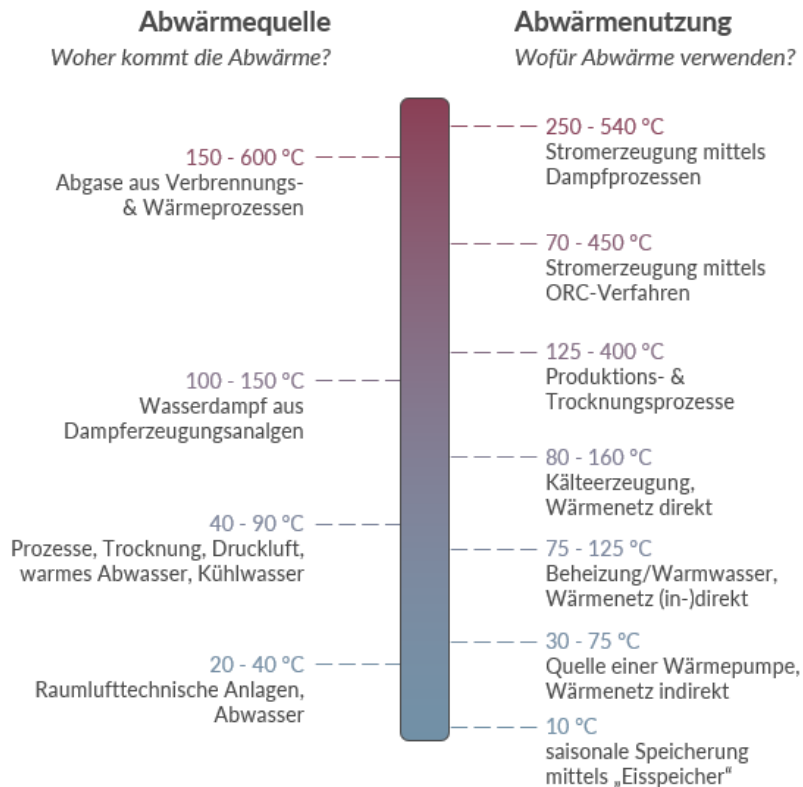


Abbildung 3-8: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus
eigene Darstellung

Bei der Einordnung von Abwärmepotenzialen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als ganzheitliches Instrument ist zu berücksichtigen, dass eine unternehmensinterne Nutzung der anfallenden Abwärme als höchste Priorität gilt. Eine solche Untersuchung kann zusammen mit der Konkretisierung von Abwärmepotenzialen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für Unternehmen durchgeführt werden. Falls keine direkte Nutzung der Abwärme möglich ist, kann die übrige, sogenannte unvermeidbare Abwärme ausgekoppelt und langfristig als Potenzial zur Bereitstellung von Wärme für z. B. Wärmenetze genutzt werden. Liegt die Abwärme auf einem geringen Temperaturniveau vor, muss ggf. das Temperaturniveau über Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau angehoben werden. Die Wärmepumpen können entweder mit elektrischem Strom (Kompressionswärmepumpen) oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau (Sorptionswärmepumpen) betrieben werden.

Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmeliniendichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmeliniendichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus. Bei der Kopplung von Industriebetrieben als Abwärmequellen und Wärmeabnehmern ist die räumliche Entfernung ein maßgebliches Kriterium der Machbarkeit. Die sinnvolle Grenze variiert je nach Wärmemenge, Temperaturniveau und Vorhandensein oder Planungen von Wärmenetzen und kann nicht pauschal bewertet werden. Es wird empfohlen für relevante (Industrie-) Gebiete oder Unternehmen eine vertiefte Untersuchung durchzuführen.

In Sonthofen konnten keine potenziellen industriellen Abwärmequellen identifiziert werden.

3.7 Wasserstoff

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H_2O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie z. B. die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO_2 freigesetzt wird.

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

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräte oder Gasbrennwertkessel (H_2 -Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich aktuell technisch und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Dezentrale Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich.

In Abbildung 3-9 ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich somit in Abhängigkeit der JAZ ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz.

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

Wasserstoff kann auch für die Synthetisierung von CO_2 zu Methan und Wasser genutzt und mit der vorhandenen Gasinfrastruktur transportiert und teilweise gespeichert werden. Der Energiegehalt von synthetischem Methan über den Zwischenprozess der Elektrolyse beträgt jedoch nur ca. 55 % der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

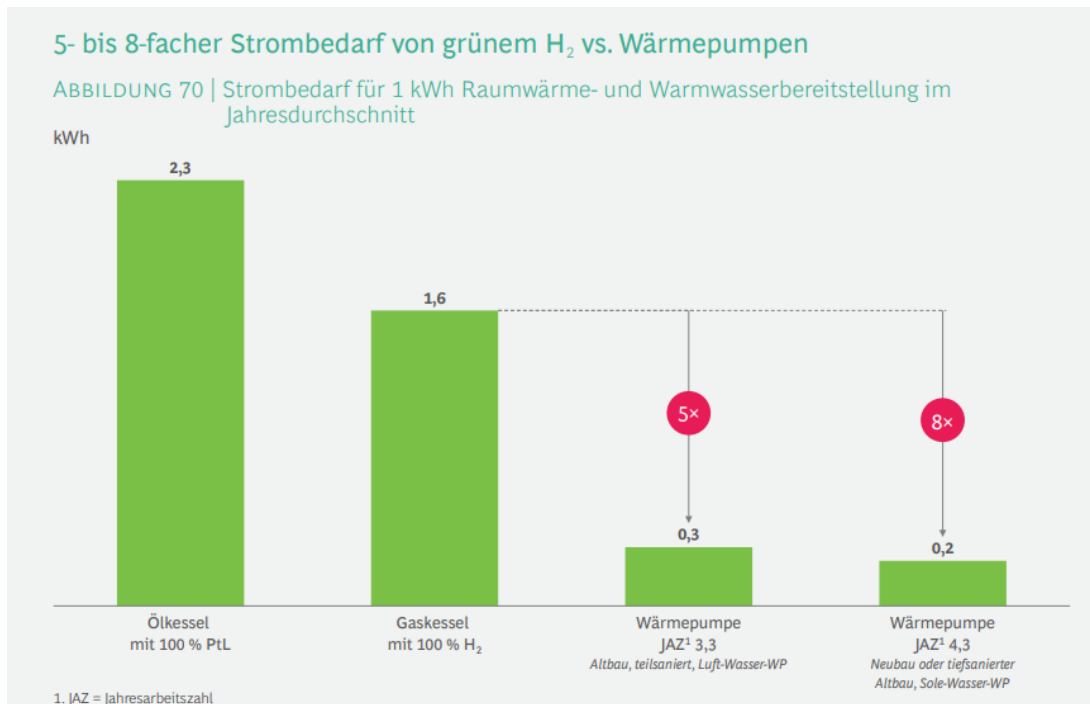


Abbildung 3-9: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

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

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

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse für Wasserstoff in der ILE Alpsee-Grünten wurden verschiedene Aspekte zu H₂-Kernnetz, Infrastruktur, H₂-Produktion sowie industrielle Bedarfe bewertet.

Die Infrastruktur des regionalen Gasnetzes ist grundsätzlich gut vorbereitet: Über 95 % des Verteilnetzes der Schwaben Netz GmbH gelten als H₂-ready.

Information

Die Nutzung von Wasserstoff für Zwecke der Wärmeversorgung wird in Fachkreisen bislang kontrovers diskutiert. Solange Wasserstoff nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, sollte der Einsatz dort erfolgen, wo eine Dekarbonisierung anderweitig schwer zu erreichen ist. Hierzu zählen u. a. die Mineralölwirtschaft, die Stahlherstellung und die Chemieindustrie. Die Wasserstoffnetzeignung hängt maßgeblich von den Transformationsplänen des Gasnetzbetreibers ab. Diese befinden sich momentan noch in Erstellung. Demnach ist die Zukunft des Gasnetzes bzw. einzelner Gasabschnitte der Stadt noch nicht abschließend geklärt. Ob und zu welchen Konditionen Wasserstoff zur Wärmeerzeugung über das Gasnetz zur Verfügung steht, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht sicher vorherzusagen. **Gebäudeeigentümer an Gasleitungen sollten sich daher vor der Installation frühzeitig mit dem Gasnetzbetreiber abstimmen und absichern.**

Auf der anderen Seite ist nach Akteursinformationen eine Anbindung der Region an das überregionale H₂-Kernnetz (siehe Abbildung 3-10) derzeit nicht absehbar. In der ILE Alpsee Grünten ist, nach aktuellem Stand des Gasnetztransformationsplans, nicht mit einer Umstellung des Gasnetzes auf 100 % Wasserstoff vor 2040 zu rechnen (schwaben netz, 2025), sodass Wasserstoff in der Region voraussichtlich nicht für eine flächendeckende Versorgung der aktuellen Gaskunden zur Verfügung steht. Der Gasnetztransformationsplan und Aussagen zu konkreten Jahreszahlen für einen potenziellen Anschluss sind jedoch stark von den Randbedingungen (H₂-Großkundenbedarf, Elektrolyseurplanung etc.) abhängig und können sich in den nächsten Jahren ändern. Eine Priorisierung von Regionen wie Augsburg oder Günzburg liegt seitens Gasnetzbetreiber bereits vor.

Auch eine regionale Produktion von grünem Wasserstoff über Elektrolyseure ist nach aktuellen Informationen nicht geplant. Im Bereich der Wasserstoffproduktion plant Energie Schwaben ab 2027 den Bau von drei Elektrolyseuren mit jeweils 5 MW Leistung an den Standorten Allmannshofen, Illertissen und Rohrenfels/Oberhausen. Diese Anlagen liegen allerdings außerhalb des Wirkungskreises für die ILE Alpsee-Grünten (ca. 90-100 km entfernt) und sind somit voraussichtlich nicht relevant. Konkrete Aussagen zur potenziellen Anbindung oder Nutzung liegen derzeit nicht vor. Ebenso ist bislang kein konkreter H₂-Importpfad aus dem Süden erkennbar.

Information bezüglich konkreter industrieller Wasserstoffbedarfe in der Region (insbesondere aus Prozessen mit hohen Temperaturanforderungen) liegen zum aktuellen Stand nicht vor.

Zusammenfassend ist der flächendeckende Einsatz von Wasserstoff für bestehende Gaskunden in der Region ILE Alpsee Grünten zukünftig voraussichtlich nicht gegeben.

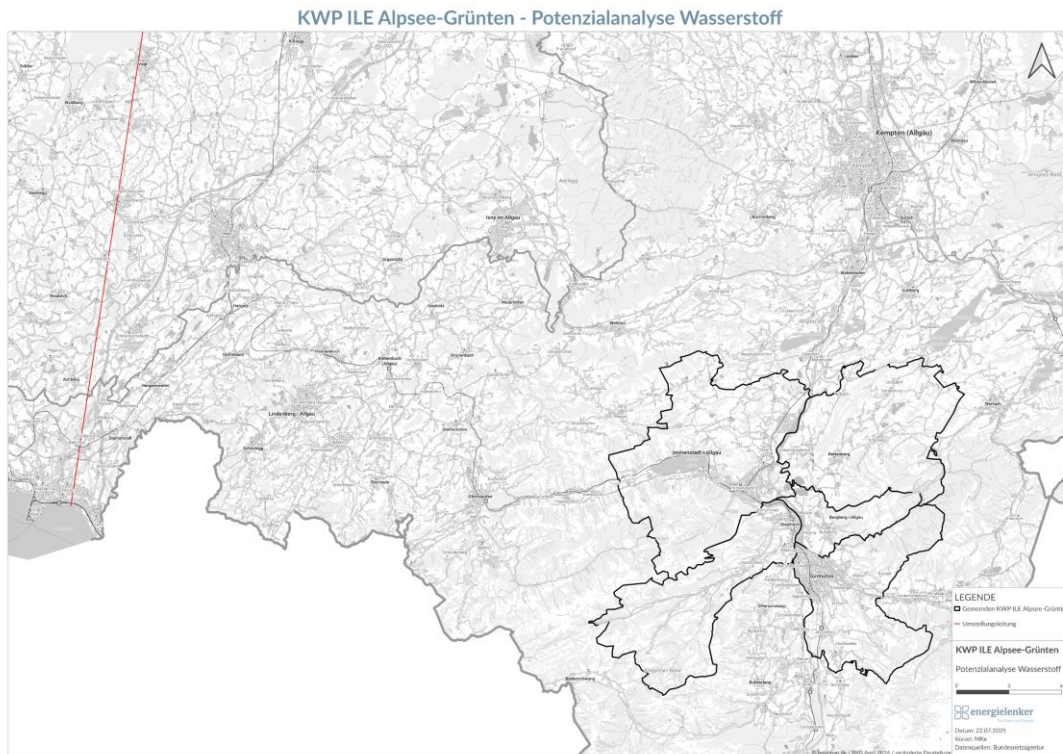


Abbildung 3-10: Wasserstoffkernnetz (eigene Darstellung)

3.8 Sektorenkopplung

Die Sektorenkopplung ist von großer Bedeutung für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Zum einen steigert sie die Effizienz durch optimierte Ressourcennutzung, was zu einem besseren Einsatz vorhandener Energiequellen führt. Darüber hinaus ermöglicht die Sektorenkopplung die Integration erneuerbarer Energien in verschiedene Bereiche wie Wärme, Verkehr und Industrie, wodurch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert wird. Sie trägt außerdem zur direkten und indirekten Reduktion von Emissionen in verschiedenen Sektoren bei, indem Energieflüsse miteinander vernetzt und Abfallprodukte in wertvolle Ressourcen umgewandelt werden. Des Weiteren fördert sie die Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz, indem Stoffkreisläufe geschlossen und Abfälle minimiert werden. Die Sektorenkopplung ist somit ein zentraler Bestandteil der Bemühungen, den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft zu beschleunigen.

Im Gebäudesektor gilt die Wärmepumpe als Schlüsseltechnologie. Sie ist ein prädestiniertes Beispiel für die Kopplung der Sektoren von Strom und Wärme. Weitere Beispiele sind Technologien wie die Großwärmepumpen für Wärmenetze, Elektrolyseure und Elektrodenkessel. Ein klimaneutraler Wärmesektor ist nur durch Sektorenkopplung und ausreichend erneuerbaren Strom zu erreichen. In diesem Sinne werden nachfolgend die stromerzeugenden Technologien Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft analysiert.

3.9 Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung

3.9.1 Photovoltaik

Eine Möglichkeit zur Nutzung von solarer Strahlungsenergie liegt in der klassischen Photovoltaiknutzung zur Stromproduktion. Photovoltaik kann auf Dachanlagen und Freiflächen errichtet werden, um den erzeugten Strom zur Selbstversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Stromnetz zu nutzen. Dachanlagen werden im privaten Kontext meist in Verbindung mit Stromspeichern zur Eigenstromversorgung genutzt, um die Strombezugskosten zu senken. Photovoltaik kann aber auch dazu genutzt werden großflächige Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu errichten, wobei der Strom entweder meist für industrielle Eigenstromversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Netz genutzt wird. Hierbei sind jedoch meist standortspezifische Gegebenheiten ausschlaggebend, inwiefern der produzierte Strom genutzt werden kann (Nähe zu direkten Stromabnehmern oder öffentlichen Mittelspannungsleitungen).

Photovoltaik – Technische Anforderungen

Anders als Solarthermie, werden bei PV-Modulen deutlich geringere Wirkungsgrade erreicht, da der Prozess solare Strahlungsenergie in Strom umzuwandeln technologisch deutlich aufwendiger ist. Es kommen meist Mono- oder polykristalline Solarmodule zum Einsatz, die einen Wirkungsgrad von über 20 % (monokristalline Solarmodule) oder 12 – 16 % (polykristalline Solarmodule) aufweisen. Dem höheren Wirkungsgrad steht entsprechend auch ein höherer Anschaffungspreis entgegen.

Photovoltaikanlagen werden grundsätzlich in Süd- oder Ost-West-Ausrichtung errichtet. Dabei spielt es keine Rolle ob, die Anlage auf einem Dach oder einer Freifläche errichtet wird. Durch die unterschiedlichen Ausrichtungen können unterschiedliche Ertragskurven erzeugt werden. Während bei der Süd-Ausrichtung der maximale Ertrag zur Mittagszeit am höchsten ist, ermöglicht die Ost-West-Ausrichtung eine kontinuierlichere Stromproduktion. Je nach Nutzen des produzierten Stroms, ergeben sich dadurch unterschiedliche Anwendungsbeispiele. Eine südlich ausgerichtete PV-Anlage erzeugt am meisten Strom, jedoch sollte überschüssiger Strom gespeichert oder eingespeist werden. Eine Ost-West-Anlage erzeugt geringere Leistungen, kann aber meist durch den generellen Tagesablauf (höhere Produktionen am Morgen und Abend) besser direkt genutzt werden. Oftmals nutzen Industriebetriebe Ost-West-Ausrichtungen, um den Strom entsprechend ihrer Lastgängen zu verwenden.

Photovoltaik – Freiflächen-Potenziale räumliche Anforderungen

Die Ermittlung der Freiflächenpotenziale erfolgte auf Basis der Berücksichtigung unterschiedlicher flächenspezifischer Kriterien, die grundsätzlich nicht mit einer Errichtung einer Anlage vereinbar sind, oder die Errichtung deutlich erschweren.

Freiflächensolaranlagen bieten die Möglichkeit hohe Erträge solarer Strahlungsenergie zu erzielen, müssen jedoch anders als klassische Dachanlage einen detaillierten Genehmigungsprozess durchlaufen. Freiflächenanlagen sind bauliche Anlagen, die je nach Größe eine geringe bis deutliche Raumwirksamkeit haben, wodurch unterschiedliche öffentliche Belange beeinträchtigt werden können. Dementsprechend ist eine detaillierte Auswahl von räumlichen Kriterien notwendig, um Potenzialflächen identifizieren zu können. Flächen, die grundsätzlich hohe Erfolgsaussichten auf eine Umsetzung aufweisen, liegen innerhalb der Bereiche zur bauplanungsrechtlichen Privilegierung nach § 35 BauGB. Dieser Bereich erstreckt sich über Korridore entlang von Autobahnen und doppelgleisigen

Schienenwegen mit einer Entfernung von 200 m. Hier kann auf die Aufstellung von Bebauungsplänen i. d. R. verzichtet werden, wodurch der Genehmigungsprozess maßgeblich verkürzt wird. Der Gesetzgeber will dadurch bereits räumlich belastete Flächen (Infrastrukturtrassen) als Planungsraum hervorheben, wodurch entsprechend andere Freiflächen erhalten werden können. Auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fokussiert sich mit den entsprechend Förderkorridoren nach § 37 EEG entlang von Autobahnen und Schienenwegen mit einer Entfernung von 500 m. Für alle weiteren Flächen gilt die Berücksichtigung landes- und regionalplanerischer Vorgaben sowie naturschutzfachlichen Ausschlusskriterien für die Freiflächen-Potenziale.

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

- ▶ Naturschutz
- ▶ Gewässerschutz
- ▶ Siedlungsräume
- ▶ Topografie
- ▶ Verkehrsinfrastrukturen

Für die Potenzialabschätzung von Freiflächen-PV-Anlagen wurde pro Modul eine Nennleistung von 720 W_p bei einer angenommenen Fläche von 3 m² zugrunde gelegt. Ausgehend von einer mittleren solaren Strahlungsleistung von 1.000 kWh/m² a ergibt sich daraus ein spezifischer Jahresertrag von 232 kWh/m². Dieser Wert dient als praxisnaher Richtwert für die Abschätzung der Energieerträge von Photovoltaik auf Freiflächen.

Im Gebiet die Stadt Sonthofen sind insgesamt 68 ha als Potenzialfläche für Photovoltaik ausweisbar mit einem Stromertrag in Höhe von ca. 157 GWh pro Jahr. Im Bereich der 200 m sowie der 500 m – Korridore gibt es kein verfügbares Potenzial (siehe Tabelle 3-11). Wie bei Solarthermie ist die Flächenverfügbarkeit, insbesondere bei den Flächen, die nicht privilegiert sind oder gefördert werden, von den Landwirten abhängig. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der Fläche nicht für eine photovoltaische Nutzung zur Verfügung steht.

Tabelle 3-11: Übersicht der Flächenpotenziale für PV-Freiflächen für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
200 m- Korridor (§ 35 BauGB)	-	-
500 m- Korridor (§ 37 EEG)	-	-
Außerhalb	68 ha	157 GWh /a
Gesamtes Potenzial	68 ha	157 GWh /a

Für die Analysen wurden Flächen der Alpenzone C und B aufgrund von raumordnerischen Belangen ausgeschlossen. Die Zone A, die eine Erschließung nach raumordnerischer Einzelfallprüfung vorsieht (vgl. LEP 2.3.4), ist kein Ausschlusskriterium und entsprechend zur Information dargestellt.

Photovoltaik – Dachflächen-Potenziale

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

Die Flächen und Stromerträge von Dach-PV-Anlagen wurden direkt aus dem zur Verfügung gestelltem Solarkataster übernommen. Dabei wurden alle geeigneten Flächen herangezogen. Der Stromertrag aller geeigneten Flächen wurden auch direkt aus den Daten des Dienstleisters bezogen, der das Solarkataster erstellt hat.

Tabelle 3-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Photovoltaik auf Dachflächen für die Stadt Sonthofen

Flächenart	Potenzialfläche laut Solarkataster	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
Dachflächen	98,1 ha	148 GWh/a

Information

Die Flächen und auch die Erträge von PV und Solarthermie konkurrieren miteinander und können nicht addiert werden! Über eine Kombination beider Anlagen in Form von PVT-Kollektoren kann die gleiche Fläche sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Wärmeerzeugung genutzt werden. Jedoch sind die Kosten von PVT-Kollektoren auch entsprechend höher als für die Einzelvarianten.

3.9.2 Windenergie

Windenergieanlagen (WEA) sind eine der vielversprechendsten Formen der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung und tragen einen großen Teil zur Erreichung der globalen Ziele für saubere Energie und Klimaschutz bei. Sie nutzen die natürlichen Bewegungen der Luftmassen in der Atmosphäre, um mechanische Energie in elektrische Energie umzuwandeln. Eine der großen Herausforderungen dabei ist die unregelmäßige Verfügbarkeit der Windenergie.

Technische Anforderungen

Windenergieanlagen bestehen aus mehreren Hauptkomponenten, darunter dem Turm, den Rotorblättern, dem Getriebe und dem Generator. Sie entwickeln sich stetig weiter, sodass die Anlagen effizienter werden. Je höher die Nabenhöhe, und je größer die Rotorfläche, umso mehr Energie kann durch eine WEA erzeugt werden. Dazu müssen jedoch auch die notwendigen Windgeschwindigkeiten gegeben sein. Da die durchschnittlichen Windhöffigkeiten in steigender Höhe zunehmen, werden neue WEA mit möglichst großen Nabenhöhen realisiert. Somit werden aktuell immer mehr Anlagen mit Gesamthöhen von bis zu 270 m genehmigt und errichtet.

Eine der größten Herausforderungen für die Errichtung von Windenergieanlagen stellt die räumliche Planung und Standortwahl dar. Windenergieanlagen benötigen Standorte mit starken und konstanten Windgeschwindigkeiten. Oftmals handelt es sich dabei um ländliche oder abgelegene Gebiete was den Transport und die Installation der Anlagen erschwert. Zudem stellen Windenergieanlagen emittierende bauliche Anlagen dar, welche Lärm und Schattenwurf

verursachen. Demnach sind Anlagen ab 50 m stets unter den Voraussetzungen des Bundesimmissionsschutzes genehmigungspflichtig. Das führt dazu, dass sie Mindestabstände zu beispielsweise Siedlungsflächen einhalten müssen, um keine belastenden Auswirkungen hervorzurufen. Darüber hinaus können Anlagen nicht nur Auswirkungen auf den Menschen, sondern auch Tiere und lokale Ökosysteme haben, weshalb eine Planung grundsätzlich eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorsieht.

Durch ihre raumwirksame Rolle stehen Windenergieanlagen unter den Vorgaben der Raumplanung. Einerseits müssen sie durch sorgfältige räumliche Planung in den landesplanerischen Kontext gebracht werden und andererseits dabei auch die optischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild berücksichtigen. Auch weitere öffentliche Belange wie Flugsicherheit, Radar oder Erdbeben- und Wetterstationen müssen in der Planung berücksichtigt werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Anbindung von Windenergieanlagen an das Stromnetz eine wesentliche Voraussetzung für die effektive Nutzung der erzeugten Energie ist. Dies kann jedoch insbesondere in Gebieten, die weit von bestehenden Netzinfrastrukturen entfernt sind, eine Herausforderung darstellen. Trotz dieser Herausforderungen ist es unerlässlich, nachhaltige Lösungen zu finden, um die volle Kapazität der Windenergie zu nutzen und einen positiven Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Räumliche Anforderungen

Die Ermittlung der Windenergiepotenziale erfolgt auf Basis der Berücksichtigung unterschiedlicher flächenspezifischer Kriterien, die grundsätzlich nicht mit einer Errichtung einer Anlage vereinbar sind, oder die Errichtung deutlich erschweren.

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

- ▶ Naturschutz
- ▶ Gewässerschutz
- ▶ Siedlungsräume
- ▶ Topographie
- ▶ Verkehrsinfrastrukturen
- ▶ Gesetzliche Abstandsregeln

Dabei wird auf Grundlage einer Referenzanlage ein Abstand zugrunde gelegt, welcher als Puffer für etwaige Ausschluss- oder Abwägungskriterien dient.

Im Rahmen der Potenzialanalyse für Windkraftanlagen wird primär der Regionalplan herangezogen. Im Gebiet der Stadt Sonthofen sind keine Vorrangflächen nach Regionalplan ausgewiesen. Grundsätzlich besteht für die Stadt die Möglichkeit, auch außerhalb solcher Vorrangflächen Windkraftanlagen zu errichten, sofern die restriktiven Rahmenbedingungen beachtet werden. Da jedoch keine ausgewiesenen Vorrangflächen für Windkraftanlagen vorliegen, können aktuell weder konkrete Potenzialflächen benannt noch belastbare Energieerträge im Rahmen dieser Potenzialberechnung angegeben werden.

3.9.3 Wasserkraft

Wasserkraft wird zur Stromerzeugung genutzt, indem die kinetische Energie von fließendem oder fallendem Wasser in mechanische Energie und anschließend in elektrische Energie umgewandelt wird. Dies erfolgt in Wasserkraftwerken, bei denen Wasser entweder aus einem

Fluss (Laufwasserkraftwerk) oder aus einem Stausee (Speicherkraftwerk) über Rohrleitungen oder Kanäle auf Turbinen geleitet wird. Die Strömung des Wassers setzt die Turbinen in Bewegung, die wiederum mit Generatoren verbunden sind. Diese Generatoren wandeln die mechanische Energie der Turbinen in elektrische Energie um, die dann ins Stromnetz eingespeist wird. Wasserkraft ist eine zuverlässige, emissionsfreie und erneuerbare Energiequelle.

Für die Nutzung von Wasserkraft in einem Fluss müssen jedoch bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Der Fluss muss eine ausreichende und konstante Wassermenge führen und über ein entsprechendes Gefälle verfügen, um die Turbinen effizient anzutreiben. Zusätzlich ist eine ausreichende Fließgeschwindigkeit notwendig. Auch die Umweltverträglichkeit spielt eine entscheidende Rolle, weshalb Umweltverträglichkeitsprüfungen erforderlich sind, um mögliche negative Auswirkungen zu minimieren. Der Standort des Kraftwerks muss gut erreichbar sein, und die nötige Infrastruktur muss vorhanden sein. Darüber hinaus sind behördliche Genehmigungen sowie die Einhaltung rechtlicher Vorschriften unerlässlich. Schließlich muss die Wirtschaftlichkeit des Projekts gewährleistet sein.

Die Wasserkraft stellt in der Region Alpsee-Grünten einen der wichtigsten regenerativen Energieträger dar. Laut ILEK Alpsee-Grünten ist die Nutzungsquote bereits sehr hoch, sodass zusätzliche Erzeugung fast ausschließlich durch die Optimierung bestehender Anlagen möglich ist (ILEK Alpsee-Grünten, 2024). Der Masterplan Klimaschutz für das Oberallgäu bestätigt diese Einschätzung und weist ein energetisches Gesamtpotenzial von rund 23 GWh Strom für die Region Oberallgäu aus, dass im Wesentlichen durch Effizienzsteigerungen erschlossen werden kann (Masterplan Klimaschutz).

In Sonthofen gibt es nach Angaben des Energie-Atlas Bayern acht bestehende Laufwasserkraftwerke (siehe Abbildung 3-11), jedoch kein Modernisierungs- bzw. Nachrüstpotenzial für Wasserkraft.

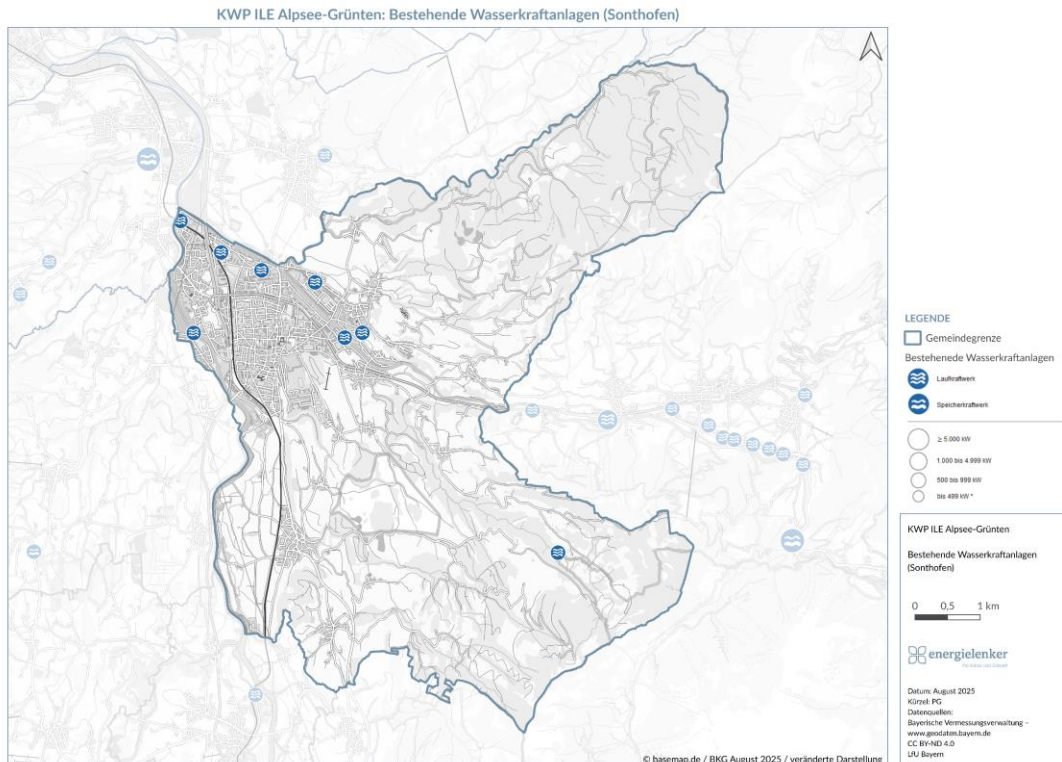


Abbildung 3-11: Bestehende Wasserkraftanlagen (Sonthofen)

4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario

Eins der Hauptergebnisse der kommunalen Wärmeplanung ist die Einteilung der Kommune in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Dazu wurde das Stadtgebiet im ersten Schritt in Teilgebiete unterteilt und diese Gebiete dann detailliert analysiert, um die voraussichtliche Wärmeversorgung der Gebiete zuzuteilen. Zusätzlich wird in diesem Kapitel das Zielszenario vorgestellt.

4.1 Gebietseinteilung

Die Teilgebiete wurden anhand von bestimmten Kriterien erstellt, haben zunächst keine Wertung und können auch kleiner als Stadt- oder Ortsteile sein. Es handelt sich hierbei vor allem um die Einteilung der Gebiete auf Basis von städtebaulichen Strukturen. Zu diesen Einteilungskriterien gehören beispielsweise überwiegende Baualtersklassen der Gebäude, homogene Bebauung oder Siedlungsstrukturen und weitere strukturelle Gegebenheiten wie kreuzende Hauptstraßen, Schienen oder Gewässer. Alle Gebäude, die aufgrund ihrer Alleinlage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden als virtuelles Gebiet aggregiert. Alle Gebäude in diesem virtuellen Gebiet werden als voraussichtlich dezentral versorgt ausgewiesen. Einige Teilgebiete wurden nach dem Feedback der Akteure neu zugeschnitten. Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2 zeigen die Einteilung des Gebiets in die Teilgebiete.

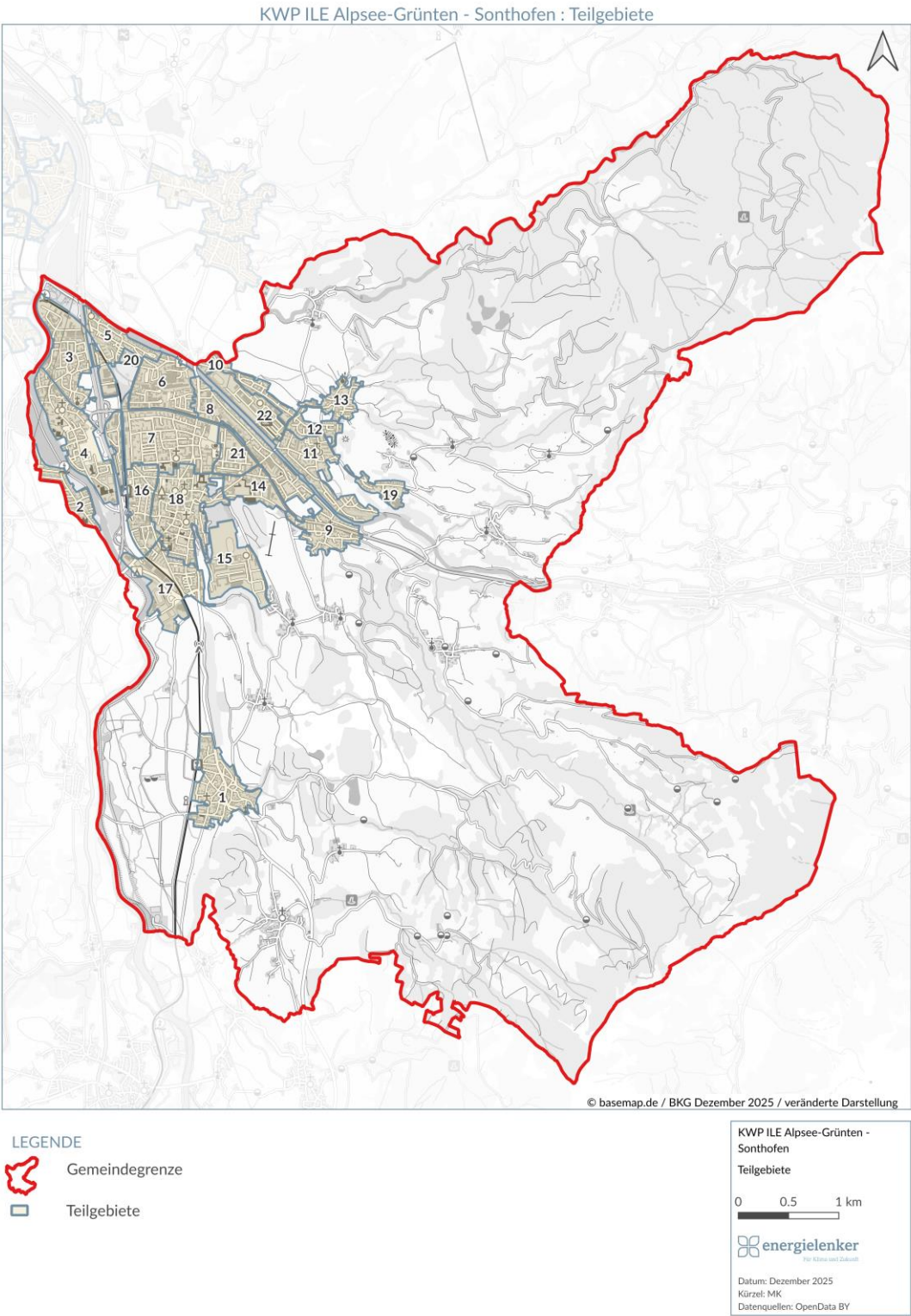


Abbildung 4-1 Einteilung der Stadt Sonthofen in Teilgebiete (Gesamtansicht)

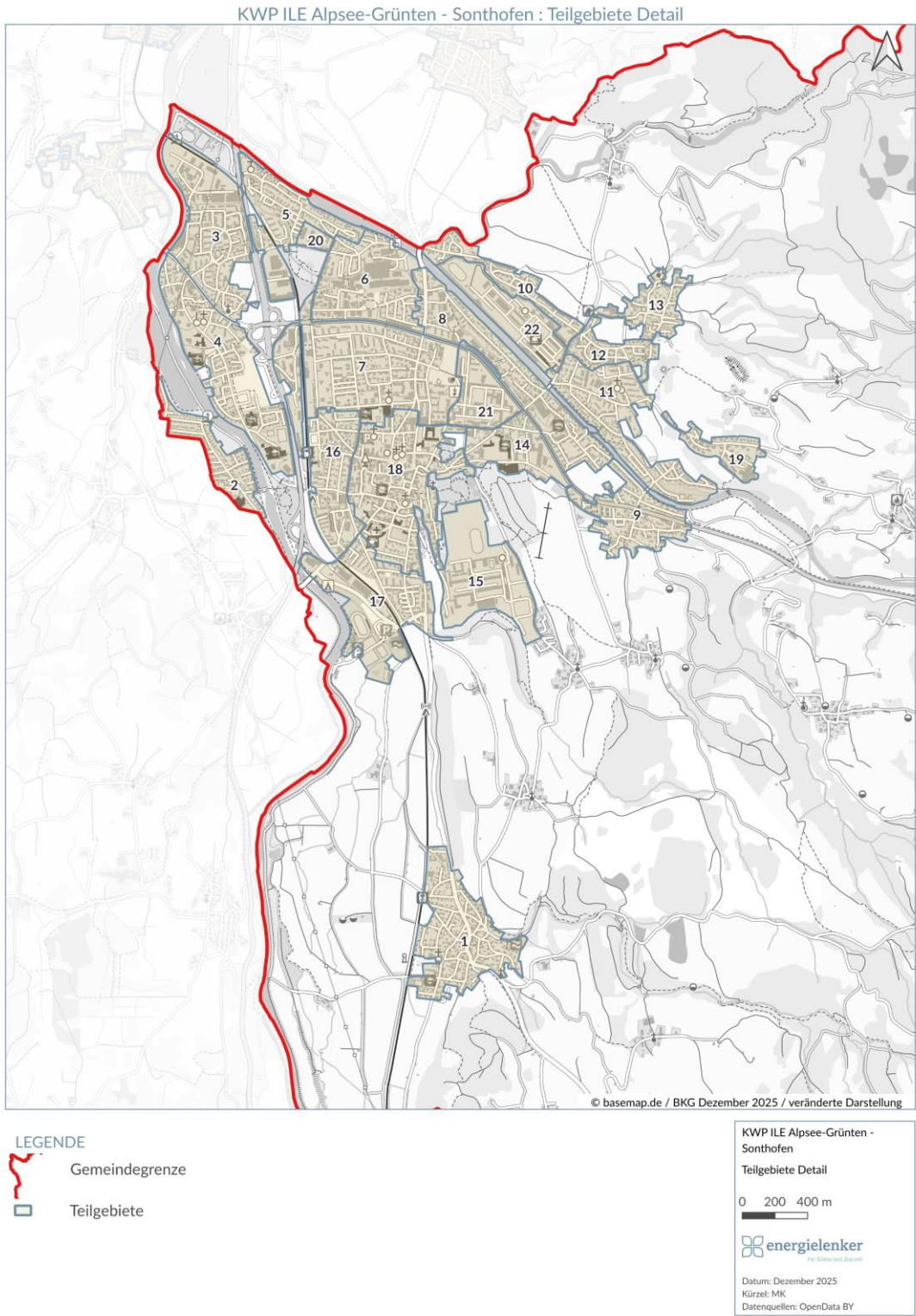


Abbildung 4-2 Einteilung der Stadt Sonthofen in Teilgebiete (Zoom)

4.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Im Folgenden wird die voraussichtliche Wärmeversorgung der Teilgebiete anhand von Wahrscheinlichkeiten in Anlehnung an das WPG dargestellt.

4.2.1 Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz

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

Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 4-3 gezeigt dar.

Die Gebiete 7, 8, 14 und 18 wurden als sehr wahrscheinlich und neun Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. Acht Gebiete sind für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet und kein Gebiet ist sehr wahrscheinlich ungeeignet für eine Wärmenetzversorgung. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Wärmeliniendichte in der Bewertung nach WPG nur einen Faktor darstellt, für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes aber oft ausschlaggebend ist.

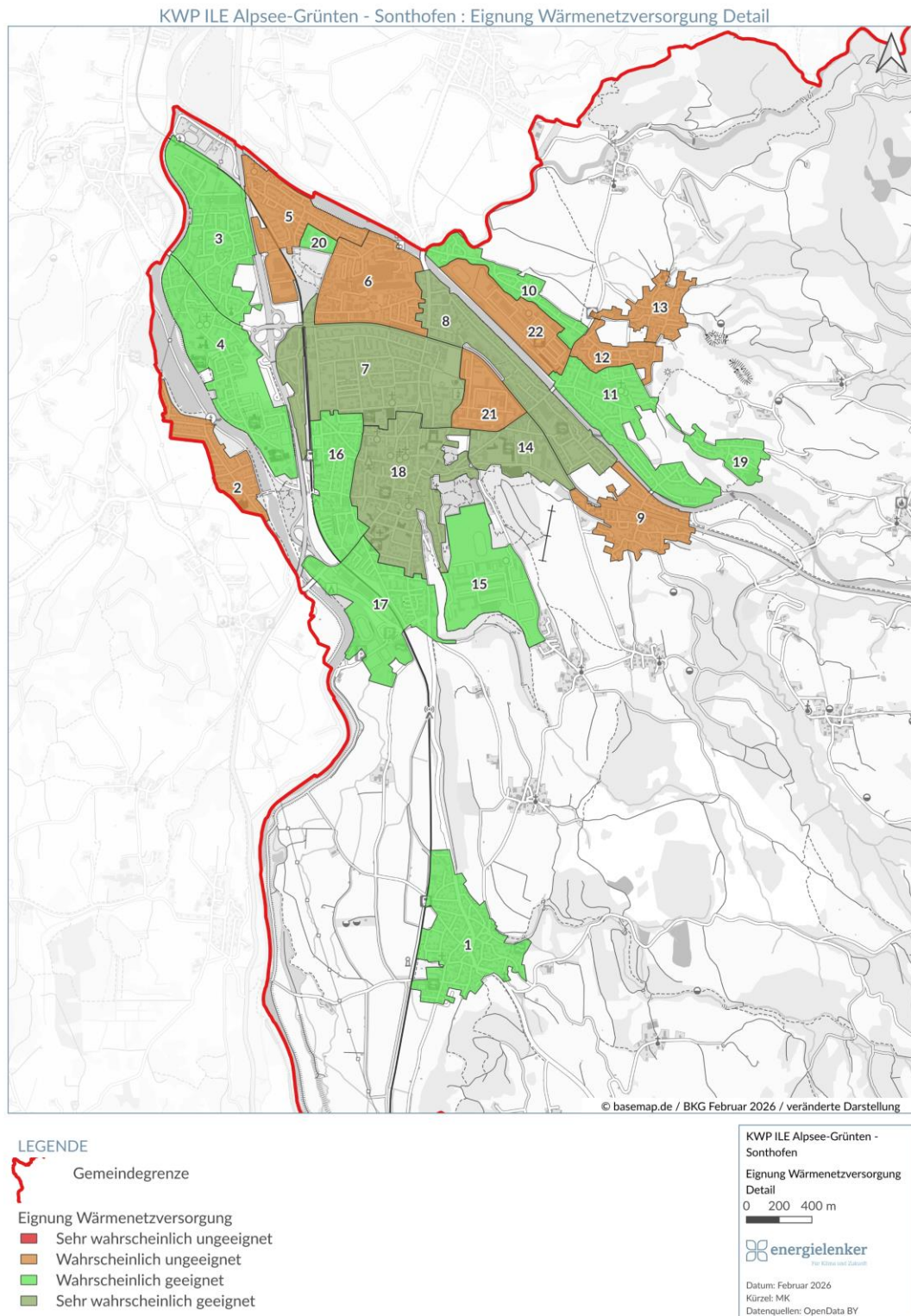


Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

4.2.2 Eignung für dezentrale Versorgung

Viele Gebiete eignen sich grundsätzlich für eine dezentrale Versorgung. Eine Voraussetzung für die dezentrale Wärmeerzeugung ist je nach Technologie eine entsprechende Verfügbarkeit von Platz auf dem Grundstück und im Gebäude. Ist dies nicht gegeben, wird die Auswahl der

einsetzbaren Technologien eingeschränkt oder der Anschluss an ein zentrales System muss in Betracht gezogen werden. In Gebieten, wo Platz- und Ressourcennutzung effizient gestaltet werden können, bietet die dezentrale Versorgung jedoch erhebliche Vorteile, wie Unabhängigkeit von großen Versorgungsnetzen und die Möglichkeit, individuelle, umweltfreundliche Energiekonzepte umzusetzen.

Die Eignung für eine dezentrale Versorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet (siehe Kapitel 5.2.1) und stellt sich wie in Abbildung 4-4 gezeigt dar.

Im Stadtgebiet sind sieben Teilgebiete sehr wahrscheinlich und elf Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. Die Teilgebiete 6, 11 und 16 wurden als wahrscheinlich ungeeignet zur dezentralen Versorgung eingestuft. Kein Teilgebiet ist sehr wahrscheinlich ungeeignet für eine dezentrale Versorgung.

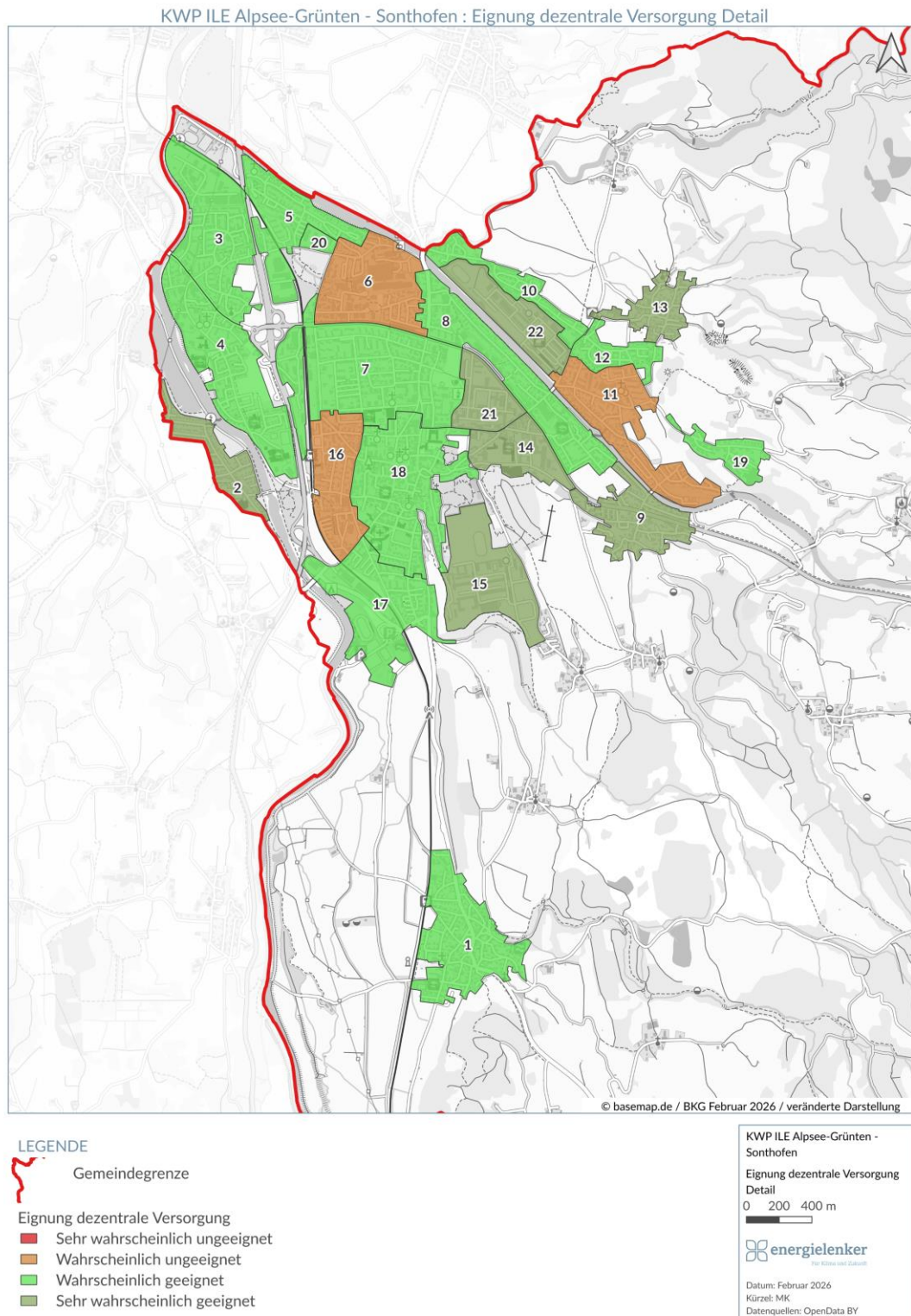


Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

4.2.3 Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff

Da bis zum Abschluss der Wärmeplanung vom Gasverteilnetzbetreiber kein verbindlicher Fahrplan für die Transformation des Gasverteilnetzes nach § 71k GEG vorgelegt wurde und die zukünftigen Wasserstoffversorgung insbesondere hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit für

private Haushalte sehr unsicher ist, werden keine Gebiete als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen. Die Eignung für eine Wasserstoffversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet. Alle Gebiete wurden als sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft.

4.2.4 Prüfgebiete

In der Stadt Sonthofen wurden die Teilgebiet 1, 6, 10 und 19 als Prüfgebiete kategorisiert. Bei diesen Gebieten wäre eine voraussichtliche Wärmeversorgung sowohl durch Wärmenetze als auch eine dezentrale Versorgung möglich (auch mit gleichen Wahrscheinlichkeiten nach WPG).

4.2.5 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Mit der Überlagerung der Wahrscheinlichkeiten und anhand weiterer Informationen wie z. B. Akteursinformationen wurde eine kartografische Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr erstellt.

Information

Ein Wärmeplan im Sinne des WPG ist ein strategisches Planungsinstrument und führt daher nicht zu einer rechtlich verbindlichen Außenwirkung. Er begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten. Die ermittelten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete unterliegen keiner Umsetzungsverpflichtung, sondern zeigen lediglich auf, welche Wärmeversorgungsoption auf Grund ingenieurtechnischer Kriterien am geeignetsten ist. Es können keine verbindlichen Aussagen über die Realisierung von beispielsweise Wärmenetzen getroffen werden. Der Wärmeplan liefert eine wichtige Grundlage für die weitere Fachplanung.

Durch die Einbringung der BioEnergie Oberallgäu GmbH als Wärmenetzbetreiber über die TÖB-Beteiligung ist hinzuweisen, dass die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete, die als Fernwärmeversorgung bzw. Fernwärmeuntersuchungsgebiete ausgewiesen wurden, nicht mit den Fachplanungen der BioEnergie Oberallgäu GmbH übereinstimmen.

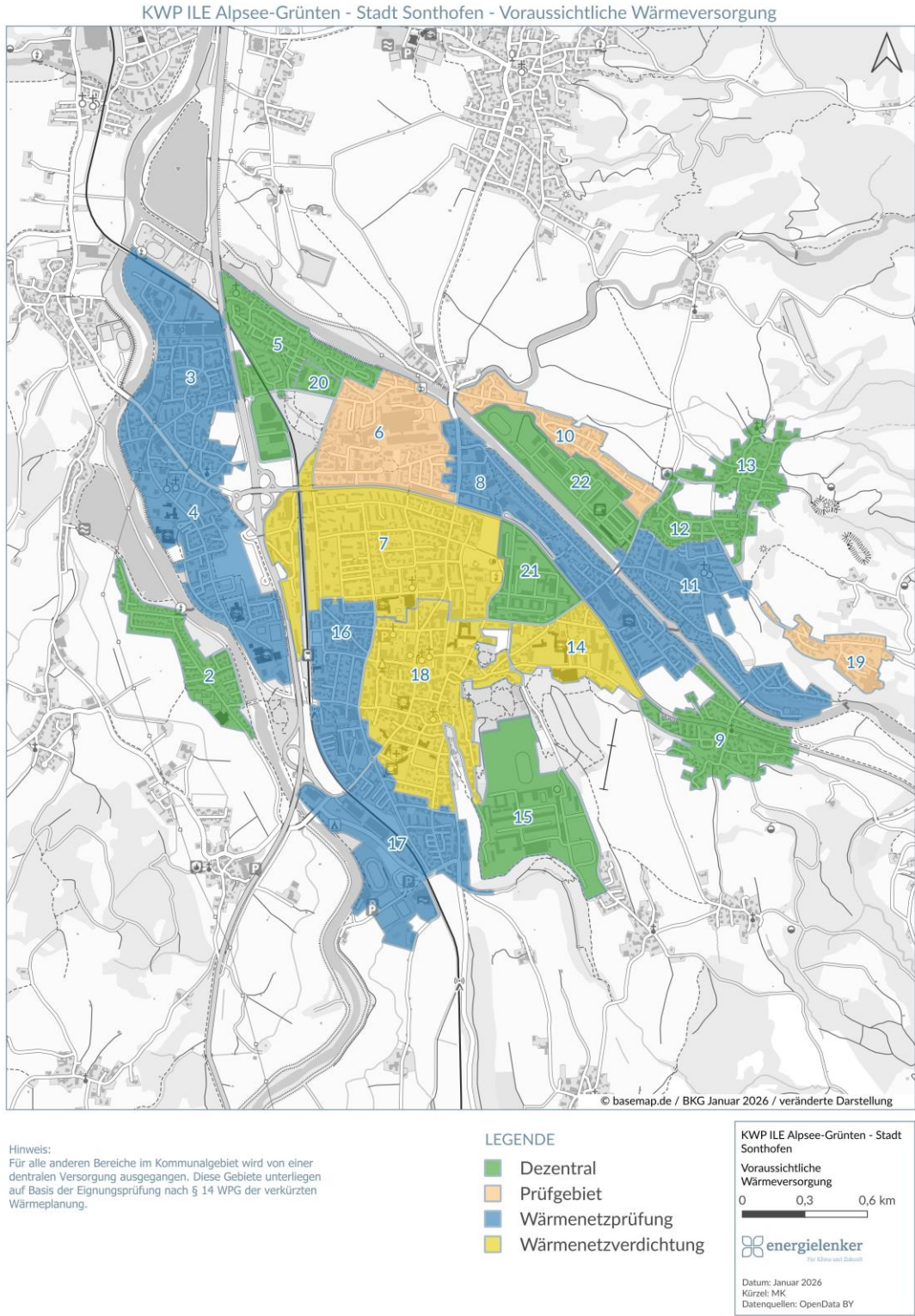


Abbildung 4-5: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Sonthofen

4.3 Zielszenario

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Stadt Sonthofen angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann. Das Szenario wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierungen und Effizienzsteigerungen im Industriebereich sowie die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme mit ein.

Für die Wärmeplanung wurde das Zielszenario Bottom-Up aufgebaut, d. h. auf Basis der Teilgebiete und der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete. Für jedes Teilgebiet wurde ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt (siehe Tabelle 4-1) und mit einer Umsetzungsgeschwindigkeit verschnitten. Die Ergebnisse der Teilgebiete (siehe Teilgebietssteckbriefe in Abschnitt 5.2) wurden dann aggregiert, um das Gesamtzielszenario für die Kommune darzustellen (siehe Abbildung 4-6). Die im Zieljahr erforderlichen Mengen an erneuerbaren Energien wurden mit den verfügbaren Potenzialen abgeglichen.

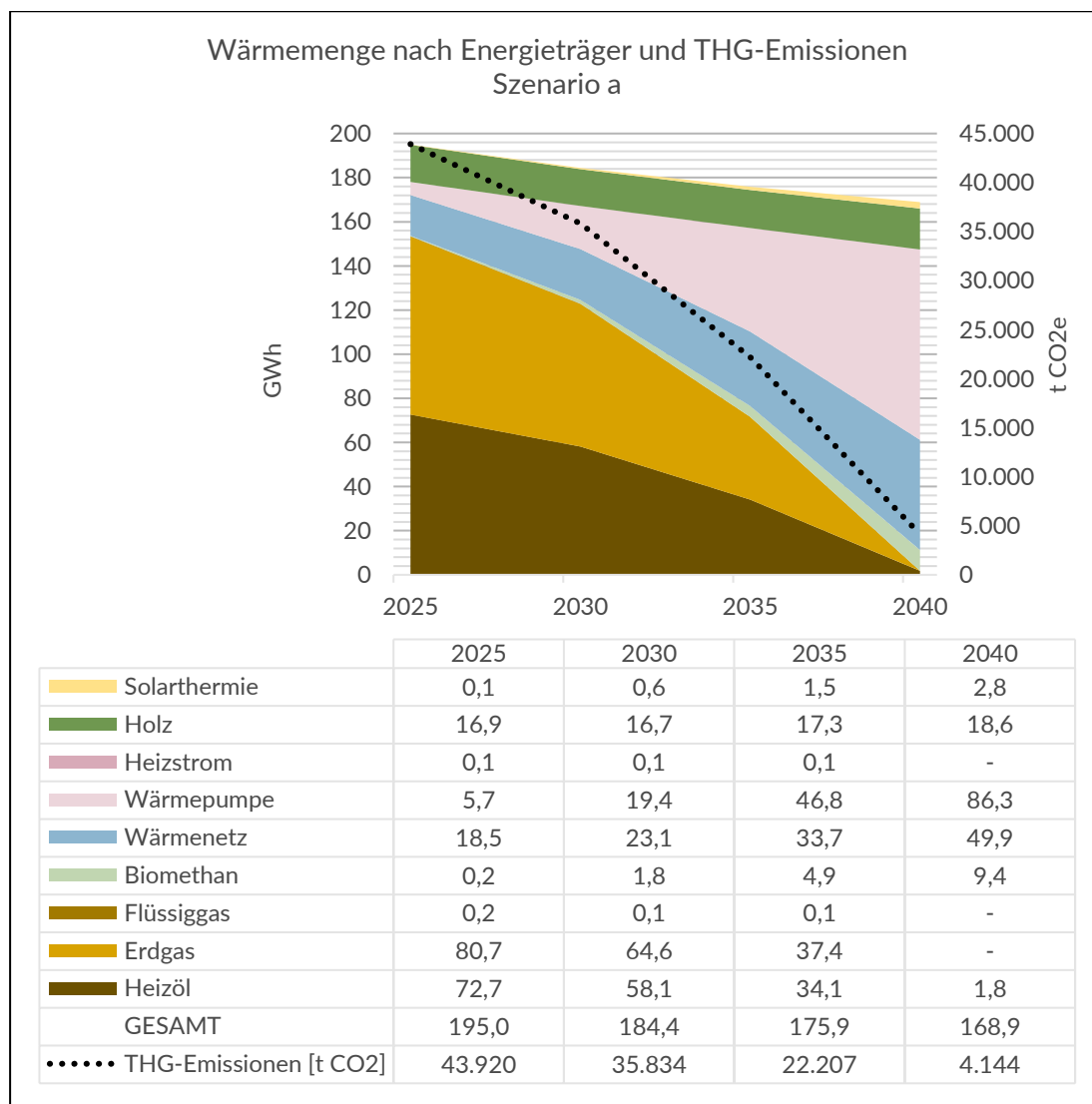


Abbildung 4-6: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Sonthofen

Tabelle 4-1: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr

Teilgebiet	Anteil Wärme- netz	Anteil Wärme- pumpe	Anteil Biogas	Anteil Holz	Anteil Solar- thermie	Anteil Öl
1	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
2	0 %	88 %	0 %	10 %	2 %	0 %
3	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
4	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
5	0 %	88 %	0 %	10 %	2 %	0 %
6	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
7	55 %	35 %	0 %	10 %	0 %	0 %
8	55 %	35 %	0 %	10 %	0 %	0 %
9	0 %	80 %	0 %	16 %	2 %	2 %
10	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
11	40 %	48 %	0 %	10 %	2 %	0 %
12	0 %	80 %	0 %	16 %	2 %	2 %
13	0 %	80 %	0 %	16 %	2 %	2 %
14	50 %	30 %	0 %	16 %	2 %	2 %
15	0 %	88 %	0 %	10 %	2 %	0 %
16	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
17	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
18	40 %	48 %	0 %	10 %	2 %	0 %
19	30 %	41 %	15 %	10 %	2 %	2 %
20	0 %	80 %	0 %	16 %	2 %	2 %
21	0 %	88 %	0 %	10 %	2 %	0 %
22	0 %	88 %	0 %	10 %	2 %	0 %
23	0 %	80 %	0 %	16 %	2 %	2 %

Es wird davon ausgegangen, dass es in manchen Gebieten noch kleine Anteile an Ölheizungen im Zieljahr geben wird. Zudem wird angenommen, dass alle Gasheizungen entweder ersetzt oder im Zieljahr mit Biomethan betrieben werden.

Die THG-Emissionen wurden anhand der Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) berechnet. Diese sind für die betrachteten Jahre in der folgenden Tabelle dargestellt. Aktuell setzen sich die THG-Emissionen der bestehenden Wärmenetze aus einem Misch aus Biomasse, Erdgas und Heizöl zusammen. Es wird angenommen, dass der Erdgasanteil ab 2030 komplett durch Biomethan ersetzt wird. Zusätzlich wird angenommen, dass ab 20235 der Heizölanteil vollständig ersetzt, der Biomasseanteil auf 60 % reduziert und dann eine Wärmepumpe als zusätzlicher Erzeuger mit einem Anteil von 30 % eingesetzt wird.

Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahreschritten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024)

Emissionsfaktoren der Energieträger in gCO ₂ -e/kWh	2025	2030	2035	2040
Heizöl	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240
Biomasse	20	20	20	20
Biomethan	137	133	130	126
Solarthermie	0	0	0	0
Strom	260	110	45	25
Wärmepumpe*	81	34	14	8
Wärmenetze in Sonthofen	46	29	26	24

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

Information

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung ILE Alpee Grünten sind Eckpunkte eines Entwurfs für die Änderung des Gebäudeenergiegesetzes zu dem sogenannten Gebäudemodernisierungsgesetzes geplant. Mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde 2024 die 65 %-Pflicht von erneuerbaren Energien für neue Heizungen zu bestimmten Stichtagen eingeführt. Aktuell soll das bestehende Gesetz novelliert und in ein „Gebäudemodernisierungsgesetz“ überführt werden. Da noch keine Inhalte gesetzlich fixiert worden sind, wird sich der vorliegenden kommunale Wärmeplan auf die bestehenden Gesetze beziehen und die aktuellen Diskussionen zu dem Gebäudemodernisierungsgesetz nicht berücksichtigen.

5 Wärmewendestrategie

Die Erreichung des Ziels einer Wärmeversorgung allein aus erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme bedarf eines koordinierten, strategischen Vorgehens für die gesamte Stadt. Wesentliche Themenfelder sind dabei

- ▶ Schwerpunktsetzung bei den Einzelmaßnahmen,
- ▶ Bereitstellung von Informationen und Beratung,
- ▶ Sicherstellung der Finanzierung durch Akquise von Fördermitteln und Bereitstellung der Eigenanteile, Schaffung einer kommunalen Förderkulisie,
- ▶ Rechtliche Absicherung der Umsetzungsmaßnahmen durch Verträge und ordnungsrechtliche Lenkungsinstrumente,
- ▶ Flächensicherung und Leuchtturmwirkung kommunaler Liegenschaften,
- ▶ Steuerung des Umsetzungsprozesses nach der kommunalen Wärmeplanung,
- ▶ Adaption der Verwaltungsstrukturen und
- ▶ Zusammenarbeit mit umliegenden Kommunen.

Innerhalb der Verwaltung kommen durch den Prozess der kommunalen Wärmeplanung und den anschließenden Umsetzungsprozess auf einzelne Fachämter neue Aufgaben zu. Der Wärmenetzausbau erfordert umfangreiche Planungskapazitäten, die Stadtplanung ist mit neuen Herausforderungen konfrontiert und die Wärmewende berührt zahlreiche umweltrechtliche Belange. Durch die Einrichtung geeigneter Kommunikationsstrukturen innerhalb der Verwaltung sollen alle anstehenden Aufgaben effizient und mit der für die Umsetzung erforderlichen Geschwindigkeit bearbeitet werden. Bürger und Unternehmen erwarten ein Verwaltungshandeln, dass ihre Investitionen unterstützt und so auch die lokale Wertschöpfung stärkt.

5.1 Maßnahmenvorschläge

Die Maßnahmen bilden die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Sonthofen. Sie zielen darauf ab, den Wärmebedarf langfristig zu senken, die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen. Dabei werden sowohl technische Lösungen als auch organisatorische und finanzielle Instrumente berücksichtigt, um eine nachhaltige, zukunftssichere und sozial verträgliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Zusätzlich zielen die erarbeiteten Maßnahmen darauf ab,

alle notwendigen Akteure der Wärmewende in der Kommune einzubeziehen, zu motivieren und soweit möglich innerhalb der kommunalen Möglichkeiten die notwendigen Finanzierungen sicherzustellen. Die Kommune muss dabei vorangehen und eine Vorbildfunktion einnehmen. Die Maßnahmen können den folgenden Handlungsfeldern zugeordnet werden (siehe Abbildung 5-1).

Information

Es wurde ein Maßnahmenkatalog für die gesamte ILE Alpsee Grünten erarbeitet. Im Nachgang der kommunalen Wärmeplanung kann mit der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmenvorschläge begonnen werden. Die Maßnahmenvorschläge bedürfen zur Umsetzung jeweils eines gesonderten Beschlusses im Gemeinderat.

Die Maßnahmen sind in den einzelnen Teilgebieten zugeordnet. In Tabelle 5-1 sind die erarbeiteten Maßnahmen, das entsprechende Handlungsfeld, die Priorität und die betreffenden Teilgebiete aufgelistet. Alle Maßnahmen sind ausführlich in Form von Maßnahmensteckbriefen im Anhang beschrieben.



Abbildung 5-1: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen

Tabelle 5-1: Maßnahmenübersicht

Handlungs- felder	Nr.	Maßnahme	Teil- gebiete	Priorität
Wärme- versorgung, lokale Maßnahmen	4	Dekarbonisierung der Erzeugungstechniken in den Wärmenetzen	7, 14, 18	hoch
	7	Wärmenetzprüfung	3, 4, 8, 11, 16, 17	hoch
	10	Wärmenetzverdichtung	7, 14, 18	hoch
	14	Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende	-	hoch
Unternehmen für die Wärmewende	5	Vernetzung von Unternehmen fördern	3, 5 – 8, 14, 16 – 19	niedrig
	6	Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen	6 – 8, 17 – 19	niedrig
Leuchtturm- wirkung, Vorbild- funktion der Kommune	3	Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	4, 14, 18	mittel
	15	PV auf kommunalen Dächern	4, 14, 18	mittel
	13	Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften	4, 14, 18	niedrig
Information, Beratung, Kooperation	2	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	7, 8, 10, 11, 14, 18	hoch
	11	Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	-	hoch
	1	Motivation Bürger*innen für die Energiewende	1 – 14, 16 – 20	mittel
	12	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch	1 – 14, 16 – 20	mittel

5.2 Teilgebietssteckbriefe

Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Daten zu diesem Gebiet zusammenfasst, das Gebiet beschreibt und der die Potenziale und Energieträgerverteilung im Zieljahr für dieses Gebiet ausweist. In Abbildung 5-2 bis Abbildung 5-5 ist ein beispielhafter Steckbrief dargestellt. Die Inhalte werden in den folgenden Abschnitten beschrieben, die Steckbriefe aller Teilgebiete finden sich im Anhang.

5.2.1 Bestand, Energie- und THG-Bilanz

In der Karte sind das Teilgebiet sowie vorhandene Gas- und Wärmenetze dargestellt.

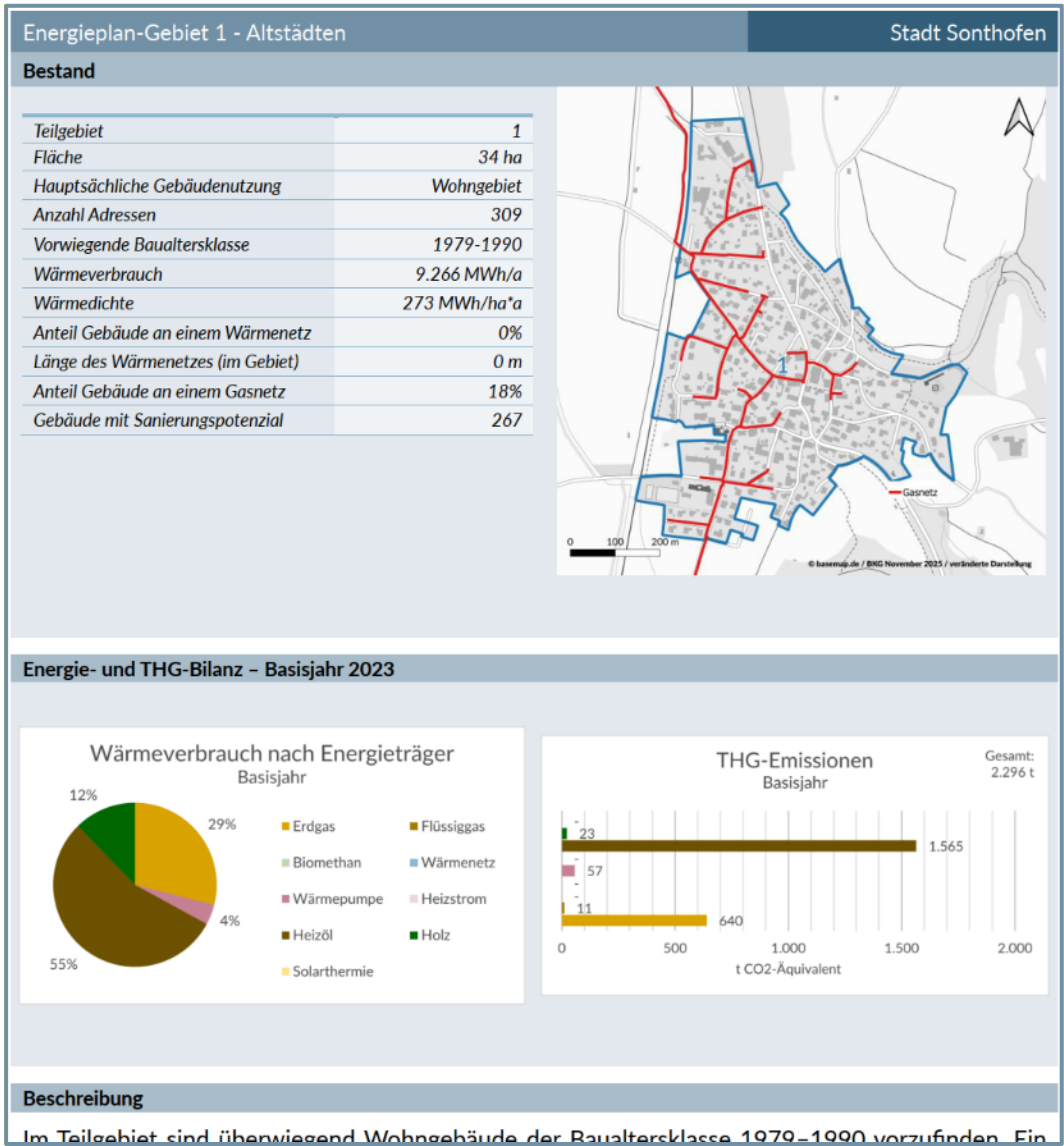


Abbildung 5-2: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Bestand

Zunächst werden für jedes Teilgebiet in einer Tabelle die wichtigsten Bestandsdaten des Ist-Stands im Basisjahr dargestellt. Dazu werden die Gebäudedaten aller in diesem Gebiet befindlichen Gebäude aggregiert. In Tabelle 5-2 sind die dargestellten Werte genauer erläutert.

Tabelle 5-2: Bestandsdaten Teilgebiete

Teilgebiet	Zufällige Nummerierung zur Identifikation des Teilgebiets
Fläche	Grundfläche des Gebiets in ha, Grundlage für die Berechnung der Wärmedichte
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Hauptsächliche Nutzung der Gebäude, es wird unterschieden zwischen Wohnen, Industrie/Gewerbe und Mischgebiet
Anzahl Adressen	Anzahl der Adressen im Gebiet sowie die Anzahl der beheizten Adressen
Vorwiegende Baualtersklassen	Die vorwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Gebiet
Wärmeverbrauch	Der aggregierte Wärmeverbrauch aller Gebäude im Gebiet im Basisjahr
Wärmedichte	Der Wärmeverbrauch aller Gebäude pro Grundfläche des Gebiets
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr über ein Wärmenetz versorgt wurden. Zu unterscheiden vom Anteil der Wärmemenge, die durch das Wärmenetz bereitgestellt wird, siehe auch Energiebilanz. Ist bspw. nur ein Gebäude mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf an das Wärmenetz angeschlossen, ist der Anteil Wärmenetz in der Energiebilanz deutlich höher als der Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss.
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	Länge der Wärmenetzleitungen im Gebiet, falls dort bereits ein Wärmenetz existiert. Auch Leitungen, die durch das Gebiet führen, ohne Anschlüssen werden gezählt.
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr mit Erdgas versorgt wurden. Inaktive Gasanschlüsse wurden nicht mitgezählt. Auch hier kann der Anteil der angeschlossenen Gebäude vom Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträger abweichen, s.o. Wärmenetz.
Gebäude mit Sanierungspotenzial	Anzahl der Gebäude, die nach der in Kapitel 0 beschriebenen Methodik ein Sanierungspotenzial aufweisen.

Energie- und THG-Bilanz

Die Darstellung des Wärmeverbrauchs nach Energieträger sowie der dadurch bedingten THG-Emissionen basiert auf dem gebäudescharfen Wärmeverbrauch sowie den aufgeführten Emissionsfaktoren. Die unbekannten, restlichen nicht-leitungsgebundenen Energieträger wurden für jedes Gebiet anhand der gemeindeweiten Energieträgerverteilung aus den Schornsteinfegerdaten zugeordnet.

5.2.2 Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen

Auf der zweiten Seite der Steckbriefe (siehe Abbildung 5-3) werden die Eignung des Gebiets in Anlehnung an das WPG, die voraussichtliche Wärmeversorgung in den Jahren 2030, 2035 und 2040 und die Eignung für ein erhöhtes Einsparpotenzial ausgewiesen sowie die Rahmenbedingungen für die Transformation aufgezeigt. Dabei wird die Eignung des Gebiets nach dem WPG für die drei Versorgungsarten dezentral, Wärmenetz und Wasserstoffnetz jeweils nach sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet und sehr wahrscheinlich ungeeignet bewertet. Die Einschätzung der Gebiete erfolgt dabei analog zu den im Leitfaden Wärmeplanung aufgeführten Kriterien und Indikatoren, siehe Tabelle 5-3.

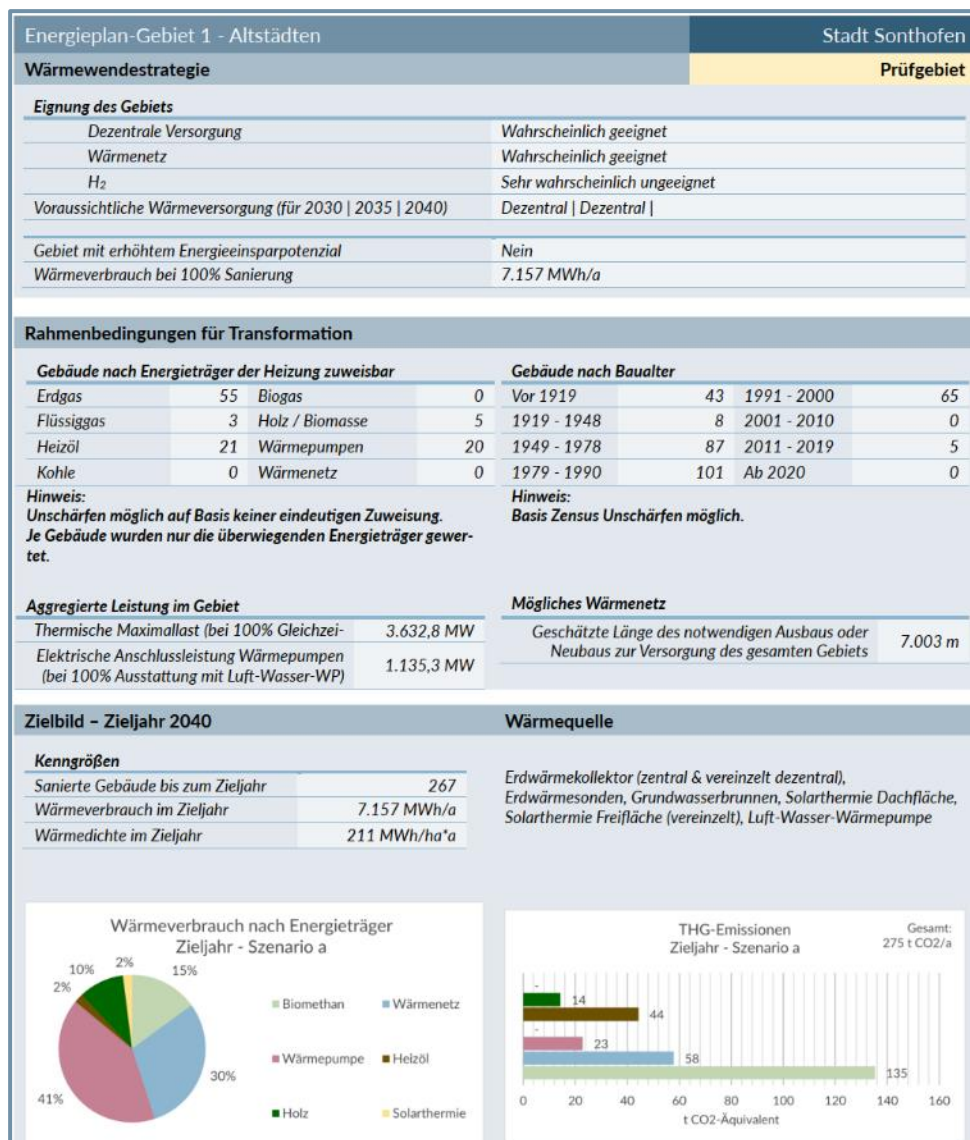


Abbildung 5-3: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Auf Basis der Ausgangssituation und der Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Zieljahr und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet, Wärmenetzprüfgebiet, Wasserstoffnetzgebiet oder Prüfgebiet

eingeteilt. Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen. Die Gebietsausweisung wurde mit den (perspektivischen) Netzbetreibern, Schlüsselakteuren und der Stadt in einem Workshop vorgestellt und finalisiert. Hierbei ist zu beachten, dass dies nur die voraussichtliche und die hauptsächlich geplante Versorgungsart darstellt. Es entsteht dadurch keine Pflicht für die Gebäudeeigentümer zur Nutzung dieser Versorgungsart oder zum Ausbau der Infrastruktur.

Ab einer Quote von 25 % prognostizierter Energieeinsparungen für die Teilgebiete wurden diese als Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial deklariert. Zusätzlich wird der theoretische, zukünftige Wärmebedarf unter Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen im Gebiet ausgewiesen (auf Grundlage des Klimaschuttszenarios, siehe Kapitel 3.1).

Für jedes Gebiet wurden die Endenergie- und THG-Emissionsverteilung nach Energieträgern für das Zieljahr anhand der Teilgebietsszenarien (vgl. Tabelle 4-1 in Abschnitt 4.3) modelliert.

Ein wichtiges Kriterium für den Heizungswechsel sind die Kosten der Wärmeversorgung. Insbesondere die Investitionskosten für die Umrüstung sind relevant. In einer Berechnung werden für alle umzurüstenden Gebäude drei Varianten berechnet: der Anschluss an ein Wärmenetz, der Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und die Nutzung einer Pelletheizung. Hierzu werden auf Basis der zugeordneten Leistungsklasse und den spezifischen Investitionskosten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024) für jedes Gebäude die Kosten einer entsprechenden Anlage nach der folgenden Tabelle berechnet. Diese flossen in die Bewertung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsart mit ein.

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

Information

Als Grundlage für alle Kostenberechnungen wurde der Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) genutzt. Es wurden jeweils Kosten für das Jahr 2022 genutzt, da die tatsächliche Umstellung von Heizungen unbekannt ist.

Tabelle 5-3: Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Bewertungs- kriterien	Indikatoren	Wärmenetz- gebiet	Wasserstoff- netzgebiet	Gebiet mit dezentraler Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wärmelinienichte	x	o	o
	Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz	x	o	o
	Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	x	x	o
	Langfristiger Prozesswärmebedarf (>200°C und/oder stofflicher H ₂ -Bedarf)	o	x	o
	Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	x	x	o
	Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Bau Wärmenetz	x	o	o
	Preisentwicklung Wasserstoff	o	x	o
	Potenziale für erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung	x	o	x
	Anschaffungs-/ Investitionskosten Anlagentechnik	x	x	x
Realisierungsrisiken und Versorgungssicherheit	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus-, und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	x	x	x
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	o	x	o
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	x	x	o
	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	x	x	x
Kumulierte THG-Emissionen		x	x	x

Erläuterung:

x = Indikator wurde zur Bewertung in der jeweiligen Kategorie genutzt

o = Indikator ist für die Bewertung der Kategorie nicht relevant

Tabelle 5-4: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile

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

5.2.3 Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen

Es werden außerdem die möglichen Wärmequellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale zur Einspeisung in Wärmenetze beschrieben. Diese sind auf der dritten und vierten Seite des Teilgebietssteckbriefs kartografisch im Detail dargestellt (siehe Abbildung 5-4 und Abbildung 5-5). Zusätzlich sind die Wärmelinien dichten des Teilgebietes dargestellt.

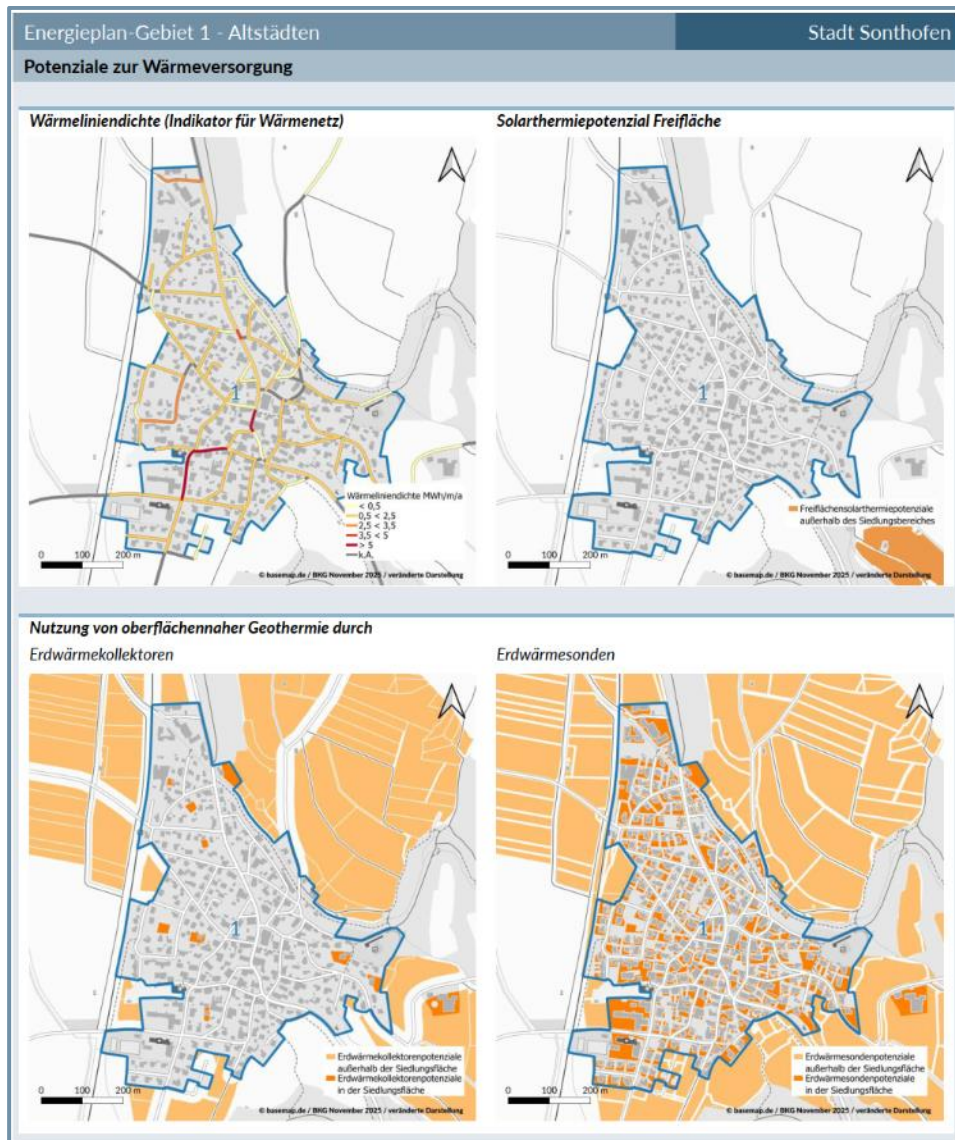


Abbildung 5-4: Kartografische Darstellungen: Wärmeliniedichte sowie lokale Potenziale im Gebiet als auch in näherer Umgebung des Teilgebiets

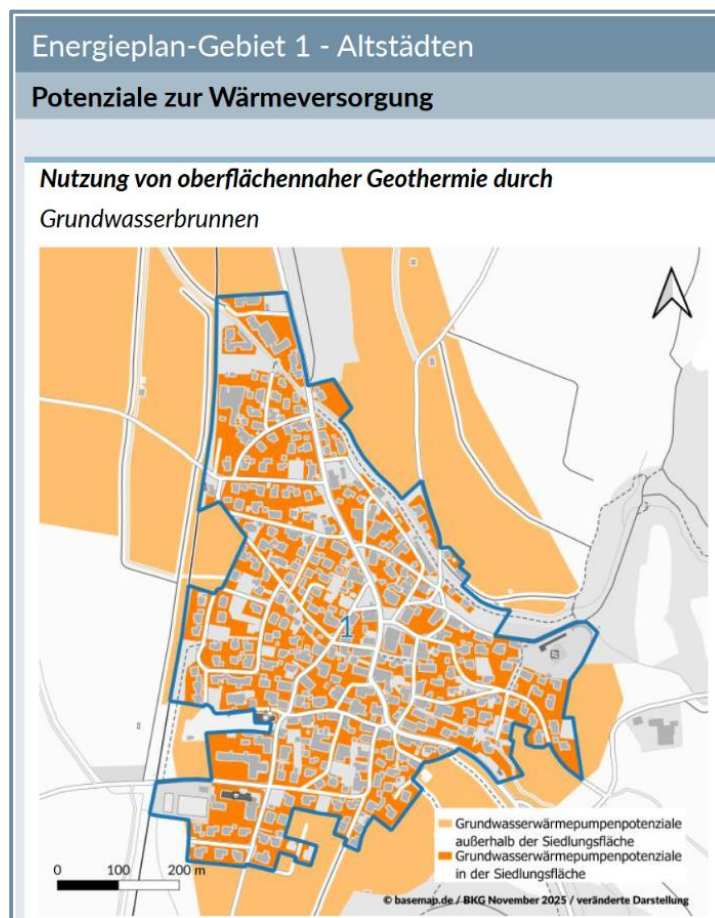


Abbildung 5-5: Beispiel der lokalen Potenziale von Grundwasserbrunnensystemen

5.3 Fokusgebiete

Folgende Gebiete wurden als Fokusgebiete deklariert.

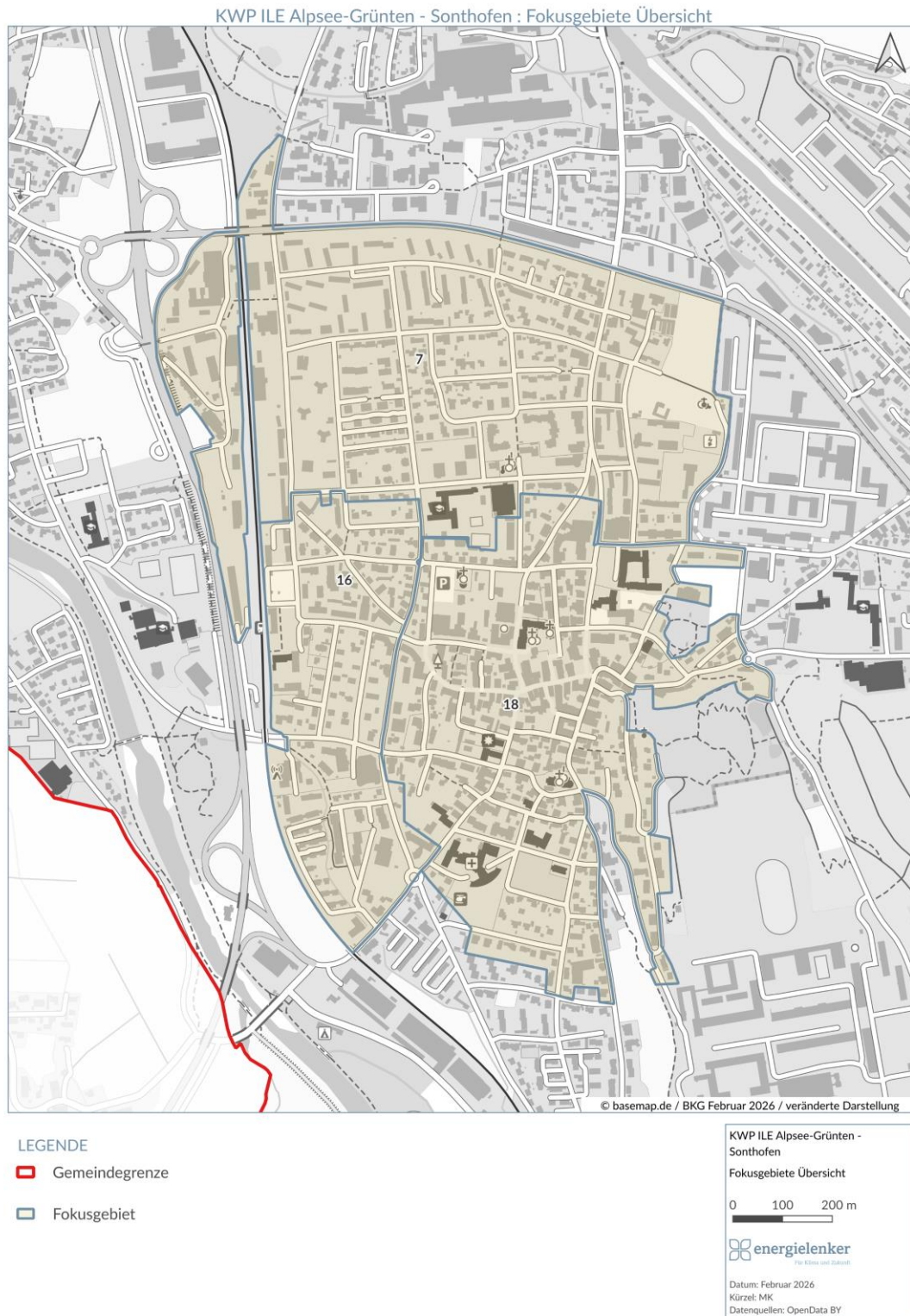


Abbildung 5-6: Darstellung der Fokusgebiete

Im Rahmen der Untersuchung wurden zunächst verschiedene potenzielle Szenarien für den Aufbau bzw. Ausbau eines Wärmenetzes in den einzelnen Fokusgebieten entwickelt.

Grundlage hierfür bildete die Analyse der Wärmeliniendichte sowie straßenbezogene Informationen, die durch das zuständige Bauamt und durch Akteursgespräche eingeholt wurden, um infrastrukturelle Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Basierend auf diesen Kriterien wurden potenzielle Netzverläufe digital kartiert. Für jede Variante wurde die Gesamtlänge der benötigten Rohrleitungen ermittelt. Parallel dazu erfolgte die Erhebung des Wärmebedarfs in Abhängigkeit von den angeschlossenen Adressen innerhalb des jeweiligen Fokusgebiets. Die erhobenen Parameter – die Rohrlänge, der aggregierte Wärmebedarf sowie die Anzahl potenzieller Anschlussnehmer – dienten anschließend als Grundlage zur Kostenschätzung. Diese erfolgte unter Bezugnahme der öffentlichen Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikatalog (Prognos AG; ifeu, 2024). Die angegebenen Kosten umfassen die Anschlusskosten für die Haushalte, die aus Hauptleitung und Verteilnetz zusammengesetzte Rohrnetzskosten sowie zusätzlich die Kosten für Übergabe- und Pumpstationen. Aufgrund der schwierigen Differenzierung zwischen Hauptleitung und Verteilnetz wird für die Kalkulation der Kosten eine gleichmäßige Verteilung der Anteile dieser beiden Leitungstypen angenommen. Dabei werden für jedes Gebiet und Szenario die Anschlussquoten 25 %, 40 %, 60 % und 100 % betrachtet. Damit liegt eine Abschätzung der Kosten in Abhängigkeit von der Anschlussquote vor. Die Anschlussquote 25 % und 100 % zeigen die Minimal- als auch Maximalwerte.

Information

Auf der Flughöhe der kommunalen Wärmeplanung wurden alle Gebäude an den potenziellen Netzverlauf in die Betrachtung einbezogen, ohne bestimmte Gebäude auszuschließen. Anhand der Variation der Anschlussquote wurden diese Aspekte vereinfacht abgebildet.

5.3.1 Fokusgebiet Teilgebiet 7

Das Fokusgebiet liegt im Zentrum der Stadt Sonthofen. Aktuell befinden sich in diesem Gebiet 375 beheizte Adressen, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 26.832 MWh. Aufgrund der kompakten Struktur, hoher Wärmeliniendichten und des bestehenden Wärmenetzes (vgl. Steckbrief im Anhang) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

Wärmenetzausbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 5-7 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor. Es sind keine Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau bekannt, sodass alle anliegenden Gebäude theoretisch an das potenzielle Netz angeschlossen werden könnten.

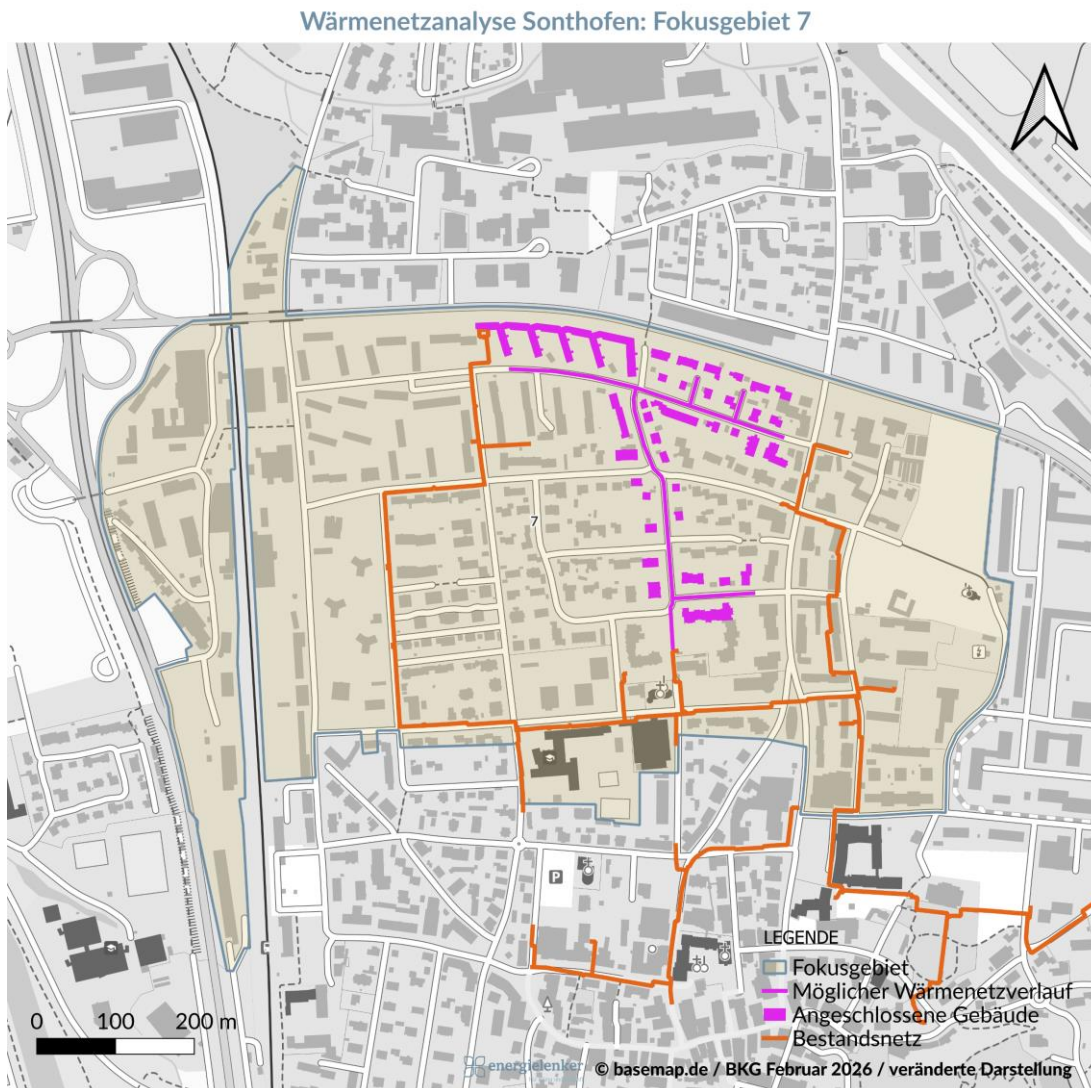


Tabelle 5-5 gibt einen Überblick über die technischen Daten der vier verschiedenen Varianten.

Information

In der Literatur und Praxis werden Wärmelinienichten ab 1,5 MWh/m bzw. 2 MWh/m genannt, ab der ein Wärmenetz wirtschaftlich betrieben werden kann. Diese Werte sind nur grobe Richtwerte und ersetzen keine Fachplanung. Wichtige Entscheidungsfaktoren in der Wärmenetzplanung sind zudem das Vorhandensein von Ankerkunden, grundlastfähigen Wärmeabnahmen, verfügbares Abwärmepotenzial, dass in das Wärmenetz eingespeist werden kann, sowie die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer sich an das Netz anzuschließen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ILE Alpsee Grünten und der damit verbundenen Flughöhe wird verstärkt auf Straßenzüge mit Wärmelinienichten ab einer Größe von 1,5 MWh/m geschaut. Dabei ist die in der Bestandsanalyse pro Straßenzug ausgewiesene Wärmelinienichte von der hier berechneten gemittelten Wärmelinienichte des gesamten potenziellen Wärmenetzes zu unterscheiden.

Tabelle 5-5: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes

	Variante Minimum	Variante Durchschnitt	Variante Ambitioniert	Variante Maximum
Anschlussquote	25 %	40 %	60 %	100 %
Anzahl Hausanschlüsse	17	27	40	67
Energiemenge [MWh/a]	637	1.020	1.530	2.550
Netzlänge ohne Hausanschlüsse [m]	874	874	874	874
Mittlere Wärmelinien-dichte des Netzes [MWh/m]	0,7	1,2	1,8	2,9

Investitionskosten für das Wärmenetz

In Abbildung 5-8 sind die vier verschiedenen Anschlussszenarien inklusive der Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung der Investitionskosten gegenübergestellt. Die Kosten sind unterteilt in Netzkosten und Kosten für die Hausanschlüsse.

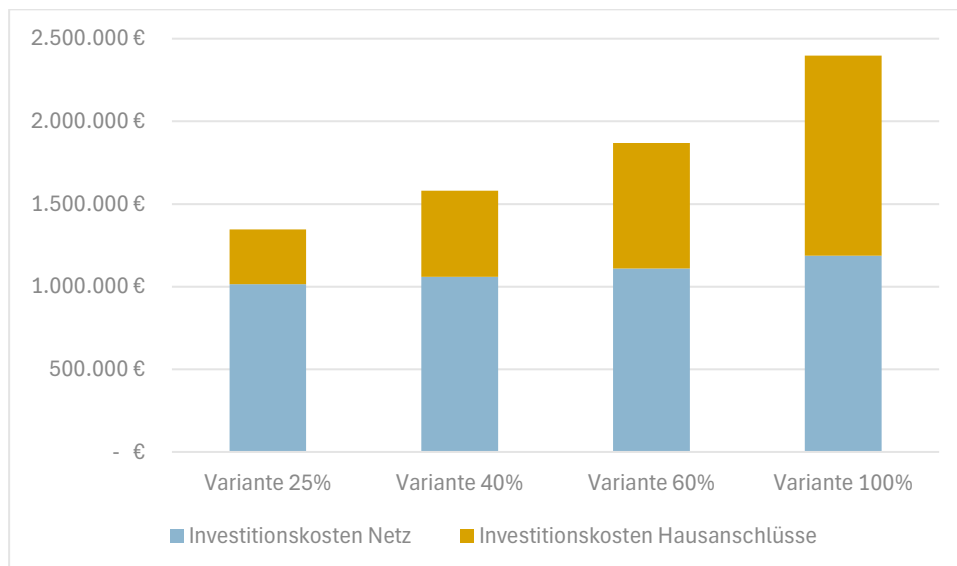


Abbildung 5-8: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten

Da sich das Gebiet tendenziell für eine Wärmenetzerweiterung anbietet, jedoch die zukünftige Anschlussrate aufgrund der aktuellen Marktbedingungen unklar ist und der Netzbetreiber momentan die Netzverdichtung im Gegensatz zu einer Netzerweiterung favorisiert, wird ein intensiver Austausch der Stadt mit dem Netzbetreiber und den Gebäudeeigentümern im Gebiet empfohlen, bevor eine vertiefende Machbarkeitsstudie (BEW-Studie) im Anschluss an die Wärmeplanung beantragt werden soll.

5.3.2 Fokusgebiet Teilgebiet 16

Das Fokusgebiet liegt im Süden der Stadt Sonthofen. Aktuell befinden sich in diesem Gebiet 198 beheizte Adressen, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 10.168 MWh. Aufgrund der kompakten Struktur, hoher Wärmelinien-dichten und des bestehenden Wärmenetzes (vgl. Steckbrief im Anhang) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

Wärmenetzausbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 5-9 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor. Es sind keine Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau bekannt, sodass alle anliegenden Gebäude theoretisch an das potenzielle Netz angeschlossen werden könnten.

Wärmenetzanalyse Sonthofen: Fokusgebiet 16

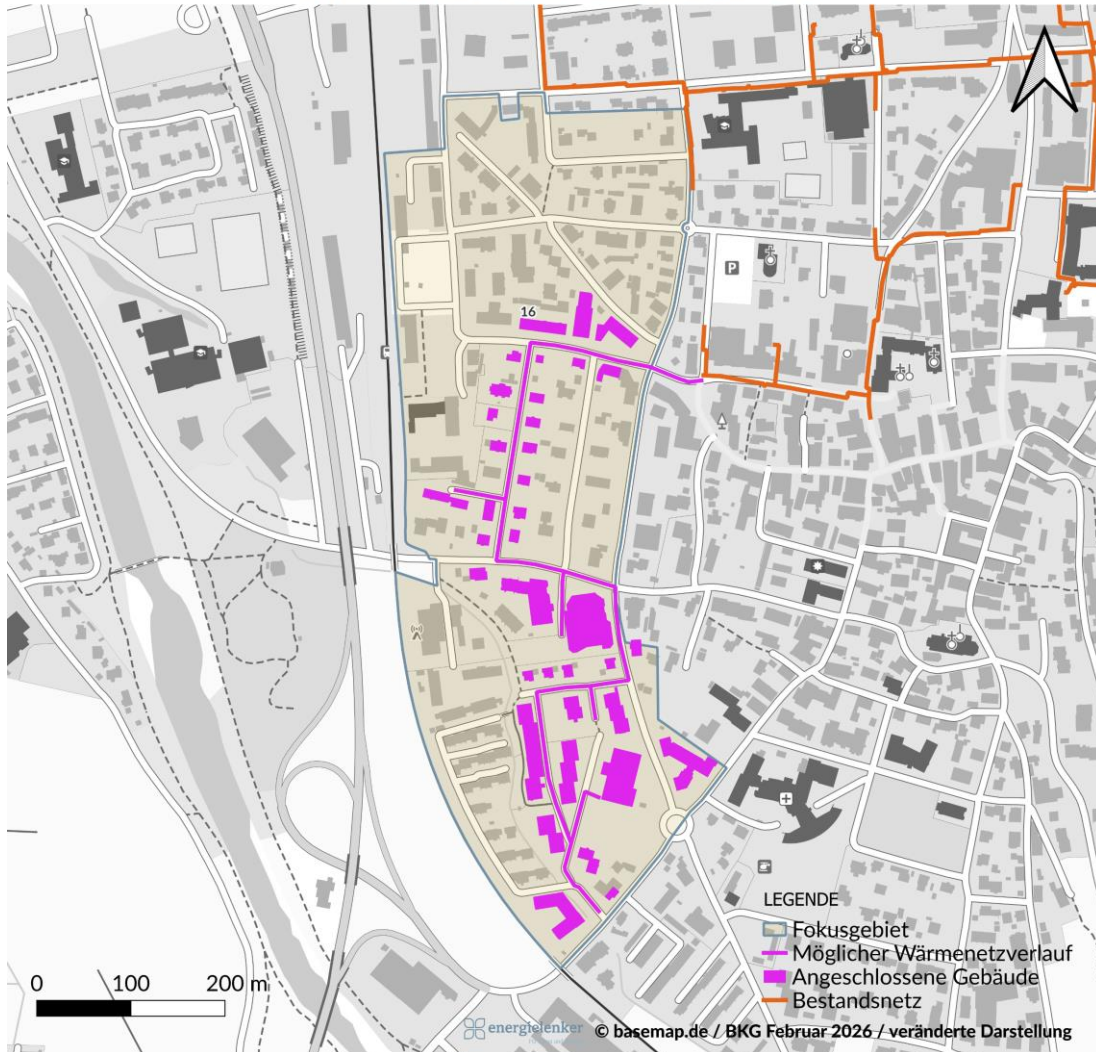


Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Teilgebiet 16

Tabelle 5-6 gibt einen Überblick über die technischen Daten der vier verschiedenen Varianten:

Tabelle 5-6: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes

	Variante Minimum	Variante Durchschnitt	Variante Ambitioniert	Variante Maximum
Anschlussquote	25 %	40 %	60 %	100 %
Anzahl Hausanschlüsse	14	22	33	55
Energiemenge [MWh/a]	1.329	2.127	3.190	5.317
Netzlänge ohne Hausanschlüsse [m]	1.232	1.232	1.232	1.232
Mittlere Wärmelinien-dichte des Netzes [MWh/m]	1,1	1,7	2,6	4,3

Investitionskosten für das Wärmenetz

In Abbildung 5-10 sind die vier verschiedenen Anschlussszenarien inklusive der Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung der Investitionskosten gegenübergestellt. Die Kosten sind unterteilt in Netzkosten und Kosten für die Hausanschlüsse.

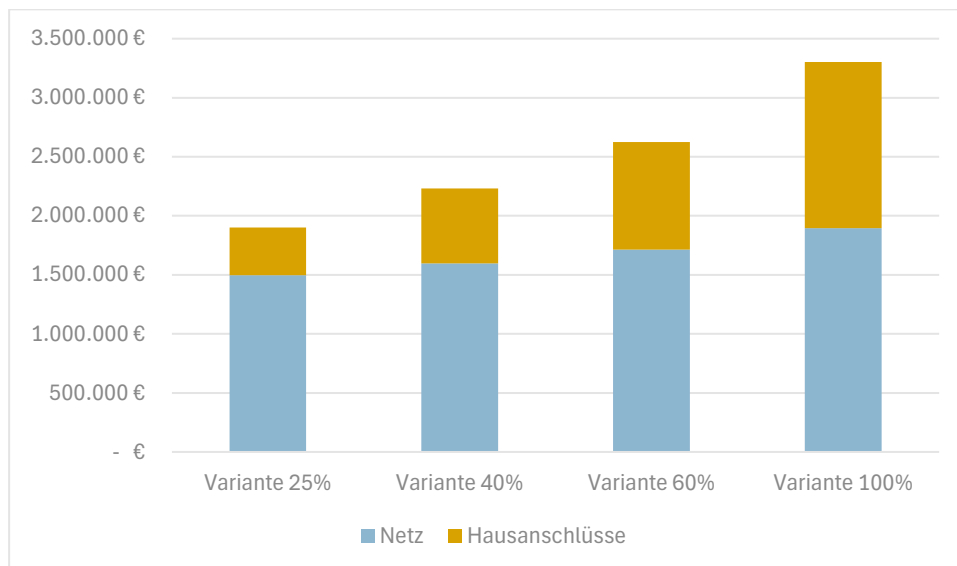


Abbildung 5-10: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten

Da sich das Gebiet tendenziell für eine Wärmenetzerweiterung anbietet, jedoch die zukünftige Anschlussrate aufgrund der aktuellen Marktbedingungen unklar ist und der Netzbetreiber momentan die Netzverdichtung im Gegensatz zu einer Netzerweiterung favorisiert, wird ein intensiver Austausch der Stadt mit dem Netzbetreiber und den Gebäudeeigentümern im Gebiet empfohlen, bevor eine vertiefende Machbarkeitsstudie (BEW-Studie) im Anschluss an die Wärmeplanung beantragt werden soll.

5.3.3 Fokusgebiet Teilgebiet 18

Das Fokusgebiet liegt im Zentrum der Stadt Sonthofen. Aktuell befinden sich in diesem Gebiet 398 beheizte Adressen, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 34.603 MWh. Aufgrund der kompakten Struktur, hoher Wärmelinien-dichten und des bestehenden Wärmenetzes (vgl. Steckbrief im Anhang) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

Wärmenetzausbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 5-11 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor. Es sind keine Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau bekannt, sodass alle anliegenden Gebäude theoretisch an das potenzielle Netz angeschlossen werden könnten.

Wärmenetzanalyse Sonthofen: Fokusgebiet 18

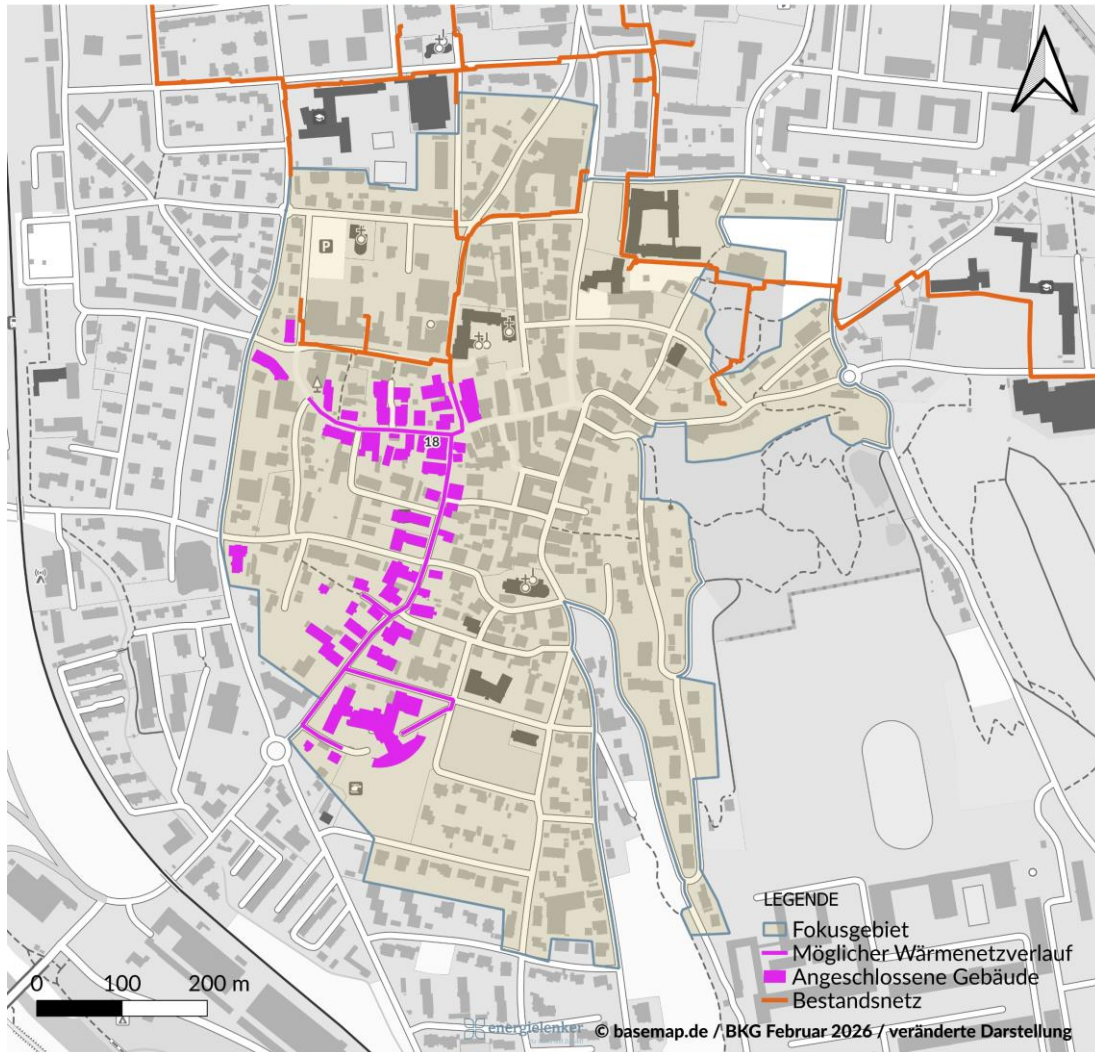


Abbildung 5-11: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Teilgebiet 18

Tabelle 5-7 gibt einen Überblick über die technischen Daten der vier verschiedenen Varianten:

Tabelle 5-7: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes

	Variante Minimum	Variante Durchschnitt	Variante Ambitioniert	Variante Maximum
Anschlussquote	25 %	40 %	60 %	100 %
Anzahl Hausanschlüsse	15	24	35	59
Energiemenge [MWh/a]	1.459	2.334	3.502	5.836
Netzlänge ohne Hausanschlüsse [m]	947	947	947	947
Mittlere Wärmelinienlänge des Netzes [MWh/m]	1,5	2,5	3,7	6,2

Investitionskosten für das Wärmenetz

In Abbildung 5-12 die vier verschiedenen Anschlusszenarien inklusive der Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung der Investitionskosten gegenübergestellt. Die Kosten sind unterteilt in Netzkosten und Kosten für die Hausanschlüsse.

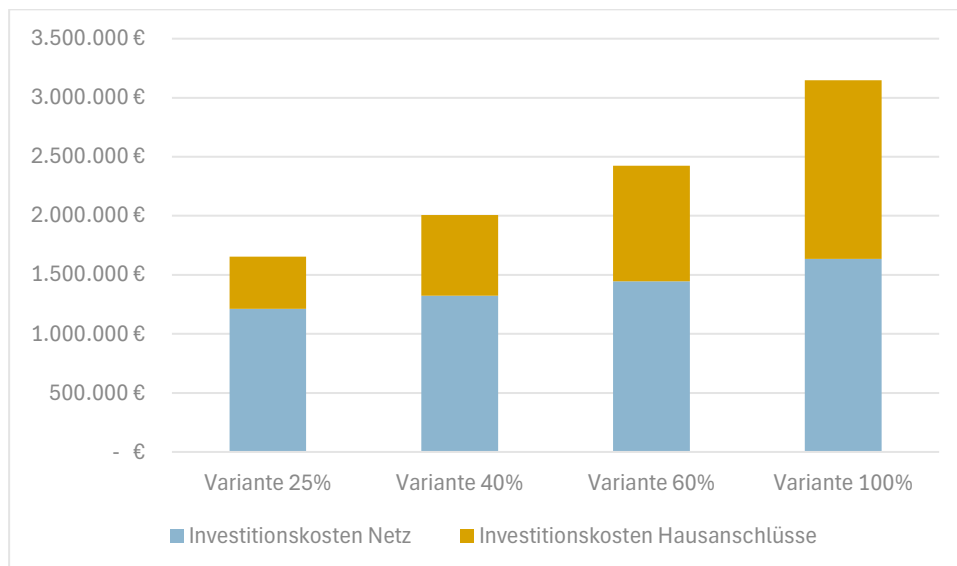


Abbildung 5-12: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten

Da sich das Gebiet tendenziell für eine Wärmenetzerweiterung anbietet, jedoch die zukünftige Anschlussrate aufgrund der aktuellen Marktbedingungen unklar ist und der Netzbetreiber momentan die Netzverdichtung im Gegensatz zu einer Netzerweiterung favorisiert, wird ein intensiver Austausch der Stadt mit dem Netzbetreiber und den Gebäudeeigentümern im Gebiet empfohlen, bevor eine vertiefende Machbarkeitsstudie (BEW-Studie) im Anschluss an die Wärmeplanung beantragt werden soll.

5.4 Kommunikationsstrategie

Ein Großteil der Energie- und CO₂-Einsparpotenziale liegt außerhalb des direkten Einflussbereichs der öffentlichen Hand. Private Haushalte, Unternehmen und andere lokale Akteure spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO₂-Reduktion. Die öffentlichen Stellen können Rahmenbedingungen schaffen und Anreize bieten, aber die tatsächliche Umsetzung hängt stark von der Bereitschaft und dem Engagement der Akteure ab. Auch die breite Öffentlichkeit muss in den Prozess der Wärmeplanung einbezogen werden. Eine transparente und offene Kommunikation fördert das Verständnis und die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen. Aus diesem Grund wurde ein Kommunikationskonzept entwickelt, das kontinuierlich in die kommunale Wärmeplanung integriert wurde und für die Verstetigung der Wärmeplanung bzw. für die Umsetzung der Maßnahmen weitergeführt werden sollte. Im Folgenden werden die wichtigsten Eckpfeiler dieses Konzepts vorgestellt.

Das Projektteam der kommunalen Wärmeplanung setzte sich aus Mitgliedern der Stadt Sonthofen und Experten der energielenker projects GmbH zusammen. Durch regelmäßige Abstimmungen und Vorstellungen der Zwischenergebnisse war der Stand der kommunalen Wärmeplanung in der Arbeitsgruppe stets transparent. Zusätzlich wurde ein Workshop durchgeführt, um das Fachwissen der lokalen Akteure in den Wärmeplan einzubringen. In diesem Workshop wurden die Teilgebietssteckbriefe finalisiert.

Für die Umsetzungsphase nach der kommunalen Wärmeplanung könnte eine neue Arbeitsgruppe und ein regelmäßiger Austausch zwischen der Stadt Sonthofen und beteiligten Akteuren sinnvoll sein. Mögliche Akteure könnten u. a. die BioEnergie Oberallgäu GmbH als Wärmenetzbetreiber, die Wohnungsbaugesellschaft SWW Oberallgäu Wohnungsbau GmbH, potenzielle neue Wärmenetzbetreiber, ansässige Industrie- und Gewerbeunternehmen, Abwärmeproduzenten, Planer und Investoren sein. Auch weitere potenzielle Akteure wie z. B. Energiegenossenschaften oder Betreiber größerer erneuerbarer Energieanlagen könnten in den Prozess eingebunden werden. Gegebenenfalls könnte eine Aufteilung in kleinere Teilgruppen sinnvoll sein. Die energielenker projects könnten diesen Prozess aktiv begleiten.

Neben den Akteuren ist es ebenfalls wichtig die Bürger sowie die Politik aktiv in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung und in den folgenden Umsetzungsprozess einzubinden. In der kommunalen Wärmeplanung wurden zwei Gremientermine zur Informierung des Stadtrats sowie eine öffentliche Abschlussveranstaltung zur Vorstellung der Endergebnisse durchgeführt. Darüber hinaus wurden Zwischenergebnisse auf der Homepage der Stadt veröffentlicht.

In der Umsetzungsphase im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung ist die transparente Einbindung von Bürgern und der Politik immens wichtig, um ein Verständnis für die umzusetzenden Maßnahmen und Planungen zu erzeugen sowie Ideen und Bedenken einbringen zu können. Insbesondere bei dem Wärmenetzausbau ist die Kommunikation zu intensivieren, um die Anschlussquote und die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze zu erhöhen.

5.5 Controllingkonzept

In diesem Kapitel werden verschiedene Controlling-Ansätze aufgezeigt, die für die kommunale Wärmeplanung und die nachfolgenden Prozesse wichtig sind. Zunächst wird die Controlling-Verpflichtung aus dem WPG dargestellt, anschließend wichtige ergänzende messbare

Indikatoren, danach die Überwachung der Maßnahmen (verpflichtend nach §25 WPG) und zum Schluss das Prozesscontrolling.

5.5.1 Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz

Das WPG schreibt die Überprüfung des Wärmeplans alle fünf Jahre (§25) mit der Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie die Festlegung von Indikatoren zum Zielszenario nach §17 vor. Die Indikatoren sollen beschreiben, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind für das beplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035 und 2040 anzugeben. Folgende Indikatoren sollten berücksichtigt werden:

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährlichen THG-Emissionen der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets,
3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern und der prozentuale Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch,
4. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren prozentualer Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet,
5. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der prozentuale Anteil der Gasversorgung am gesamten Endenergieverbrauch,
6. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet.

Die Daten der Punkte 1 bis 3 und 6 werden durch die kommunale Energie- und THG-Bilanzierung erfasst bzw. können durch die damit vorliegenden Daten berechnet werden. Es wird eine Bilanzierung in regelmäßigen Abständen empfohlen, um die vom WPG geforderten Daten mit aktuellem Stand zu erhalten. Die Daten der Punkte 4 und 6 müssen durch den Netzbetreiber bereitgestellt werden.

5.5.2 Monitoring von Hauptindikatoren

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

Entwicklung des Wärmebedarfs

Für den aktuellen Wärmebedarf und dessen Entwicklung sind einige Annahmen getroffen worden. Hier gilt es den Datensatz kontinuierlich zu verbessern und z. B. mit realen Verbrauchsdaten zu aktualisieren bzw. zu plausibilisieren. Die getroffenen Annahmen für die Wärmebedarfsentwicklung (siehe Kapitel 0) sind möglichst jährlich zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Besonders sensitiv sind die Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Hier wird empfohlen die Baugenehmigungen entsprechend auszuwerten bzw. ein System mit einer solchen Funktion aufzubauen. Ergänzend dazu könnte auch ein „Meldesystem“ eingerichtet werden, dass die Bauherren verpflichtet oder Anreize setzt, Sanierungen anzuzeigen. Außerdem können bei dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Informationen über geförderte Effizienzmaßnahmen und Heizungsaustausche, nach Postleitzahlen sortiert, abgerufen werden. Anhand dieser Informationen können geförderte Sanierungsmaßnahmen erfasst werden.

Ausbau der Fernwärme

Für die klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Sonthofen ist der Ausbau der Fernwärme und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung der Wärmenetze essenziell. Zusätzlich ist der Aufbau von Wärmenetzen für die klimaneutrale Wärmeversorgung ein entscheidender Hebel, weil dadurch eine Vielzahl an Heizungssystemen von Verbrauchern auf einen Schlag zukunftsfähig gemacht wird.

Einsatz erneuerbarer Energien in den dezentralen Gebieten

Die bevorzugte Wärmeversorgung in den Gebieten mit Einzelversorgungslösung wird eine Versorgung über Wärmepumpen (Luft-Wasser-Wärmepumpe, Sole-Wasser-Wärmepumpe bzw. Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Grundwasserbrunnen)) sein. Entsprechend sollte die Anzahl der installierten Wärmepumpen und deren Leistung baublockscharf erhoben werden.

In den Gebieten, in denen eine Fernwärmeversorgung vorgesehen ist, sollte möglichst keine dezentrale Luft- bzw. Erdwärmepumpe zum Einsatz kommen. Ziel ist dabei ein möglichst hoher Anschlussgrad, der sich wirtschaftlich positiv auf den Betrieb des Wärmenetzes und damit die daran angeschlossenen Abnehmer auszahlt.

Transformation fossiler Infrastruktur

Generell sollte die Anzahl der mit Heizöl betriebenen Gebäude und die Anzahl der Gas-Hausanschlüsse bis zum Jahr 2040 nahezu auf null sinken. Ausnahmen bilden Blöcke, die möglicherweise zukünftig mit Wasserstoff oder treibhausgasneutral bereitgestelltem Biomethan versorgt werden, und in denen die Gasinfrastruktur weiter genutzt werden kann. Dies gehört zu den verpflichtenden Indikatoren nach Wärmplanungsgesetz, spielt für Sonthofen jedoch eine untergeordnete Rolle.

5.5.3 Indikatoren für die Maßnahmen

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte anhand der Handlungsschritte verfolgt werden. Dabei ist darauf zu achten, ob sich diese im Rahmen der zeitlichen Planung befinden, es einen zeitlichen Verzug, Umsetzungshemmnisse oder ähnliches gibt. Dieses sollte jährlich qualitativ beschrieben und erläutert werden. Auch hier ist der Wärmenetzausbau als Schlüsselindikator genau zu überprüfen, um weitere Schritte und entsprechende Maßnahmen abzuleiten.

5.5.4 Indikatoren für den Prozess

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

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

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

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

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

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

5.6 Verstetigungsstrategie

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

Die Kommunale Wärmeplanung ist seit dem 01.01.2024 eine per Bundesgesetz geregelte Aufgabe. Der Bund hat die Aufgabe an die Länder übertragen und diese wiederum übertragen diese an die Kommunen. Damit ist die kommunale Wärmeplanung zur kommunalen Pflichtaufgabe geworden und personell entsprechend zu besetzen. In Bayern stehen dafür Konnexitätsmittel zur Verfügung.

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

5.6.1 Rollierende Planung

Die Wärmeplanung soll als rollierende Planung in der Kommunalverwaltung implementiert werden. Dies bedeutet eine periodenorientierte Planung, bei der nach bestimmten Zeitintervallen die bereits erfolgte Wärmeplanung aktualisiert, konkretisiert und überarbeitet wird. Dabei werden die in der Zwischenzeit gewonnenen neuen Daten berücksichtigt. Die Wärmeplanung ist auf das Zieljahr 2040 ausgerichtet, dies bedeutet, mit Stand 2025, ein Planungshorizont von 15 Jahren für die Stadt Sonthofen. Der Detaillierungsgrad des Zeitraums 2025 – 2030 ist entsprechend erheblich genauer als die Planungsintensität der Folgeperioden. Mit fortschreitender Zeit rolliert auch der Zeitraum mit höherer Planungsintensität weiter.

5.6.2 Kommunale Verwaltungsstrukturen

Zur Bewältigung der Aufgaben im Bereich der kommunalen Wärmeplanung ist ausreichend Personal in der Verwaltung vorzusehen. Es ist zu empfehlen, dass für die kommunale Wärmeplanung über die nächsten 15 Jahre mindestens eine Personalstelle in der Verwaltung installiert wird. Vorteilhaft ist es, die Stelle bei der Stadtplanung bzw. beim Klimaschutz anzusiedeln, da es hier viele Schnittstellen gibt. Die Aufgaben sind im Folgenden aufgeführt:

- ▶ den Umsetzungsprozess kommunikativ zu begleiten
- ▶ Fortschreibung des Wärmeplans (Verpflichtung nach §25 WPG)
- ▶ Fortschreibung von Indikatoren, Berichterstellung, Monitoring (z. B. jährlicher Bericht zu den Indikatoren des Wärmeplans)

- ▶ die Verankerung mit weiteren kommunalen Planungen zu gewährleisten (z. B. Klimaschutzkonzept)
- ▶ Neubaugebiete/Bebauungspläne mit der Wärmeplanung zu verzahnen
- ▶ Straßenbaumaßnahmen mit dem Fernwärmeausbau zeitlich zu koordinieren
- ▶ Genehmigungsprozesse zu begleiten
- ▶ Einwerben von Fördermitteln zur Finanzierung von Projekten

Darüber hinaus müssen Strukturen geschaffen werden, die den Informationsfluss innerhalb und außerhalb der Verwaltung gewährleisten. Dies könnten u. a. die Einrichtung einer permanenten Lenkungsgruppe in der Verwaltung oder die Intensivierung der amtsübergreifenden Zusammenarbeit sein.

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der Stadt Sonthofen und der energielenker projects GmbH implementiert worden. Hierfür braucht es verwaltungsintern einer Koordinierungsstelle, die auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital; z. B. Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung 2x im Jahr im Amtsblatt)
- ▶ die Abstimmung mit dem Wärmenetzbetreiber (BioEnergie Oberallgäu GmbH) durchzuführen
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. des Ausbaus der Wärmenetze für alle notwendigen Akteure (z. B. Stadt und BioEnergie Oberallgäu GmbH verlinken ihre Webangebote zu dem Thema untereinander und legen Verantwortung für Informationsinhalte fest)
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren
- ▶ gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten (z. B. Kommune, SHK- und Schornsteinfegerinnung und Wärmenetzbetreiber treffen sich 2x jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch (Weiterleitung von Anschlusswünschen an das Wärmenetz im Rahmen ihrer Beratung an die Wärmenetzbetreiber, Informieren über anstehenden Wärmenetzausbau der nächsten 1-2 Jahre)

5.6.3 Politische Absicherung

Zur Verstetigung gehört auch, das Verwaltungshandeln durch politische Beschlüsse und politischen Handels abzusichern:

- ▶ Beschluss zum Wärmeplan (verpflichtend nach § 21(3) WPG)
- ▶ Prüfung der Auswirkungen von Beschlüssen auf die Wärmeplanung (z. B. kein Gasanschluss in Neubaugebieten)
- ▶ Schaffung geeigneter Gremien bzw. Definition der Zuständigkeiten
- ▶ Bereitstellung kommunaler Eigenmittel in der Haushaltsplanung

5.6.4 Weitere Regelungen

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

- ▶ Beschluss zu kommunalen Satzungen (z. B. Erstellung einer Fernwärmesatzung)
- ▶ Abstimmung städtebaulicher Verträge mit der Wärmeplanung
- ▶ Flächensicherung für Erzeugungs- und Speichieranlagen durch die Aufnahme in Flächennutzungsplänen und/oder Bebauungsplänen
- ▶ Ziele der Wärmewende in Zielvereinbarungen mit den kommunalen Unternehmen aufnehmen.

6 Zusammenfassung

Der Wärmebereich gilt als "schlafender Riese" der Energiewende. Die Bereitstellung von Warmwasser, Raum- und Prozesswärme macht zusammen etwa die Hälfte der benötigten Endenergie in Deutschland aus. Dabei fallen die Fortschritte im Wärmesektor bisher im Vergleich zum Stromsektor gering aus. Die langen Investitionszyklen bei baulichen und auch technischen Maßnahmen in der Wärmeinfrastruktur bedingen die Trägheit der Wärmewende. In Anbetracht der Tatsache, dass die heutigen Entscheidungen Auswirkungen bis weit in die Zukunft haben, ist der Handlungsbedarf im Wärmesektor für das Erreichen der Klimaschutzziele enorm. Den Städten, Kreisen und Gemeinden kommen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen eine enorme Bedeutung zu.

Die Stadt Sonthofen hat die vorliegende Wärmeplanung erstellen lassen, um diese Aufgabe in Zukunft planvoll und zielorientiert anzugehen. Das Ziel der Wärmeplanung ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den Klimaschutzzielen auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können. Der kommunale Wärmeplan gibt einen Überblick über die Bestandssituation vor Ort (z. B. Gasnetzverläufe und Wärmelinien dichten), die Energie- und THG-Bilanz im Basisjahr, die Potenziale für erneuerbare Energien und unvermeidbarer Abwärme, Energieverteilung und THG-Emissionen im Zieljahr (Zielszenario), die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete, die Maßnahmen zur Umsetzung des Wärmeplans in Sonthofen bis zum Zieljahr 2040 sowie die einzelnen Teilgebiete in Form von Teilgebietssteckbriefen.

Um die Klimaneutralität im Wärmebereich bis 2040 zu erreichen, ist die schnelle Umsetzung von Maßnahmen existenziell. Wichtige Weichenstellungen werden in Zukunft die Nutzung der erneuerbaren Energien für den Wärmebereich, der Ausbau bestehender Wärmenetze und der Aufbau neuer Wärmenetze sein. Als erste Schritte werden die Unterstützung bestehender Planungen, die Beauftragung von Machbarkeitsstudien für den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen und die Beauftragung von Planungsleistungen für Quartierskonzepte vorgeschlagen. Für eine schnelle Umsetzung der Maßnahmen ist die Information bzw. Einbindung der Bevölkerung von entscheidender Bedeutung. Nur über eine transparente Umsetzung der Wärmeplanung und transparenten Informationen zu zukünftigen Planungen können beispielsweise hohe Anschlussquoten an Wärmenetze erreicht werden.

7 Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25. 06 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie> abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (02. 9 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=684879,5413001&z=13&l=atki&t=energie&comp=mischpult> abgerufen
- BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Frauenhofer. (2024). *Endbericht Biogaspotenzial Bayern*. Kassel: Frauenhofer IEE.
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungssystematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).
- Hochwassernachrichtendienst Bayern (HND). (2025). Abgerufen am 24. Juni 2025 von Pegel Isar – Obermenzing (Abfluss): https://www.hnd.bayern.de/pegel/isar/obermenzing-16666000/abfluss?setdiskr=60&addhr=hr_hq&vhs_type=std&kanu=&days=365
- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- Ifeu. (11 2019). Von Ifeu: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf abgerufen
- Ifeu. (19. 12 2024). Ifeu. Von Ifeu: <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod> abgerufen

- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen am Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung*. (B. BMWK, Herausgeber) Abgerufen am Juni 2024 von https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- IHK-Standortportal, B. (08 2025). *IHK-Standortportal Bayern*. Von https://standortportal.bayern/search#?facet_type=gf&q=&gkz=09780000&facet_type=&distMotorway=&distAirport=&areaGf=&ausweisung_de=&areaGi=&art_de=&prf=&fida=on&tgz=&r=abgerufen
- ILEK Alpsee-Grünten. (2024). München: Planung Kurz GbR.
- Institut, H. (09 2024). *www.hamburg-institut.com*. Von https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/07/Planungsleitfaden_Freiflaechen-Solarthermie.pdf abgerufen
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4> abgerufen
- Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von <https://www.klimaschutz-planer.de/index.php> abgerufen
- LfU Geothermie. (2025). Von Bayerisches Landesamt für Umwelt: <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm> abgerufen
- Masterplan Klimaschutz. (kein Datum). *Masterplan 100 % Klimaschutz 2022-2035*. Landkreis Oberallgäu .
- Miara, M., Günther, D., Kramer, T., Oltersdorf, T., & Wapler, J. (2011). *Wärmepumpen Effizienz – Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz*. Fraunhofer ISE.
- Prognos AG; ifeu. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx
- schwaben netz. (2025). *Stellungnahme der schwaben netz gmbh zur Kommunalen Wärmeplanung*. Augsburg.
- Statistik, B. L. (2021). Von Bayerisches Landesamt für Statistik: https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09780139.pdf abgerufen

Statistik, B. L. (02. 08 2024). *Genesis Online*. Von Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung - Pfaffenhofen a.d. Ilm: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=2&step=2&titel=Ergebnis&levelid=1722601210527&acceptscookies=false#abreadcrumb> abgerufen

StMUG, StMWIVT, OBB. (Januar 2024). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Von <https://www.coaching-kommunaler-klimaschutz.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/StarterSet/LeitfadenEnergienutzungsplan-Teil1.pdf> abgerufen

Umweltbundesamt. (27. November 2023). Von Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/uba_ad_hoc_papier_abwasserwaerme.pdf abgerufen

Umweltbundesamt. (2024). *Sonnenkollektoren - Solarthermie*. Von Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/sonnenkollektoren-solarthermie> abgerufen

Weber, M. (2024). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ BEW – Modul 1 für die Gemeinde Blaichach*. Amberg: Institut für Energietechnik IfE GmbH.

Weck-Ponten, S. (2023). Simulationsbasiertes Mehrebenen-Planungswerkzeug für geothermische Wärmepumpensysteme. *Dissertation*. RWTH Aachen.

WPG. (01. Januar 2024). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html> abgerufen

Anhang

Maßnahmensteckbriefe

Maßnahme 1

Motivation der Bürger*innen vor Ort für die Energiewende		M1
HANDLUNGSFELD	Information, Beratung, Kooperation	
ZIELSETZUNG	Öffentliche Informationsveranstaltungen zu aktuellen Themen der Energiewende	

Beschreibung der Maßnahme

Information und Kommunikation sind integraler Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung bzw. der Energiewende allgemein. Ein wichtiger Baustein ist die Zusammenarbeit und Einbindung der Bürger*innen.

Im Rahmen regelmäßiger Öffentlichkeitsveranstaltungen soll den Bürger*innen die Möglichkeit des direkten Austausches mit der Verwaltung und Schlüsselakteuren gegeben werden. Hierdurch wird eine hohe Akzeptanz der verschiedenen Maßnahmen in der Bevölkerung erreicht. Neben der Information können solche Formate auch zum Erfahrungsaustausch genutzt werden.

Mögliche Themenbereiche sind Sanierungsmaßnahmen, Wärmeversorgungsoptionen oder Bürgerenergiegenossenschaften. Wesentlich ist eine regelmäßige, transparente Information über den Planungsstand möglicher Wärmenetzversorgung. Die Bürger*innen sollen zu konkreten Anliegen von Ansprechpartner*innen der Verwaltung oder von externen Energieberatern beraten werden. Eine kostenlose und neutrale Beratungsstelle ist bereits seit mehreren Jahren eingerichtet und wird regelmäßig beworben. Hausbesitzer können sich nach Voranmeldung dort umfassend zu Energiethemen beraten lassen.

Handlungsschritte

1. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit
2. Kommunikations- und Beteiligungskonzept: Erarbeitung und Umsetzung
3. Kooperationen mit regionalen Energieberatern, Verbraucherzentrale o. ä.
4. Schaffung eines Beratungsangebotes für Bürger*innen

Verantwortung Akteure	/ Stadt, Gemeinde Ggf. einzubinden Volkshochschulen, Verbraucherzentrale, regionale Energieagentur, Energieberater
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Haushaltsmittel
Herausforderungen	Finanzierung

Maßnahme 2

Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene		M2
HANDLUNGSFELD	Information, Beratung, Kooperation	
ZIELSETZUNG	Motivation von Immobilienbesitzern in Sanierungsgebieten zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, um Energie einzusparen und einen effizienten Heizungsbetrieb zu ermöglichen	

Beschreibung der Maßnahme

Bei der überwiegenden Anzahl der Gebäude in den zutreffenden Teilgebieten ist ein hoher Sanierungsbedarf erkennbar. In der Potenzialanalyse wurden umfassende Energieeinsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierungen aufgezeigt. Um diese Potenziale zu heben, wird vorgeschlagen, die Gebäudeeigentümer durch Kampagnen zur energetischen Gebäudesanierung gezielt auf Einsparmöglichkeiten aufmerksam zu machen. Bei Gebäuden mit ähnlichen Bauweisen und ggf. einem Eigentümer können Methoden des seriellen Sanierens (Einsatz vorgefertigter Bauelemente) eingesetzt werden. Mögliche Formate zu Sanierungsmaßnahmen könnten dabei die Folgenden sein:

„Check Dein Haus – Vor- Ort Energieberatung“

Kostenlose und neutrale Energieberatungskampagne beim Hauseigentümer vor Ort. Wurde bereits mehrfach angeboten und weiter durchgeführt.

„Solarkampagne“

Vorträge zu Photovoltaik mit Ausstellung und Kontaktmöglichkeiten zu Fachbetrieben. Zusätzlich kann für Hauseigentümern ihr Solarpotenzial ermittelt und ihnen vorgestellt werden.

Sanierungspools:

Gebäudeeigentümer könnten sich zusammenschließen und gemeinsam Sanierungsmaßnahmen beauftragen, um von Mengenrabatten bei Bauunternehmen und Handwerkern zu profitieren. Die Kommunen könnte die Bildung solcher Pools unterstützen. Um möglichst hohe Synergien zu erreichen, sollten die Gebäude eine möglichst gleiche Baustruktur aufweisen (z. B. Reihenhaussiedlung). Zusätzlich könnten diese Gemeinschaften genutzt werden, um Wissen auszutauschen und ggf. kleinere Sanierungsmaßnahmen gemeinsam selbst umzusetzen.

Handlungsschritte	1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarfs in den Zielgruppen 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen 4. Informationsbereitstellung (Online oder Printmedien) 5. Beratungsangebot: Veranstaltungen, Online-Beratung
--------------------------	---

Verantwortung Akteure	/ Stadt, Gemeinde, Energieberater
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV)) Bundesförderung Serielles Sanieren Länderspezifische Förderprogramme
Herausforderungen	Erreichbarkeit der Zielgruppen Finanzierung

Maßnahme 3

Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften und Vorbildfunktion wahrnehmen

M3

HANDLUNGSFELD

Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune



ZIELSETZUNG

Beschleunigung der Umsetzung der Wärmewende

Beschreibung der Maßnahme

Für die effiziente Umsetzung von energetischen Sanierungen und den langfristigen Werterhalt der Immobilien empfiehlt sich die Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude.

Die daraus folgenden energetischen Sanierungen der Gebäude zu den ermittelten Zeitpunkten erfordern finanzielle Eigenmittel, die auch langfristig bereitzustellen sind. Diese Sanierungsfahrpläne dienen auch als Grundlage in der Finanzplanung des kommunalen Haushaltes.

Vorbildfunktion der Kommune/ Leuchtturmprojekte:

- Dächer der Kommune mit PV- Anlagen belegen und ggf. Batteriespeicher nachrüsten
- Ökostromtarif 100 % EE für alle kommunale Gebäude einsetzen
- Festlegung von Energiestandards für Neubau und Sanierung
- Planung und Umsetzung von nachhaltigen Neubauten und energetischen Sanierungen unter Verwendung von regionalen Baustoffen
- Beschlussfassung, dass keine fossilen Wärmeerzeuger mehr eingebaut werden

Handlungsschritte

1. Beauftragung von Sachverständigen mit der Erstellung der Sanierungsfahrpläne oder Kommune erstellt diese in Eigenregie
2. Fortschreibung der Sanierungsfahrpläne
3. Beschlussfassungen zu den Vorbildfunktionen und Leuchtturmprojekten
4. Umsetzung der Projekte begleiten und kontrollieren

**Verantwortung
Akteure**

/ Stadt, Gemeinde

**Finanzierungs- und
Fördermöglichkeiten**

Haushaltsmittel

Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme

Herausforderungen

Kontinuität der Maßnahme

Umsetzung der Fahrpläne im Zeitplan

Fortschreibung der Sanierungsfahrpläne

Maßnahme 4

Dekarbonisierung der Erzeugungstechniken in den Wärmenetzen		M4
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	
ZIELSETZUNG	Umstellung der Wärmeerzeugung in den bestehenden Wärmenetzen auf 100 % erneuerbare Energien nach dem Wärmeplanungsgesetz	

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmeerzeugung für die bestehenden Wärmenetze in den ILE-Konvoikommunen erfolgt mit Biomasse, Abwärme und teilweise mit Erdgas. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss die Wärmeerzeugung in diesen Netzen auf 100 % erneuerbare Energien umgestellt werden. Zudem gelten nach dem Wärmeplanungsgesetz die folgenden Anforderungen an Wärmenetze:

- ▶ Ab dem 01.01.2030 muss die Nettowärmeerzeugung zu einem Anteil von mindestens 30 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.
- ▶ Ab dem 01.01.2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %.
- ▶ Ab dem 01.01.2045 muss jedes Wärmenetz vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden. Zusätzlich wird bei Wärmenetzen mit einer Länge von über 50 km, der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ab dem 01.01.2045 auf 15 % beschränkt.
- ▶ Ausnahmen bestehen für unbillige Härten und bei der Umsetzung von komplexen Maßnahmen (Fristverlängerungen), sowie bei der Versorgung von ausschließlich gewerblichen oder industriellen Verbrauchern mit Prozesswärme und bei der Nutzung von Wärme aus geförderten KWK-Anlagen.

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

Handlungsschritte	1. Prüfung der Anforderungen nach dem WPG 2. Erstellung des Fahrplans 3. ggf. Beantragung von Fördermitteln zur Umsetzung der Maßnahmen 4. Umsetzung der Maßnahmen für eine 100 % EE-Versorgung
--------------------------	--

Verantwortung Akteure	/ Wärmenetzbetreiber, Kommune
----------------------------------	-------------------------------

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % Förderung Modul III – Einzelmaßnahmen: bis zu 40 % Förderung
---	---

Herausforderungen	Wirtschaftlichkeit Passende Technologien für Spitzenlast und Reserve
--------------------------	---

Maßnahme 5

Vernetzung von Unternehmen fördern		M5
HANDLUNGSFELD	Information, Beratung und Kooperation	
ZIELSETZUNG	Vernetzung von Unternehmen fördern	

Beschreibung der Maßnahme

Das übergeordnete Ziel besteht darin, die Unternehmen im ILE-Konvoigebiet und insbesondere in den Industriegebieten besser zu vernetzen und den Aufbau eines Unternehmensnetzwerks zu fördern. Gerade in der Unternehmenslandschaft werden erhebliche Mengen an Emissionen verursacht, gleichzeitig bieten sich hier optimale Möglichkeiten zur Reduzierung und zur Stärkung der regionalen Ökonomie.

Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Initiierung eines regelmäßigen Unternehmer-Stammtisches zur Stärkung der Vernetzung von lokalen Unternehmen. Durch den Austausch von Best-Practice-Beispielen und persönlichen Erfahrungen sollen Synergien genutzt und Doppelstrukturen vermieden werden. Dies fördert auch den Wissenstransfer und könnte durch Expertenvorträge, Workshops oder Schulungen unterstützt werden.

Thematisch sollte der Fokus insbesondere auf der Steigerung der Energieeffizienz, Abwärmenutzung, der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (insbesondere auch Energy-Sharing) sowie der Akquise von Fördermitteln liegen. Die bestehende Beziehung sollte weiter gestärkt und beworben werden. Zudem sollten bereits vorhandene Netzwerke von Unternehmen mit dem Stammtisch verknüpft werden.

Handlungsschritte	1. Kontaktieren von Unternehmen
	2. Ausarbeitung und Organisation eines Unternehmer-Stammtisches, inklusive Auswahl relevanter Themen und Diskussionspunkte
	3. Durchführung von praxisorientierten Workshops für Unternehmen
	4. Umsetzung der ersten konkreten Maßnahmen in Unternehmen, einschließlich Monitoring und Evaluation der erzielten Effekte

Verantwortung Akteure	/ Stadt, Gemeinde Unternehmen, Externe Fachberater
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Eigenmittel der Stadt Je nach Umsetzung von Projekten in Unternehmen kann es zu Förderungen kommen
Herausforderungen	Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Maßnahme 6

Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen		M6
HANDLUNGSFELD	Unternehmen	
ZIELSETZUNG	Nachhaltigkeit in Industrie- & Gewerbegebieten	

Beschreibung der Maßnahme

Diese Maßnahme soll zu einer nachhaltigen Entwicklung der Unternehmen in den ILE-Konvoikommunen sowie von Industrie- und Gewerbegebieten beitragen. Um THG-Emissionen einzusparen, wird der Fokus auf dem Thema Energieeffizienz und Energiewende in Unternehmen liegen. Informationsveranstaltungen in Form von kurzen Impulsvorträgen (Online oder in Präsenz) für Unternehmen werden durch diese Maßnahme organisiert und die Förderung von Beratungsangeboten wird geprüft. Um eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben, wird die Vernetzung besonders interessierter Unternehmen als sinnvoll erachtet (vgl. Vernetzung von Unternehmen fördern).

- Handlungsschritte**
1. Informationsbedarf ermitteln
 2. Beratungsangebot schaffen
 3. Veranstaltungen mit fachkundigen Referenten anbieten
 4. Netzwerk mit besonders engagierten Unternehmen gründen

Verantwortung Akteure	/	Stadt, Gemeinde Unternehmen, regional Energieagentur Wirtschaftsförderung
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten		Zu prüfen
Herausforderungen		Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Maßnahme 7

Wärmenetzprüfung		M7
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	
ZIELSETZUNG	Prüfung eines möglichen Wärmenetzes	

Beschreibung der Maßnahme

Zusammen mit wichtigen Akteuren, die eine Wärmenetzplanung in Erwägung ziehen, sollten die als Wärmenetzprüfgebiete deklarierten Teilgebiet genauer analysiert werden. Der Einsatz von Fördermitteln sollte berücksichtigt werden, um die Wärmegestehungskosten zu senken und einen wettbewerbsfähigen Wärmepreis anbieten zu können.

Handlungsschritte	1.	Identifizierung eines zukünftigen Wärmenetzbetreibers
	2.	Zusammenbringen der Akteure wie z. B. Wärmenetzbetreiber, Abwärmelieferanten, Ankerkunden, Bevölkerung / Gebäudeeigentümer
	3.	Spezifizierung des Wärmebedarfs und der Wärmepotenziale, Prüfung des Abwärmepotenzials zur Nutzung im Wärmenetz
	4.	BEW-Machbarkeitsstudie Wärmenetz
	5.	Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer
	6.	Planung und Dimensionierung des Wärmenetzes und der Wärmeerzeuger
	7.	ggf. Sicherung notwendiger Flächen
	8.	Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau und Anschlussstationen

Verantwortung Akteure	/	Wärmenetzbetreiber Kommune
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten		Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul I - Machbarkeitsstudie Modul II - Realisierung: bis zu 40 % Förderung Modul IV - Betriebskostenförderung: für Wärmepumpen abhängig von Wirtschaftlichkeitslücke Landesspezifische Fördermöglichkeiten
Herausforderungen		Finanzierung (hohe Kosten Netzaufbau) Integration von Abwärme / Prozesswärme Anschlussbereitschaft

Maßnahme 8

Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale		M8
HANDLUNGSFELD	Unternehmen	
ZIELSETZUNG	Abwärmepotenziale Industrie	

Beschreibung der Maßnahme

Ziel der Maßnahme ist es, Unternehmen zu motivieren Energieeffizienzpotenziale durch die Reduzierung von Abwärme zu nutzen sowie unvermeidbare Abwärme in Wärmenetze einzuspeisen bzw. lokalen Akteuren zu Verfügung zu stellen. Für eine erfolgreiche Umsetzung mangelt es nicht an den technischen Voraussetzungen, sondern insbesondere an den Kosten der Maßnahmen zur Reduzierung von Abwärme bzw. für die Nutzbarmachung der Abwärme für lokale Akteure (Wärmenetzaufbau etc.). Zusätzlich fehlt es oft an gezielter Kommunikation und das Zusammenbringen aller Akteure, um die Abwärmepotenziale effizient zu nutzen (vgl. Maßnahme 5). Die Kommunalverwaltung fungiert als sog. „Enabler“ und reduziert durch ihr Angebot Transaktionskosten (Such-, Kommunikations- und Informationskosten), die vor allem in der Initialphase von Projekten durch bestehende Unsicherheiten existieren. Als „Leuchtturmprojekte“ können die Projekte weiterhin als Best-Practice-Beispiele zusätzliche Unternehmen zur Nachahmung motivieren und auch in weitere Zielgruppen, wie beispielsweise das Handwerk, ausgeweitet werden.

Handlungsschritte	1. Identifizierung von Unternehmen mit großem Energieumsatz
	2. Prüfung der räumlichen und technischen Gegebenheiten
	3. Ansprache der Unternehmen und Gewährleistung der weiteren Kommunikation
	4. Evtl. Prozessbegleitung bei Durchführung der ausgewählten Projekte
	5. Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als Leuchtturmprojekte
	6. Monitoring und Controlling

Verantwortung Akteure	/ Stadt, Gemeinde Externe Fachreferenten IHK und HWK
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Eigenmittel der Stadt KfW Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien der Wirtschaft BAFA (Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen)
Herausforderungen	Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Maßnahme 9

Wärmenetzausbau		M9
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	
ZIELSETZUNG	Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für die Verdichtung vorhandener Wärmenetze im Gebiet unter den Aspekten der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz	

Beschreibung der Maßnahme

Zusammen mit den Wärmenetzbetreibern und wichtigen Akteuren, die beispielsweise Abwärmepotenzial zur Verfügung haben, sollten die als Wärmenetzausbaugebiete deklarierten Teilgebiet genauer analysiert werden. Der Einsatz von Fördermitteln sollte berücksichtigt werden, um die Wärmegestehungskosten zu senken und einen wettbewerbsfähigen Wärmepreis anbieten zu können.

Handlungsschritte	1. Identifizierung eines zukünftigen Wärmenetzbetreibers 2. Zusammenbringen der Akteure wie z. B. Wärmenetzbetreiber, Abwärmelieferanten, Ankerkunden, Bevölkerung / Gebäudeeigentümer 3. Analyse potenzieller, zusätzlicher Anschlüsse und deren wirtschaftliche und technische Machbarkeit 4. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer / Informationskampagne 5. Priorisierung der Verdichtungsgebiete nach technischen Kriterien und Anschlussinteresse 6. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen der Erzeugungskapazitäten 7. ggf. Ausweisung von Wärmenetzgebieten
--------------------------	--

Verantwortung Akteure	/ Wärmenetzbetreiber
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
Herausforderungen	Anschlussbereitschaft Finanzierung der Investitionskosten

Maßnahme 10

Wärmenetzverdichtung		M10
HANDLUNGSFELD	Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	
ZIELSETZUNG	Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für die Verdichtung vorhandener Wärmenetze im Gebiet unter den Aspekten der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz	

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmenetze in den betreffenden Gebieten bieten die Möglichkeit der Nachverdichtung. Entlang der bestehenden Trassen ist der Anschluss von weiteren Wärmeabnehmern zu prüfen und das Interesse zum Anschluss an das Wärmenetz abzufragen.

Zur Abstimmung zwischen Wärmenetzbetreibern und der Kommune sowie zur Steuerung der Maßnahme sollen Abstimmungsrunden aller beteiligten Akteure genutzt werden.

Handlungsschritte	1. Analyse potenzieller, zusätzlicher Anschlüsse und deren wirtschaftliche und technische Machbarkeit 2. Ermittlung des Anschlussinteresses der möglichen Wärmeabnehmer / Informationskampagne 3. Priorisierung der Verdichtungsgebiete nach technischen Kriterien und Anschlussinteresse 4. Planung der erforderlichen technischen Maßnahmen, wie Rohrleitungsbau, Anschlussstationen und möglicherweise notwendige Erweiterungen der Erzeugungskapazitäten 5. ggf. Ausweisung von Wärmenetzgebieten
--------------------------	---

Verantwortung Akteure	/	Stadt,	Gemeinde
		Wärmenetzbetreiber	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten		Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	
		Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)	
Herausforderungen		Anschlussbereitschaft	
		Finanzierung der Investitionskosten	

Maßnahme 11

Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle		M11
HANDLUNGSFELD	Schwerpunktsetzung, Information, Beratung	
ZIELSETZUNG	Bürger und Akteure ansprechen, Widerstände verringern	

Beschreibung der Maßnahme

Die Kommunikation der Ziele, voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete und Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist ein Schlüsselbaustein für die erfolgreiche Umsetzung. Die Wärmewende beinhaltet eine Vielzahl von Maßnahmen, deren Umsetzung über einen langen Zeitraum erfolgt. Insbesondere die Realisierung von Wärmenetzen erfordert eine breite Zustimmung der Anlieger und Akteure, um eine hohe Anschlussquote sicherzustellen. Dabei sind die Informationen für die jeweiligen Akteure in geeigneter Form bereitzustellen. Private Hausbesitzer, Wohnungsunternehmen, Gewerbetreibende oder auch das Handwerk sind zielgruppenspezifisch zu informieren und sollten auch Zugriff auf geeignete Informationsquellen haben.

Handlungsschritte	1. Definition der Verantwortlichkeit 2. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit 3. Schaffung eines permanenten digitalen Angebotes 4. Sicherstellung regelmäßiger Informationen, z. B. über Amtsblatt oder Informationsveranstaltungen
--------------------------	---

Verantwortung Akteure / Stadt, Gemeinde

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Haushaltsmittel
Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme

Herausforderungen Kontinuität der Maßnahme
Abstimmung mit anderen Akteuren

Maßnahme 12

Informationsarbeit und Beratungsangebote zum Heizungstausch		M12
HANDLUNGSFELD	Information, Beratung, Kooperation	
ZIELSETZUNG	Hilfestellung für Immobilienbesitzer in dezentralen Gebieten zu Möglichkeiten beim Heizungstausch	

Beschreibung der Maßnahme

Der Gebäudebestand der ILE-Konvoikommunen ist wesentlich durch die Verbrennung von Heizöl und Erdgas geprägt. Der Großteil, der gas- und vor allem der ölbetriebenen Wärmeerzeuger kann als stark veraltet eingestuft werden. Um Gebäudebesitzer zum Tausch ihrer Heizung und zum Wechsel auf erneuerbare Energien zu motivieren, sollten verschiedene Informations- und Beratungsmaßnahmen umgesetzt werden. Mögliche Formate sind dabei:

Flyer und Broschüren: Kurze, prägnante Informationen über die Vorteile eines Heizungstauschs, mögliche Förderungen und Ansprechpartner.

Aushänge in öffentlichen Gebäuden: Plakate und Informationsmaterialien in Rathäusern, Bürgerbüros, Bibliotheken und anderen kommunalen Einrichtungen.

Kommunale Website: Eine Unterseite auf der Webseite der ILE Kommunen, die umfassenden Informationen, Beispiele und Links zu Fördermöglichkeiten bietet.

Informationsabende: Lokale Veranstaltungen mit Expertenvorträgen

Fallstudien und Erfolgsgeschichten: Erfahrungsberichte von Hausbesitzern, die bereits einen Heizungstausch durchgeführt haben.

Individuelles Beratungsangebot: Energiesprechstunde als Online- oder telefonische Beratung in Zusammenarbeit mit Energieberatern

Kommunale Förderprogramme: Spezielle Fördermittel oder Zuschüsse für den Heizungstausch

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

- Handlungsschritte**
1. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit
 2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit
 3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Maßnahmen

Verantwortung Akteure / Stadt, Gemeinde

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)

Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV))

Herausforderungen

Erreichbarkeit der Zielgruppen

Passgenaue Ansprache (im Moment des Heizungstausches)

Maßnahme 13

Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften		M13
HANDLUNGSFELD	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune	
ZIELSETZUNG	Beschleunigung der Umsetzung der Wärmewende	
Beschreibung der Maßnahme		
Für die Steigerung der Energieeffizienz in kommunalen Gebäuden stehen verschiedene Handlungsoptionen zur Verfügung. Einerseits sind Kommunen aufgefordert, für ihre kommunalen Liegenschaften Sanierungsfahrpläne zu erarbeiten (siehe die Maßnahme Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften). Andererseits gilt es die vorhandene Gebäudeleittechnik zu optimieren, um Effizienzpotenziale mit geringen Investitionen zu heben bzw. Gebäudeleittechnik zu installieren. Für die Umsetzung eines Energiemanagementsystems gilt es, die vorliegenden Informationen auszuwerten und konkrete Handlungen abzuleiten. Energiemanagementsysteme können sich dabei auf unmittelbare Energieeinsparungen durch Optimierung der Anlagentechnik oder auch auf die Beschaffung von Strom, Gas und Wärme auswirken.		
Handlungsschritte	1. Beauftragung eines externen Sachverständigen zur Erstellung eines kommunalen Energiemanagement 2. Ableitung des Finanzierungsbedarfs aus den Ergebnissen bzw. festgestellten Maßnahmen 3. Einrichtung eines Energiemanagementsystems 4. Kontinuierliche Auswertung des Energiemanagementsystems mit eingerichtetem Monitoring und Ableitung von weiteren Maßnahmen 5. Einstellung der Mittel in den Haushaltsentwurf	
Verantwortung Akteure	/ Stadt, Gemeinde	
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Haushaltsmittel Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme	
Herausforderungen	Schaffung der technischen Grundlagen Verfügbarkeit qualifizierten Personals Kontinuität der Maßnahme	

Maßnahme 14

Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende**M14****HANDLUNGSFELD****Information, Beratung, Kooperation****ZIELSETZUNG**

Verfolgung des Umsetzungsfortschritts und -erfolgs, Messung der Zielerreichung und Grundlage für Anpassungen des Wärmeplans

Beschreibung der Maßnahme

Ein Monitoring für Handlungsbereich einer Kommune im Klimaschutz ist sinnvoll, um den Fortschritt der Maßnahmen zur Senkung von CO₂-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz kontinuierlich zu überwachen. Es ermöglicht die Identifikation von Schwachstellen, Optimierungspotenzialen und Erfolgen in der Maßnahmenumsetzung. Zudem stellt es sicher, dass politische und regulatorische Ziele erreicht werden. Dazu sind ein Controlling- und ein Verstätigungskonzept zu erstellen, dass Indikatoren zum Status der Wärmewende sowie zum Stand der Maßnahmenumsetzung enthalten.

Im ersten Schritt sollte hierzu ein Zeitplan und die Methodik der Datensammlung festgelegt werden. Die Datenlieferanten sind hierzu zu informieren und entsprechend anzufragen. Die Daten für die Berechnung der Indikatoren können teilweise bereits in der Stadtverwaltung vorhanden sein (z. B. Wohnflächen und Energieversorgung in Neubauprojekten, Bevölkerungswachstum), teilweise müssen diese von externen Akteuren angefordert werden (z. B. Anzahl Wärmenetzanschlüsse, Gasanschlüsse). Für manche Indikatoren erfolgt i. d. R. keine zentrale Erfassung (z. B. Sanierungsquote). Hierfür sollte ein entsprechendes Meldesystem aufgebaut werden, z. B. über eine Förderung und ein dementsprechendes Monitoring des Förderabrufs.

Im zweiten Schritt ist die Erfassung der Indikatoren durchzuführen. Auf Basis der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans bzw. auch in der Zeit nach Fertigstellung des kommunalen Wärmeplans bis zur Fortschreibung kann der Erfolg der Umsetzung gemessen und ggf. Maßnahmen angepasst oder neue Maßnahmen umgesetzt werden. Eine jährliche Kontrolle wird empfohlen. Eine Veröffentlichung der Indikatoren dient der Transparenz und kann in die Öffentlichkeitsarbeit eingebunden werden.

Bei Bedarf kann die Datenerfassung ausgeweitet werden und bspw. zusätzliche Details von Akteuren anhand von zielgruppenspezifischen Fragebögen abgefragt werden (z. B. Abwärmepotenzial).

Handlungsschritte

1. Etablierung des Monitorings in der Verwaltung: Zeitplan und Methodik
2. Erschließung von fehlenden Datenquellen
3. Jährliche Erhebung der Daten und Berechnung der Indikatoren
4. ggf. Veröffentlichung des Updates
5. ggf. Anpassung von Maßnahmen

**Verantwortung
Akteure**

/ Stadt, Gemeinde

**Finanzierungs- und
Fördermöglichkeiten**

Haushaltsmittel

Herausforderungen

Teilweise bisher keine zentrale Datenerfassung (z. B. Wärmepumpen)

Maßnahme 15

PV auf kommunalen Dächern		M15
HANDLUNGSFELD	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune	
ZIELSETZUNG	Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung für Wärmetechnologien wie z. B. Wärmepumpen	

Beschreibung der Maßnahme

Mit der Installation von PV-Dachanlagen auf kommunalen Dächern und der Erzeugung erneuerbarer Energie, können die ILE-Konvoikommunen einerseits einen Schritt in Richtung Transformation der Strom- und Wärmeversorgung der eigenen Liegenschaften gehen und andererseits ihrer Rolle als Vorbild bei der Gestaltung der Energiewende gerecht werden.

Handlungsschritte	1.	Identifizierung von nutzbaren Dachflächen für PV-Anlagen
	2.	Beschluss in den Kommunen zur Umsetzung treffen
	3.	Installation der PV-Anlagen und Batteriespeicher wo sinnvoll durch Fachfirmen
	4.	Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als Leuchtturmprojekte

Verantwortung Akteurinnen und Akteure	/ Stadt, Gemeinde
--	-------------------

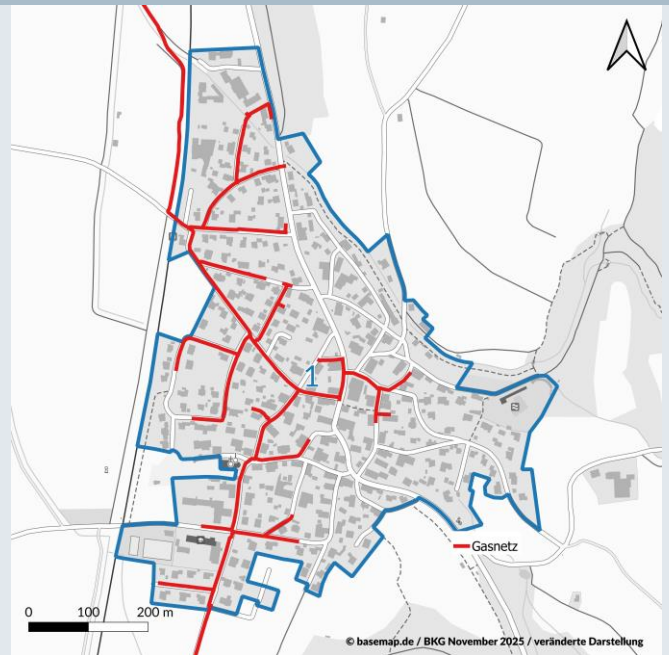
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)
---	---

Herausforderungen	Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes
--------------------------	--

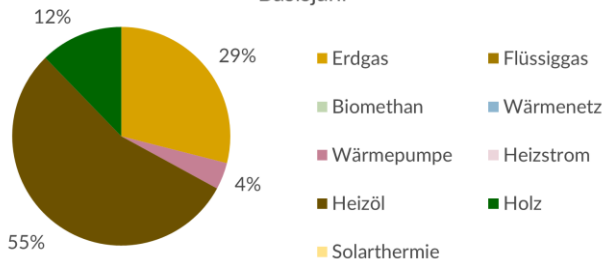
Teilgebietssteckbriefe

Bestand

Teilgebiet	1
Fläche	34 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	309
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	9.266 MWh/a
Wärmedichte	273 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	18%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	267

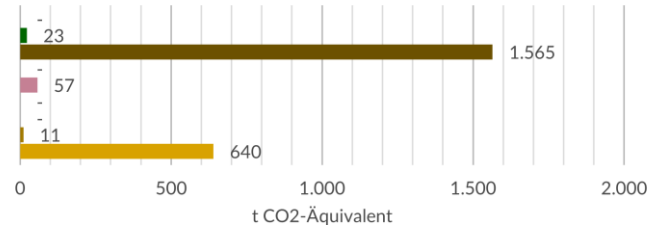
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
2.296 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet sind überwiegend Wohngebäude der Baualtersklasse 1979–1990 vorzufinden. Ein Wärmenetz ist derzeit nicht vorhanden. Ein Gasnetz ist im Gebiet vorhanden und versorgt etwa 18 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse gefolgt von Wärmepumpe. Auch künftig wird eine dezentrale Wärmeversorgung erwartet, langfristig ist jedoch auch ein Wärmenetz als mögliche Versorgungsoption denkbar.

Wärmewendestrategie

Prüfgebiet

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	7.157 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	55	Biogas	0
Flüssiggas	3	Holz / Biomasse	5
Heizöl	21	Wärmepumpen	20
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	43	1991 - 2000	65
1919 - 1948	8	2001 - 2010	0
1949 - 1978	87	2011 - 2019	5
1979 - 1990	101	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	3.632,8 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.135,3 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	7.003 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

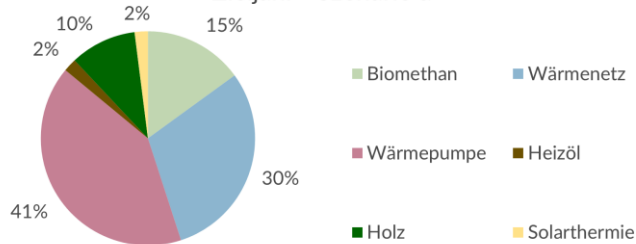
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	267
Wärmeverbrauch im Zieljahr	7.157 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	211 MWh/ha*a

Wärmequelle

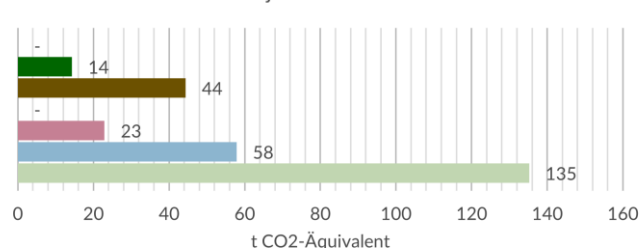
Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Solarthermie Freifläche (vereinzelt), Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



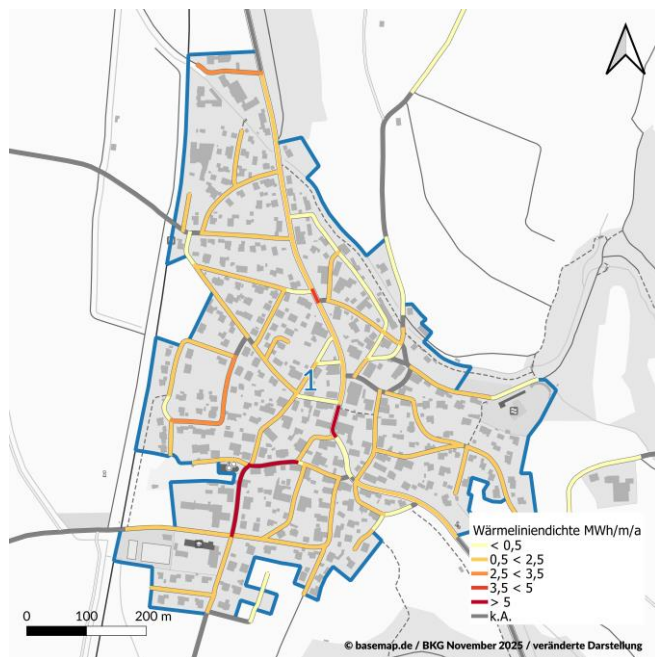
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
275 t CO₂/a

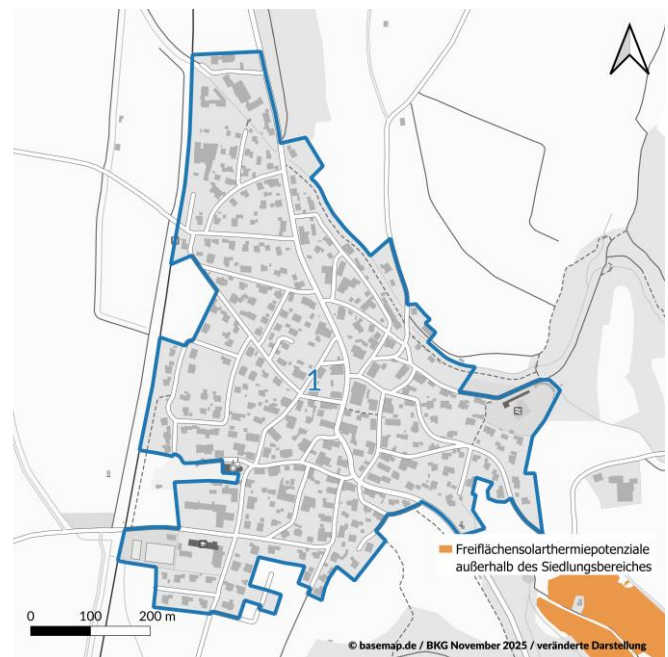
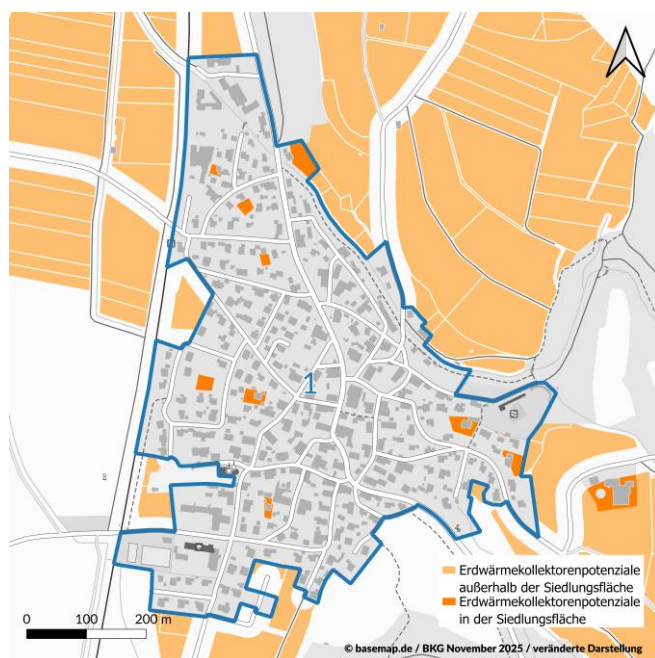


Potenziale zur Wärmeversorgung

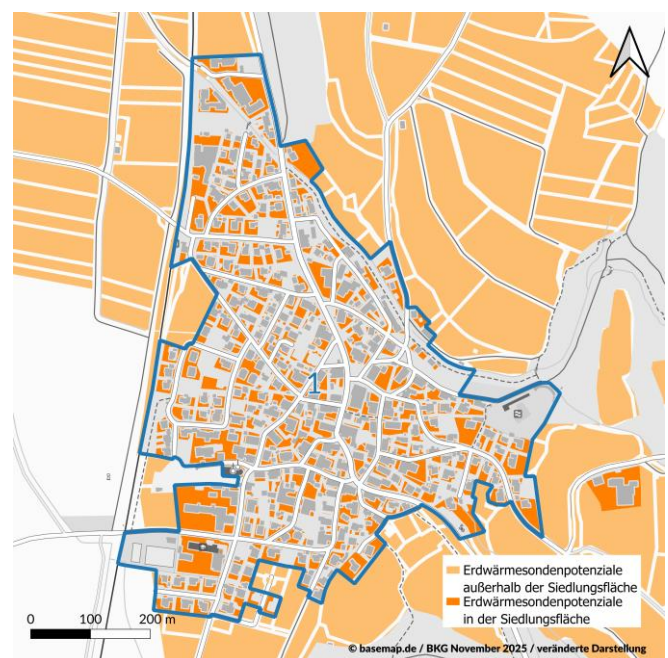
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



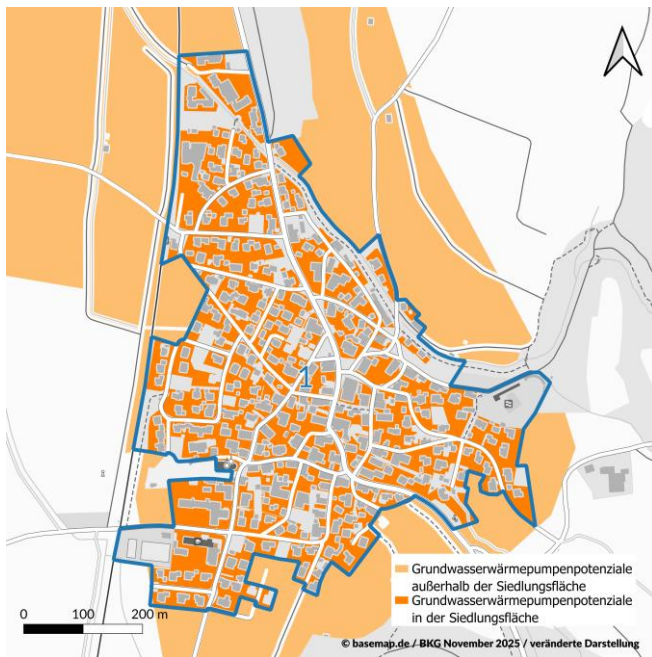
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

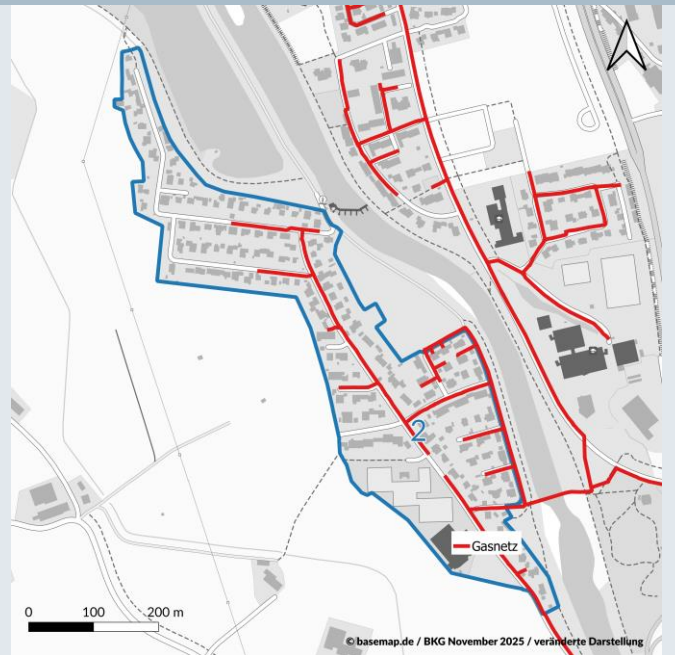


Potenziale zur Wärmeversorgung

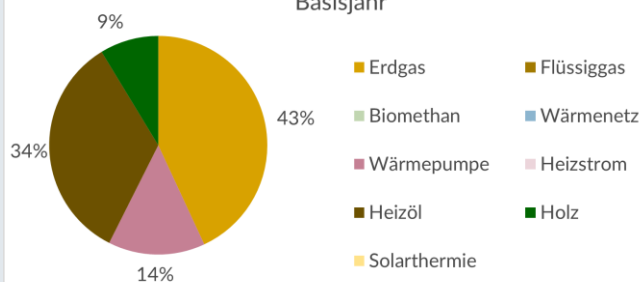
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	2
Fläche	14 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	177
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	3.008 MWh/a
Wärmedichte	215 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	44%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	152

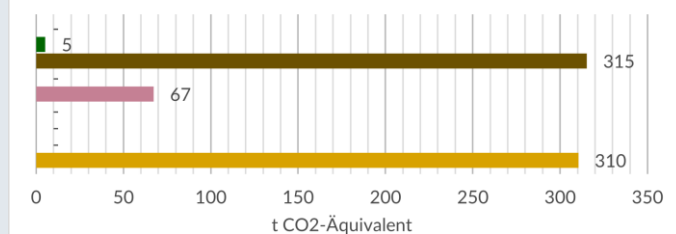
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
698 t CO₂/a

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit Gebäuden überwiegend aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt rund 44 % der Gebäude, ein Wärmenetz besteht nicht. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend über Erdgas gefolgt von Heizöl und Wärmepumpe. Langfristig wird die Wärmeversorgung voraussichtlich dezentral erfolgen.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	2.781 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	77	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	4
Heizöl	9	Wärmepumpen	26
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	43
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	84	2011 - 2019	0
1979 - 1990	50	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.281,3 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	400,4 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.566 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

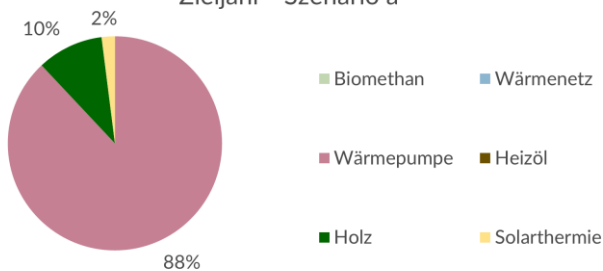
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	152
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.781 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	199 MWh/ha*a

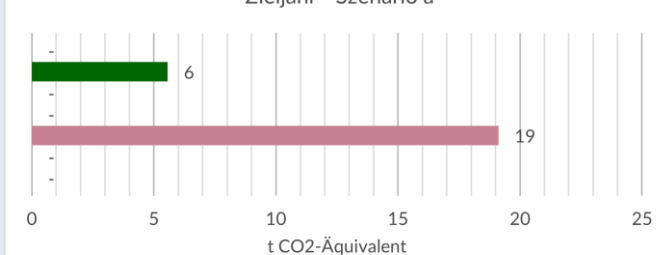
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt dezentral), Erdwärmesonden (dezentral), Grundwasserbrunnen (dezentral), Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

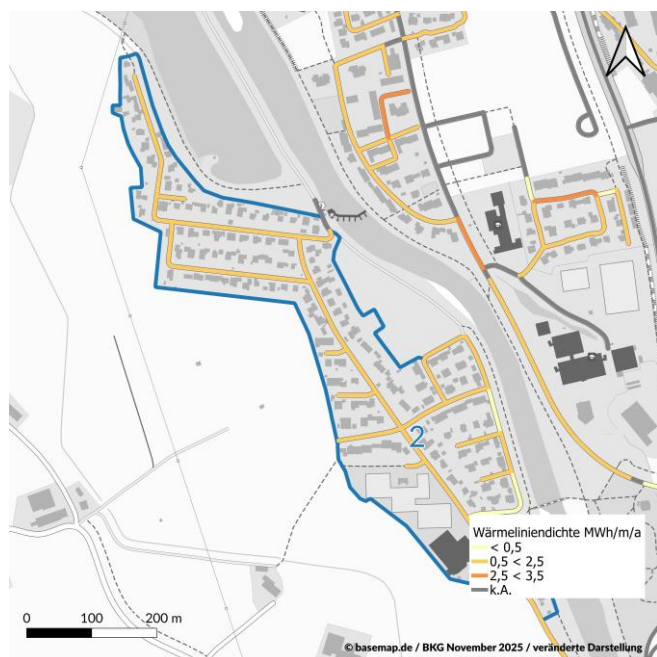


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

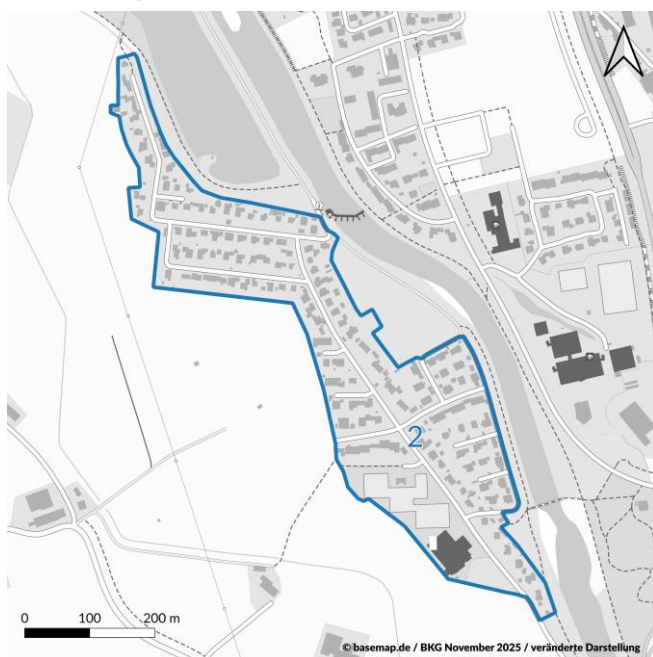
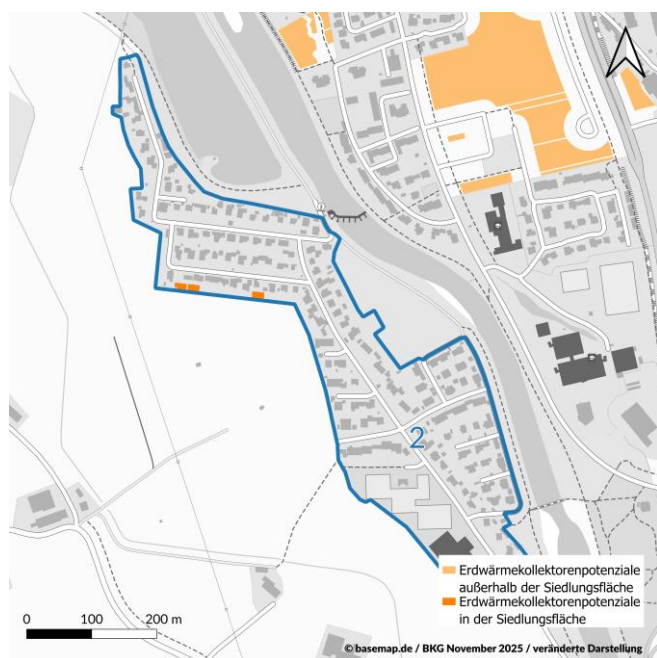


Potenziale zur Wärmeversorgung

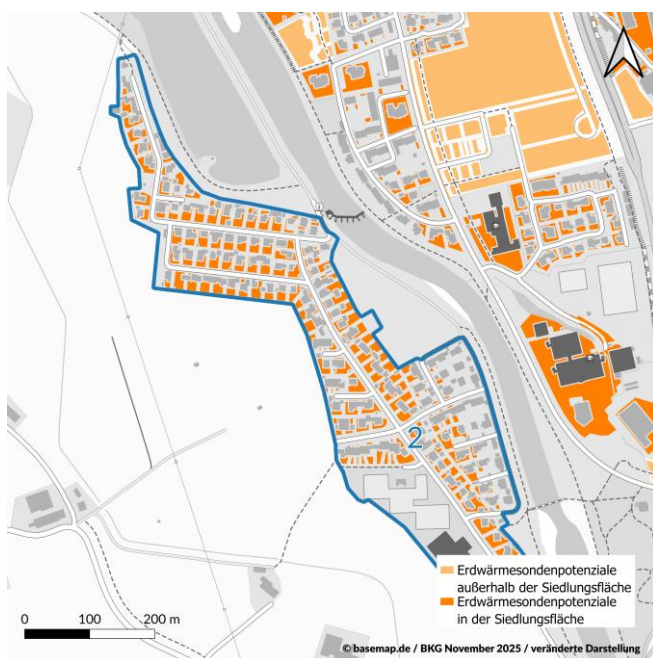
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



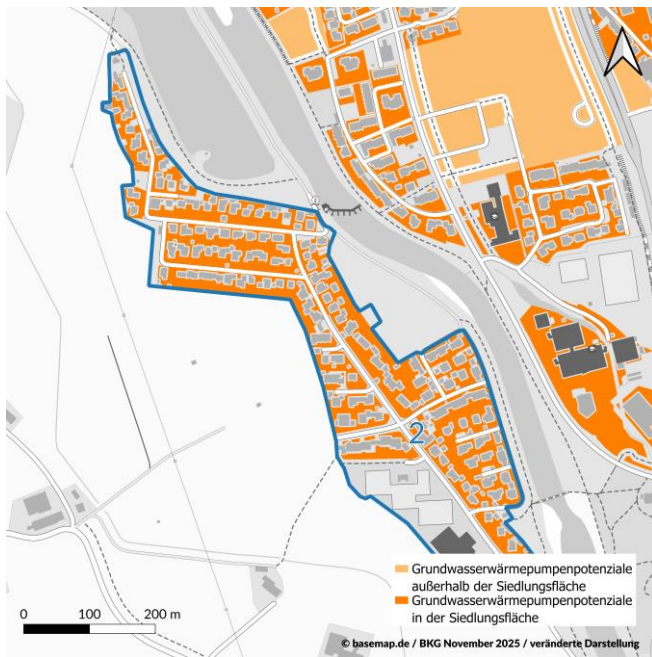
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

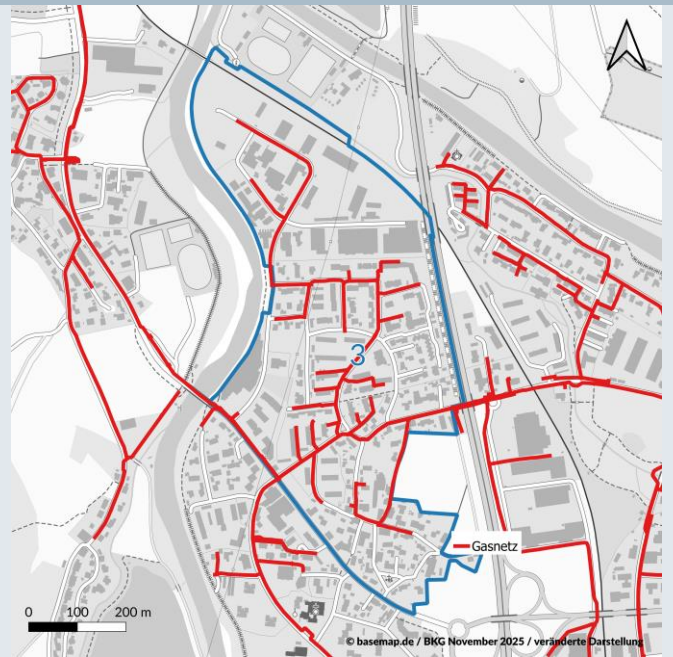


Potenziale zur Wärmeversorgung

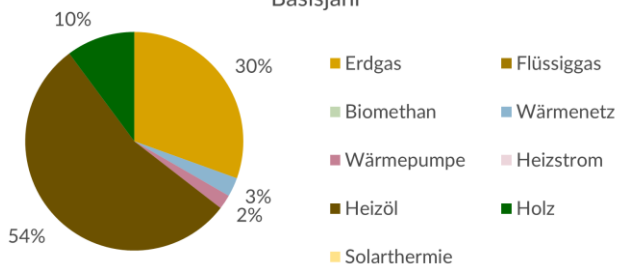
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	3
Fläche	35 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	272
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	9.770 MWh/a
Wärmedichte	279 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	2%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	29%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	230

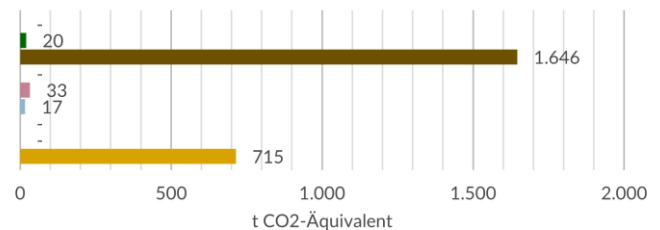
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
2.431 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 29 % der Gebäude, ein geringer Anteil von 2 % ist bereits an ein Wärmenetz angeschlossen. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse gefolgt von Erdgas und kleinen Anteilen durch ein Wärmenetz und Wärmepumpen. Mittelfristig und langfristig ist der Ausbau eines Wärmenetzes denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	7.597 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	79	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	4
Heizöl	26	Wärmepumpen	12
Kohle	0	Wärmenetz	5

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	34	1991 - 2000	8
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	206	2011 - 2019	0
1979 - 1990	24	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	3.858,6 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.205,8 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5.702 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

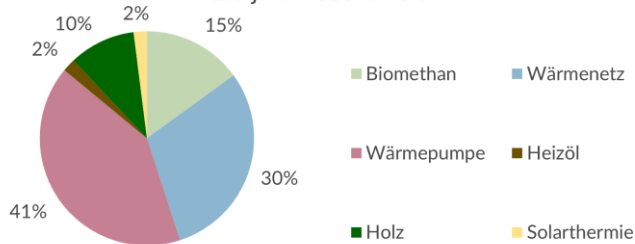
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	230
Wärmeverbrauch im Zieljahr	7.597 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	217 MWh/ha*a

Wärmequelle

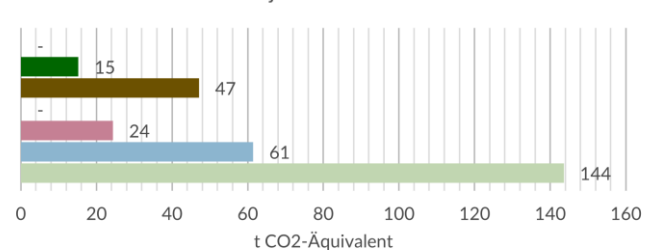
Erdwärmekollektor, Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen,
Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



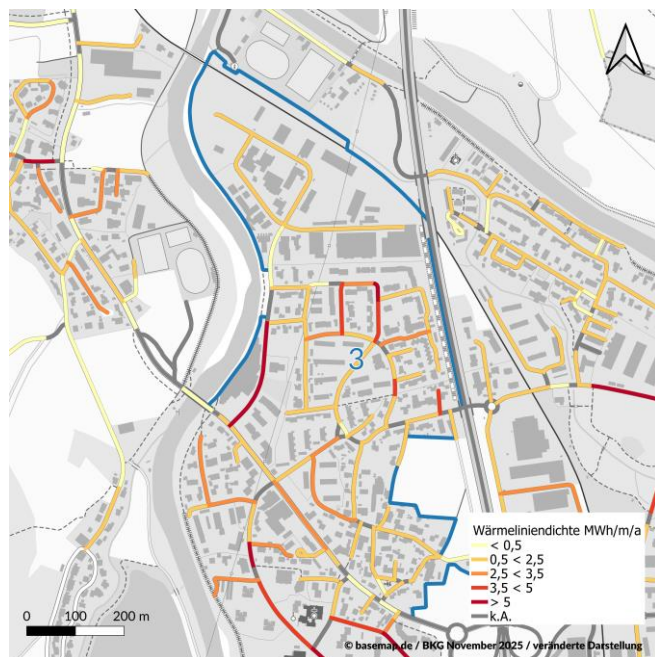
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
292 t CO₂/a

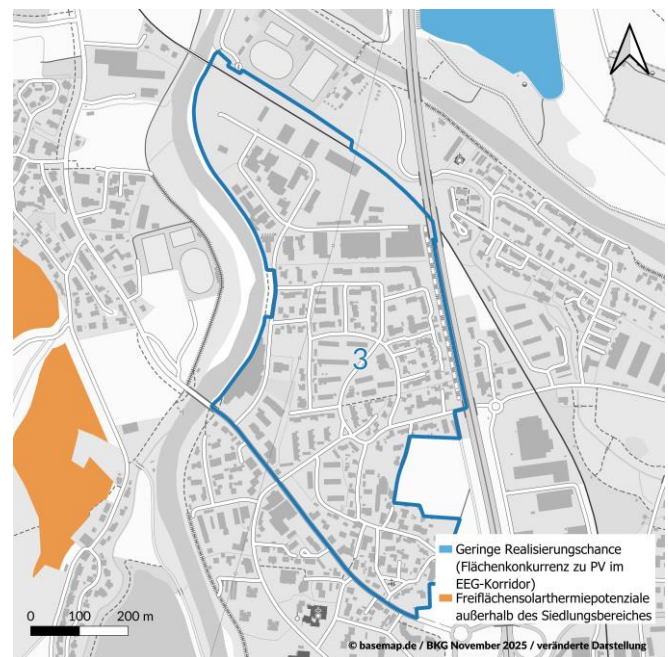
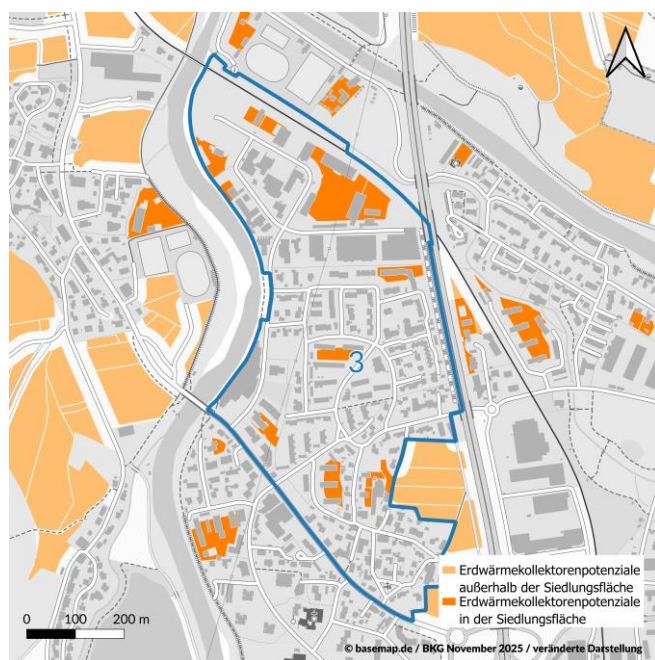


Potenziale zur Wärmeversorgung

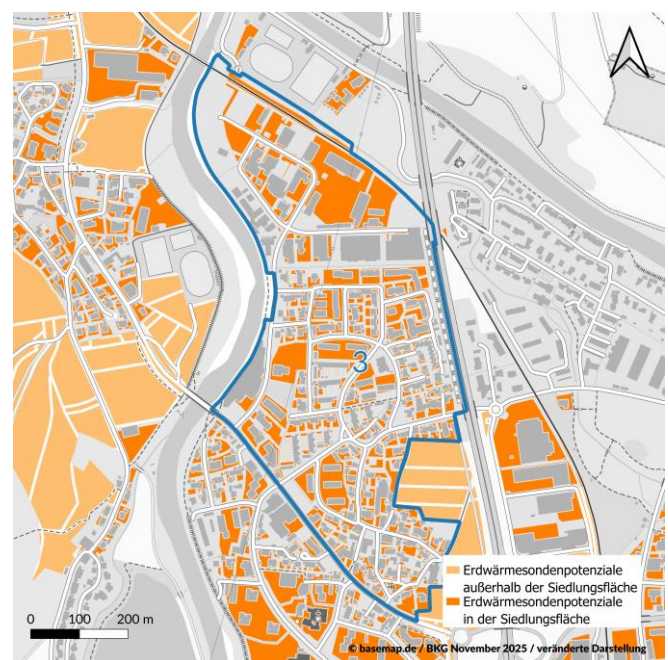
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



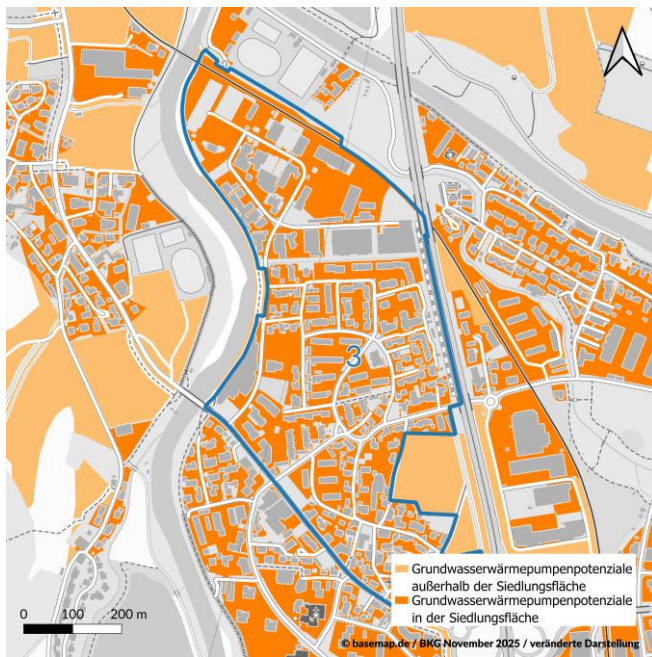
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

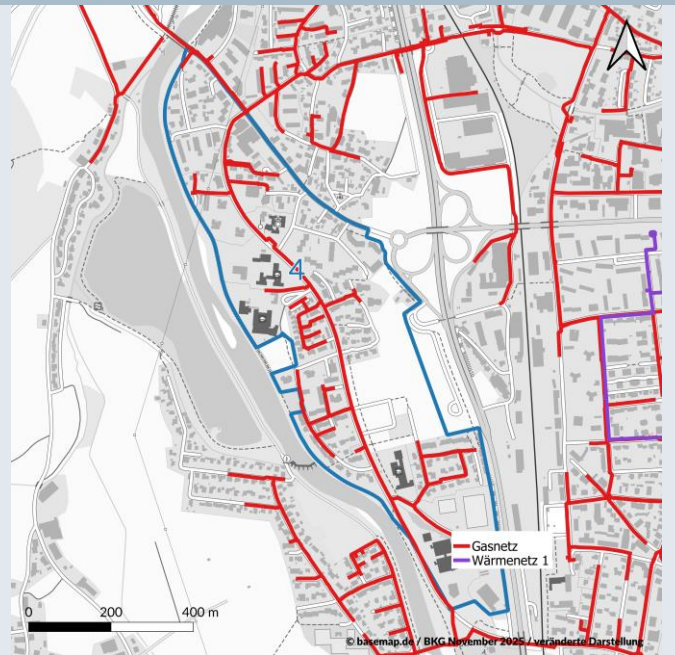


Potenziale zur Wärmeversorgung

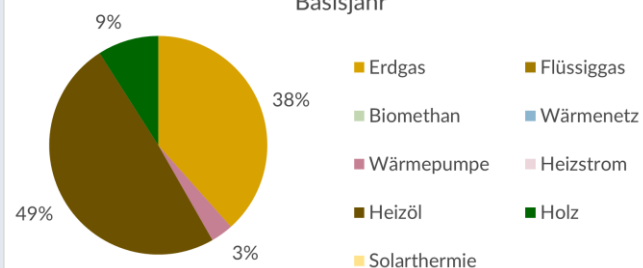
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

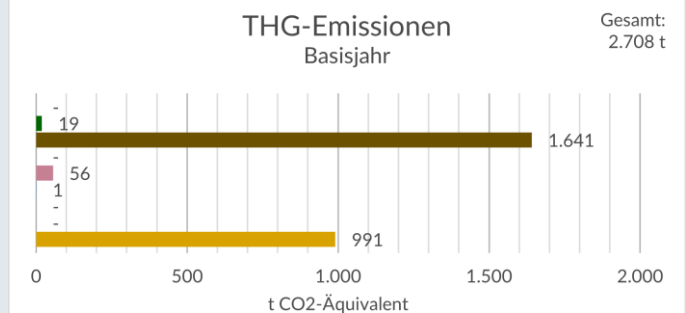
Teilgebiet	4
Fläche	40 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	278
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	10.772 MWh/a
Wärmedichte	269 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	36%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	230

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist überwiegend durch Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978 geprägt. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 36 % der Gebäude, ein Wärmenetz besteht derzeit nicht. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse gefolgt von Erdgas und einem geringen Anteil durch Wärmepumpen. Für die Zukunft ist ein Übergang zu einer Versorgung über ein Wärmenetz denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	8.621 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	99	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	6
Heizöl	20	Wärmepumpen	15
Kohle	0	Wärmenetz	1

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	125	2011 - 2019	38
1979 - 1990	115	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	4.337,8 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.355,6 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5.830 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

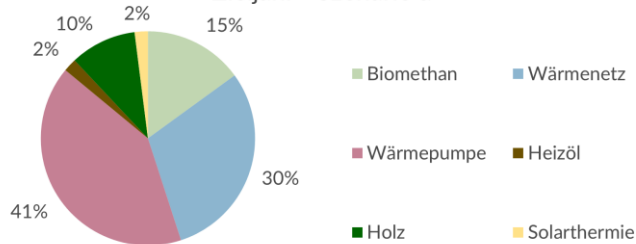
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	230
Wärmeverbrauch im Zieljahr	8.621 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	216 MWh/ha*a

Wärmequelle

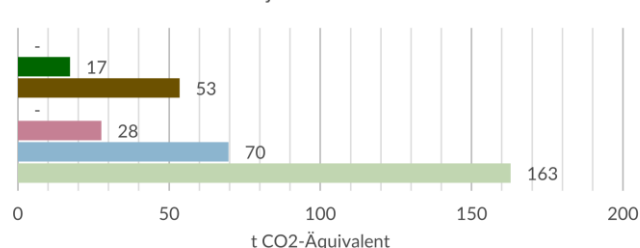
Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



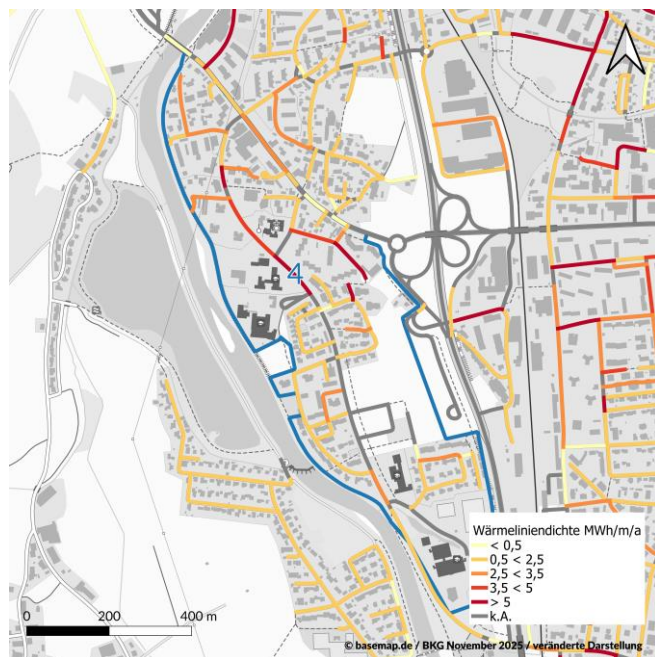
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
331 t CO₂/a

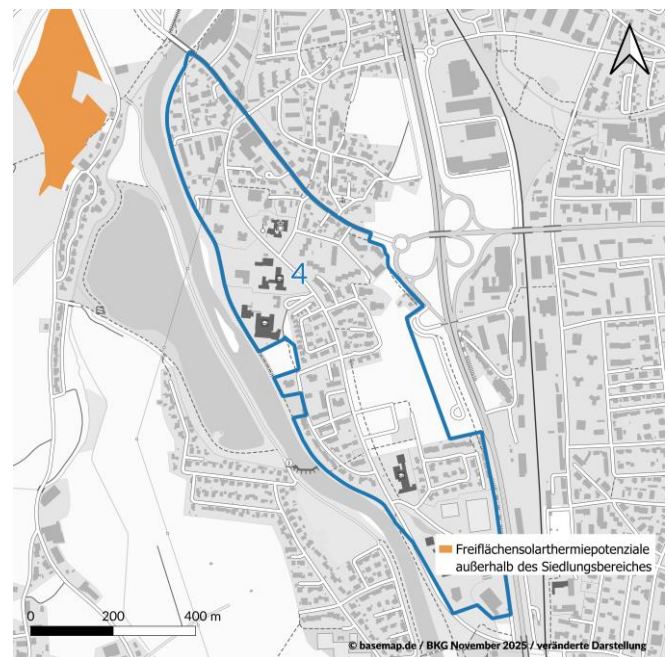
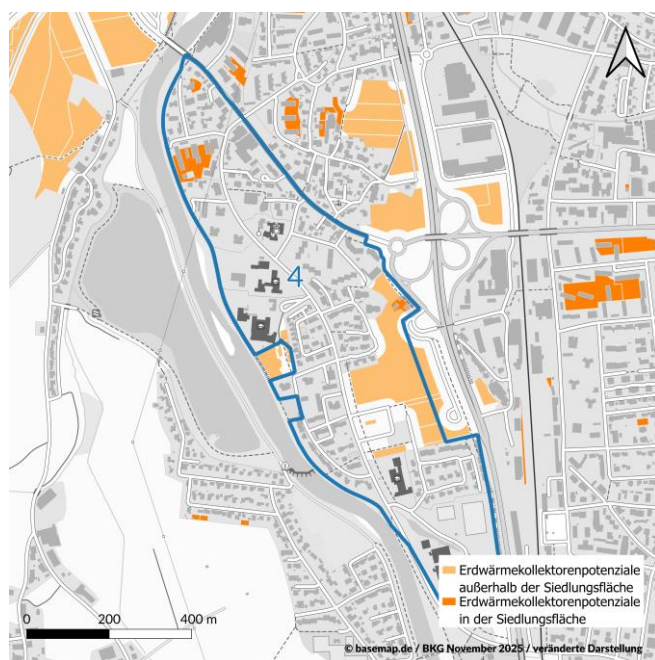


Potenziale zur Wärmeversorgung

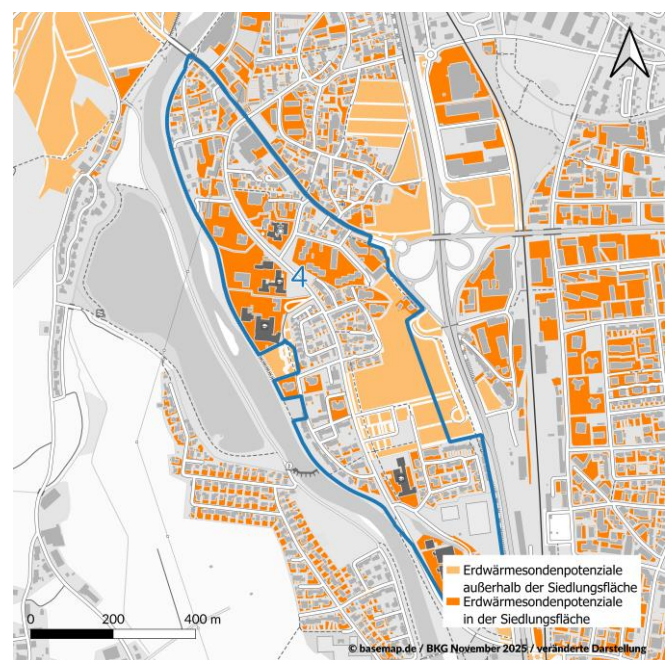
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



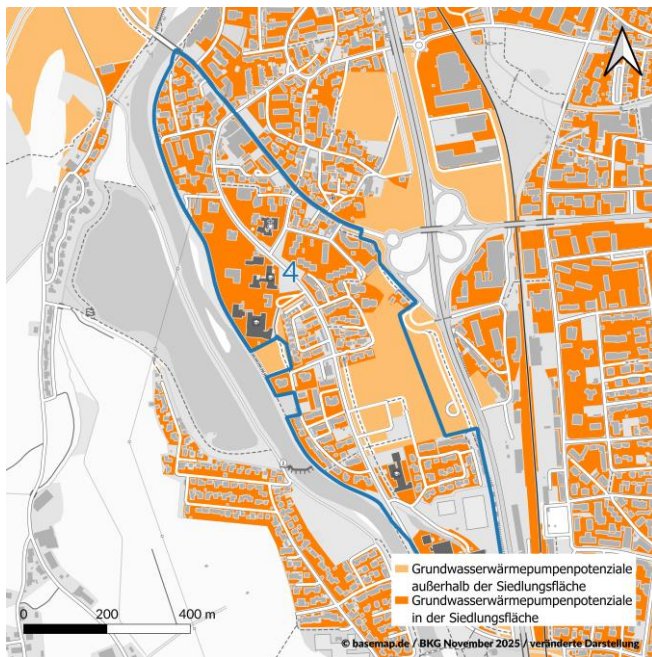
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

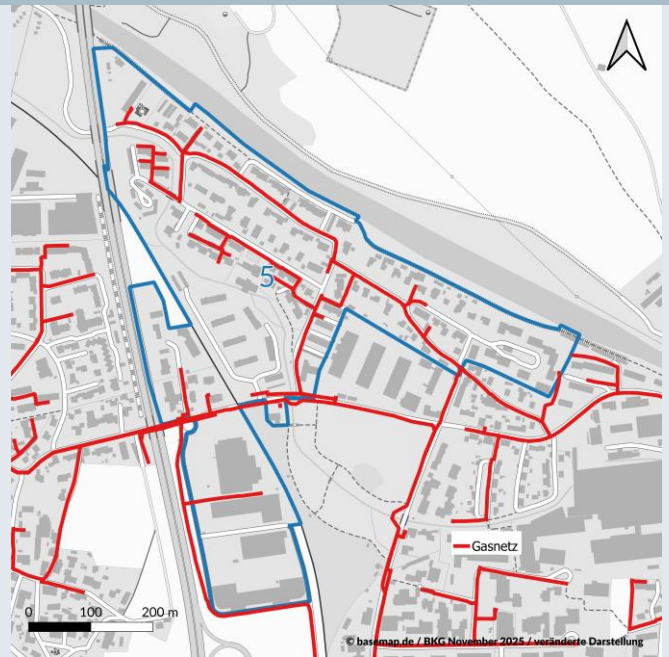


Potenziale zur Wärmeversorgung

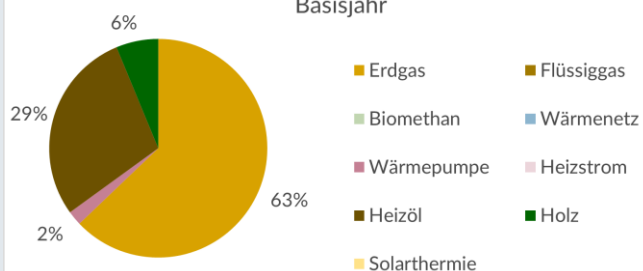
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	5
Fläche	24 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	210
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	7.380 MWh/a
Wärmedichte	308 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	49%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	193

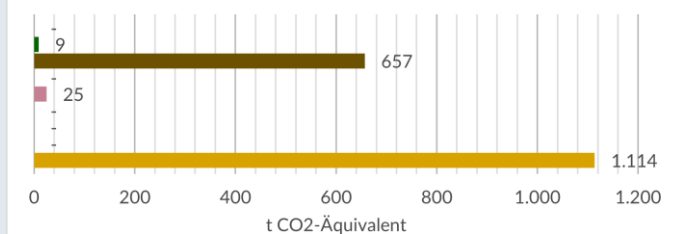
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
1.805 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt rund 49 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt aktuell überwiegend über das Gasnetz gefolgt von Heizöl und Biomasse sowie einem geringen Anteil an Wärmepumpen. Langfristig ist eine dezentrale Wärmeversorgung vorgesehen.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	5.660 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	103	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	4
Heizöl	14	Wärmepumpen	5
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	16
1919 - 1948	0	2001 - 2010	77
1949 - 1978	89	2011 - 2019	6
1979 - 1990	22	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	2.905,5 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	908,0 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	4.195 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

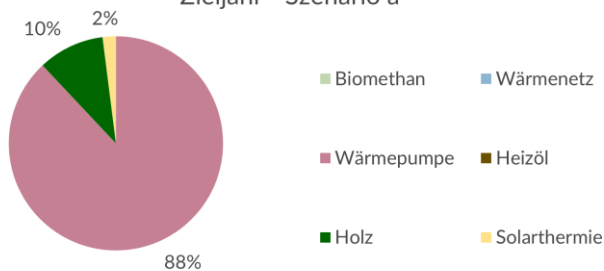
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	193
Wärmeverbrauch im Zieljahr	5.660 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	236 MWh/ha*a

Wärmequelle

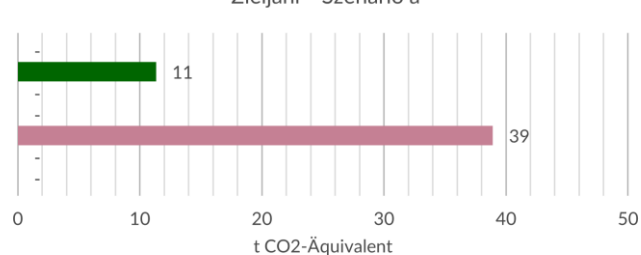
Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden (vereinzelt), Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



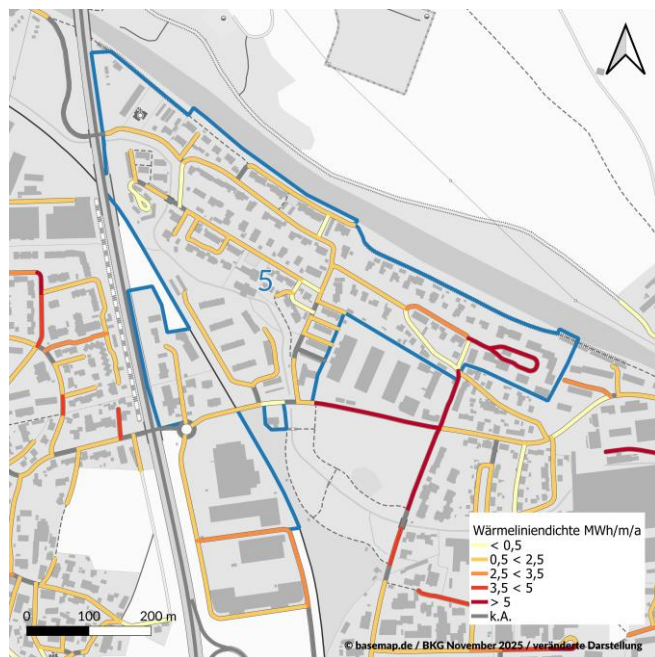
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
50 t CO₂/a

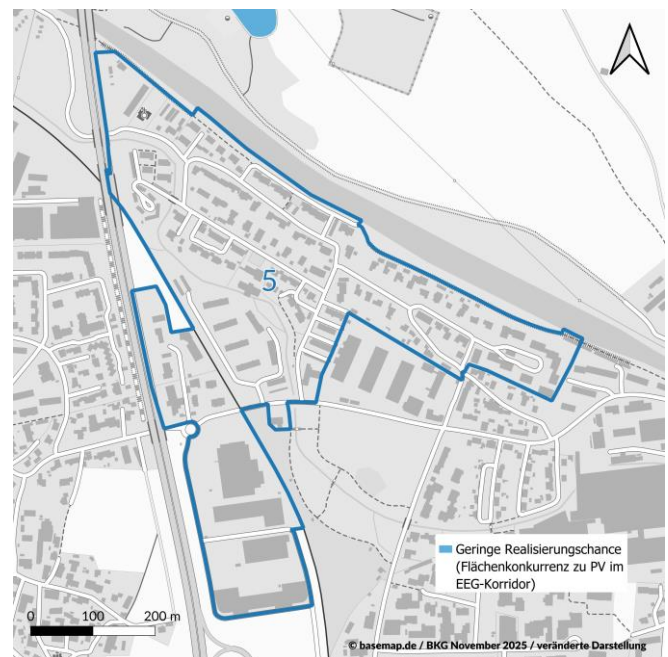
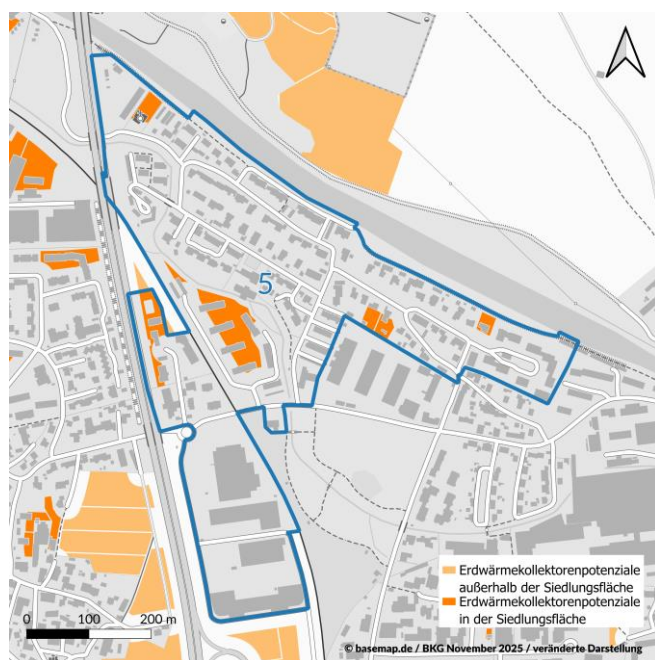


Potenziale zur Wärmeversorgung

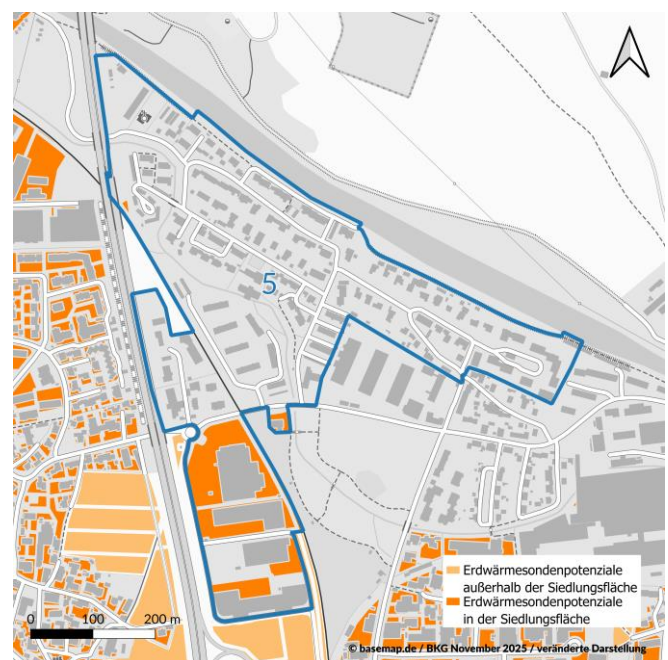
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



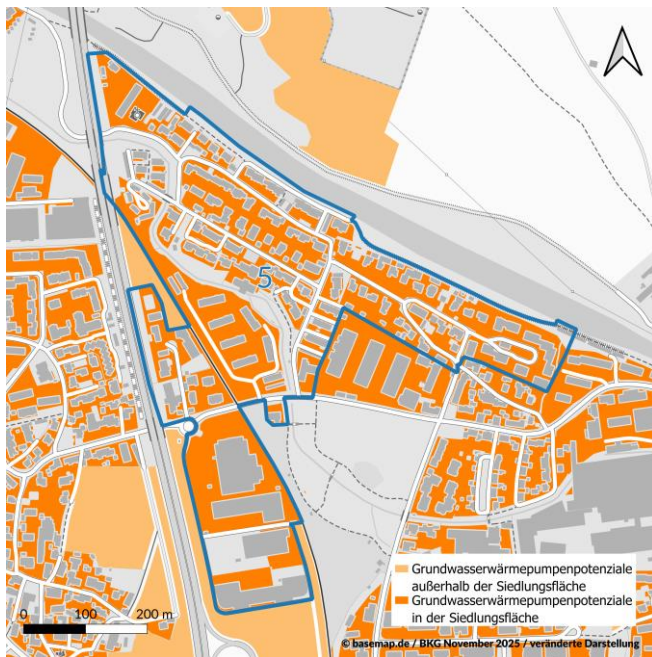
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

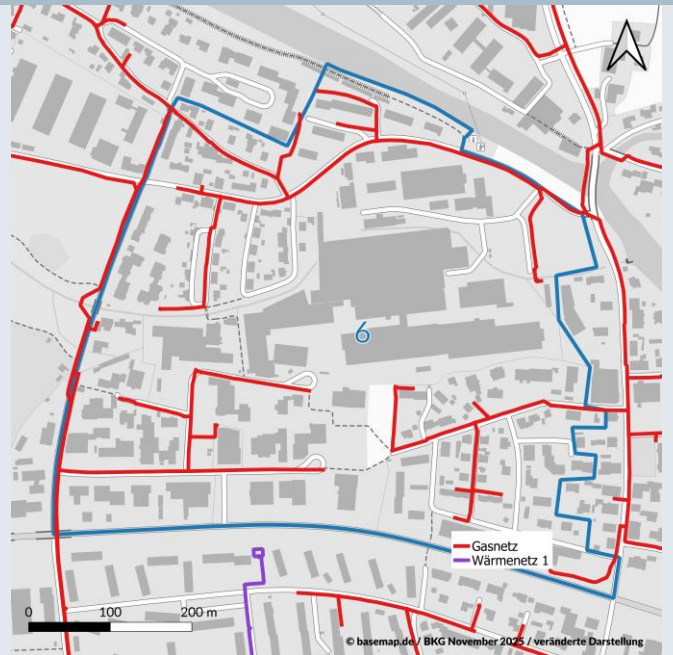
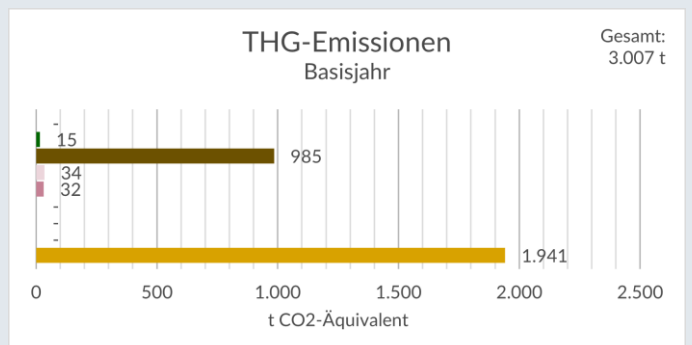
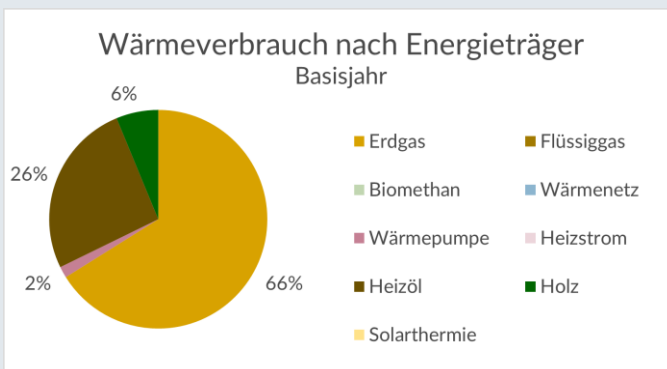


Potenziale zur Wärmeversorgung

**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	6
Fläche	30 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	196
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	12.309 MWh/a
Wärmedichte	410 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	37%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	139

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023****Beschreibung**

Das Teilgebiet weist überwiegend Gebäude der Baualtersklasse 1949–1978 auf. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 37 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt aktuell überwiegend über das Gasnetz gefolgt von Heizöl und Biomasse sowie einem geringen Anteil an Wärmepumpen. Aufgrund der Gebietsstruktur ist sowohl eine dezentrale Versorgung als auch der Aufbau eines Wärmenetzes denkbar.

Wärmewendestrategie

Prüfgebiet

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	10.245 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	73	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	6
Heizöl	11	Wärmepumpen	4
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	6
1919 - 1948	34	2001 - 2010	15
1949 - 1978	96	2011 - 2019	0
1979 - 1990	45	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	5.114,3 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.598,2 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	4.967 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

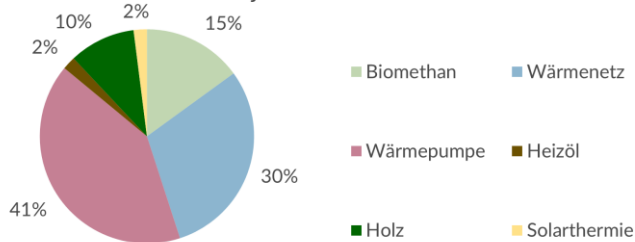
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	139
Wärmeverbrauch im Zieljahr	10.245 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	342 MWh/ha*a

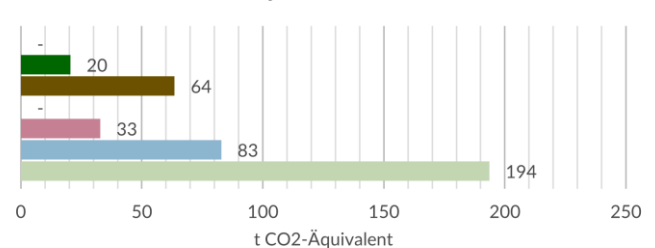
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden (vereinzelt), Grundwasserbrunnen (dezentral & vereinzelt zentral), Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

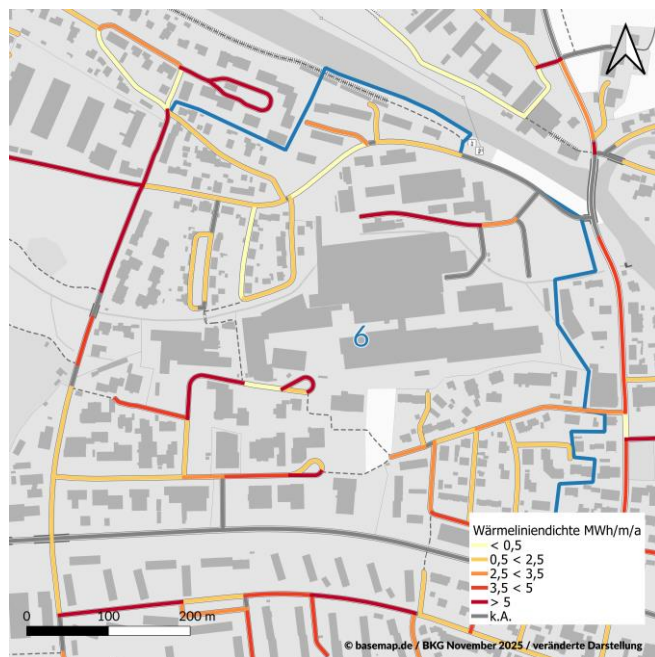


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

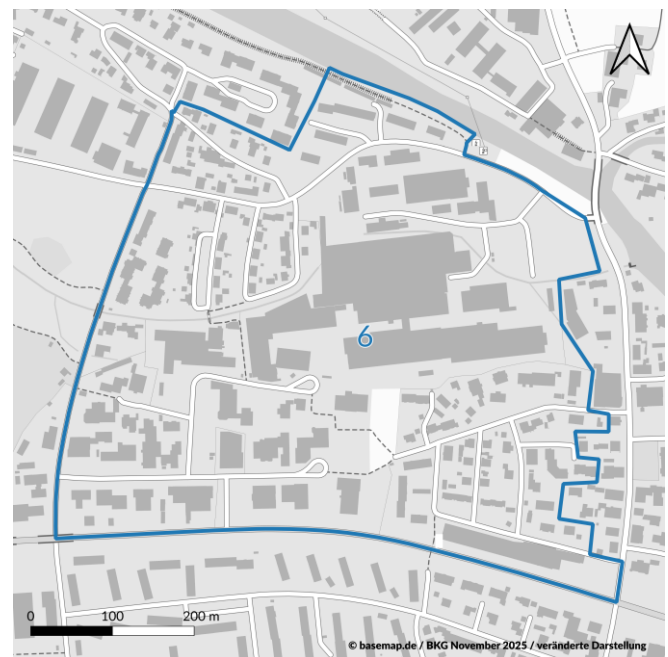
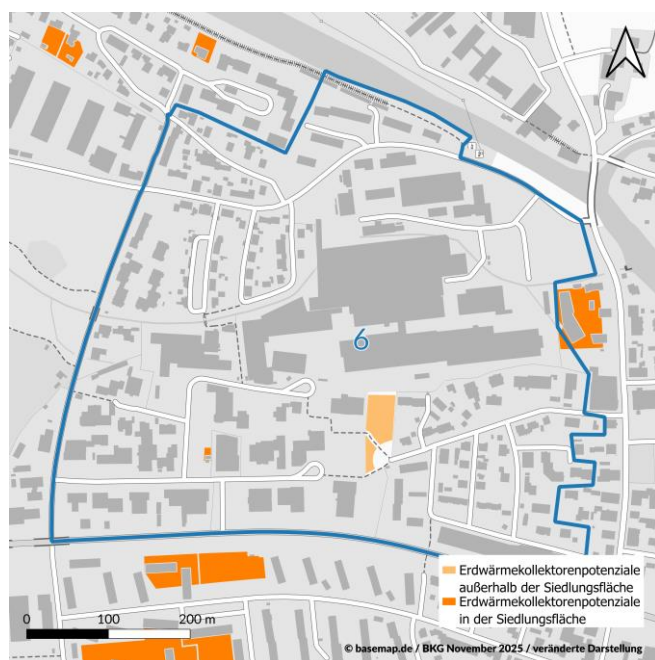


Potenziale zur Wärmeversorgung

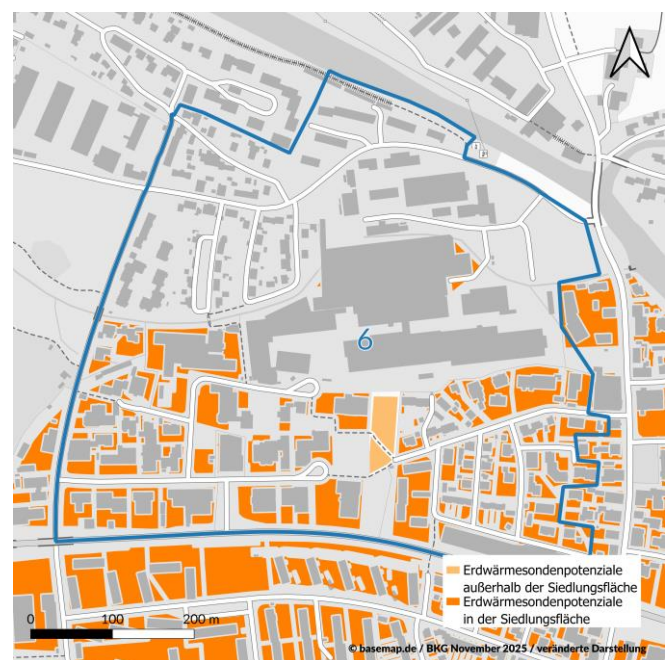
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



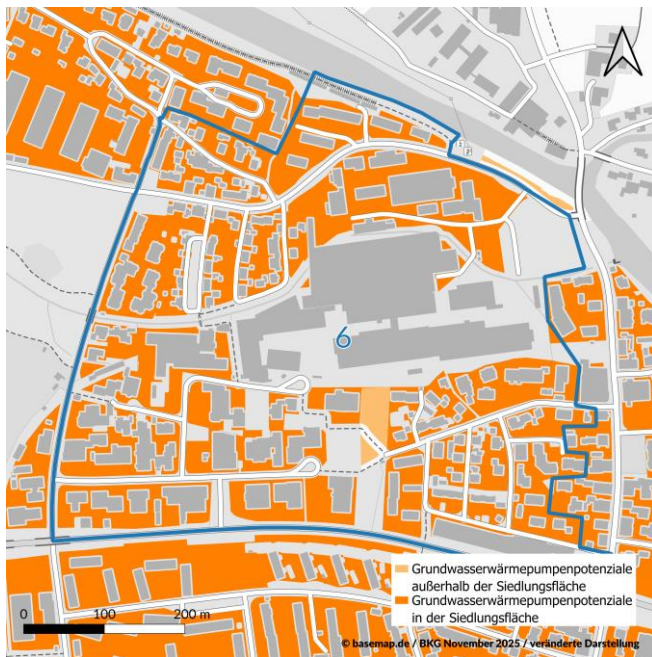
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

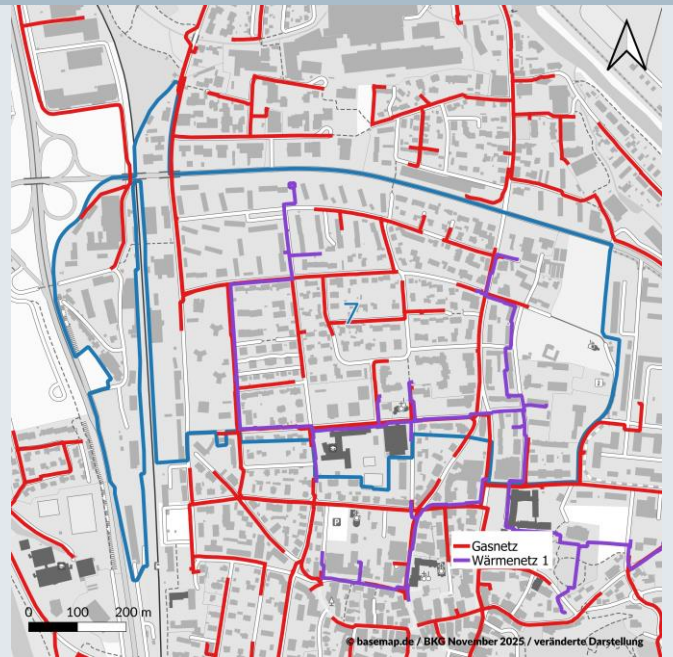
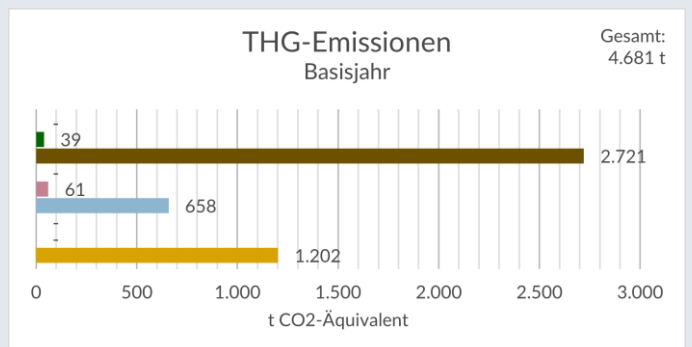
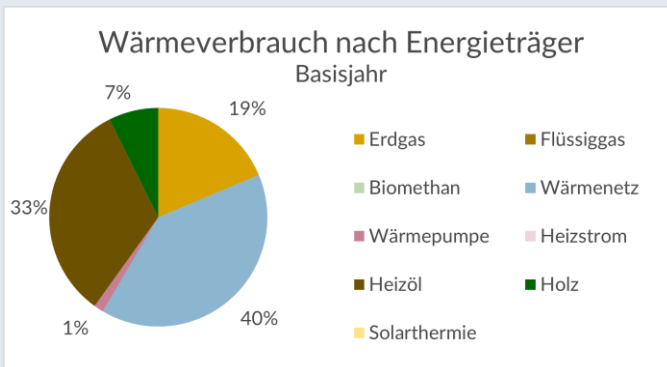


Potenziale zur Wärmeversorgung

**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	7
Fläche	60 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	375
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	26.832 MWh/a
Wärmedichte	447 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	33%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	22%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	322

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023****Beschreibung**

Im Teilgebiet überwiegen Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Wärmenetz ist bereits für etwa 33 % der Gebäude vorhanden, ein Gasnetz versorgt rund 22 %. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend über das Wärmenetz, welches auch künftig weiter ausgebaut und als zentrale Versorgungsstruktur genutzt wird.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzverdichtung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Wärmenetz Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	16.491 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	82	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	1
Heizöl	17	Wärmepumpen	7
Kohle	0	Wärmenetz	123

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	8
1919 - 1948	0	2001 - 2010	11
1949 - 1978	345	2011 - 2019	0
1979 - 1990	10	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	8.558,5 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	2.674,5 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	9.864 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

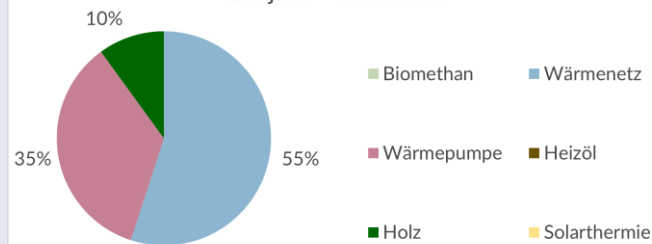
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	322
Wärmeverbrauch im Zieljahr	16.491 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	275 MWh/ha*a

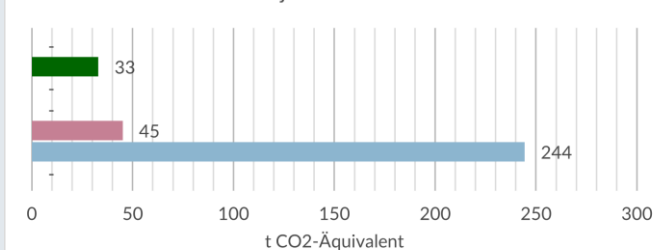
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt dezentral), Erdwärmesonden (dezentral), Grundwasserbrunnen (dezentral), Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

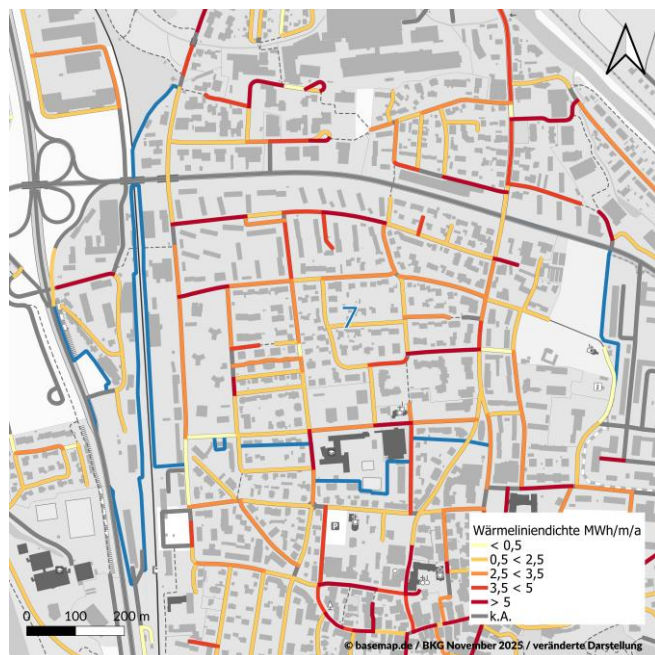


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a
Gesamt: 322 t CO₂/a

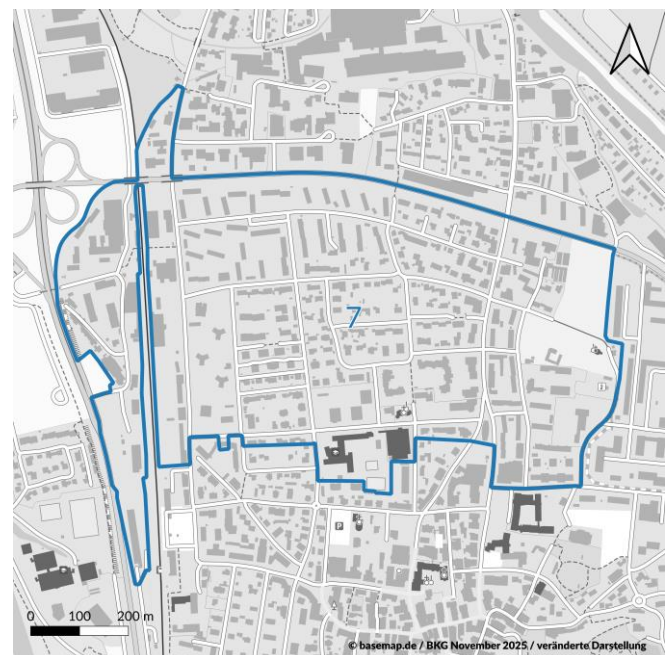
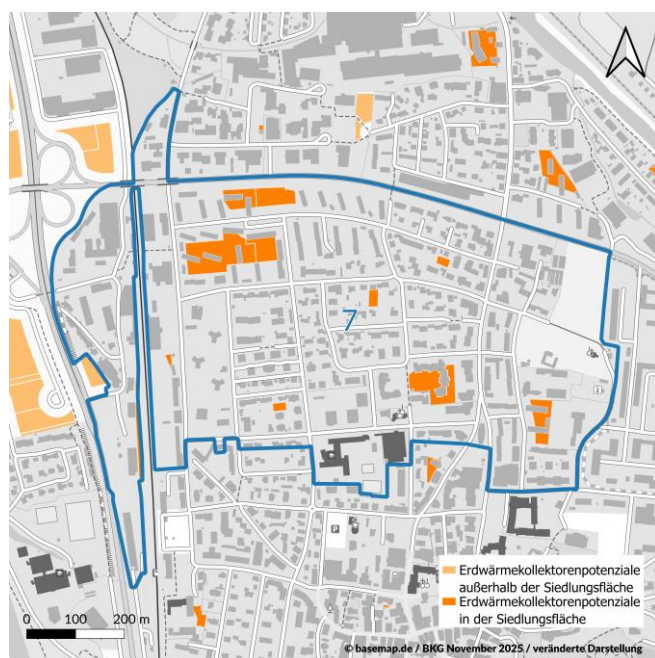


Potenziale zur Wärmeversorgung

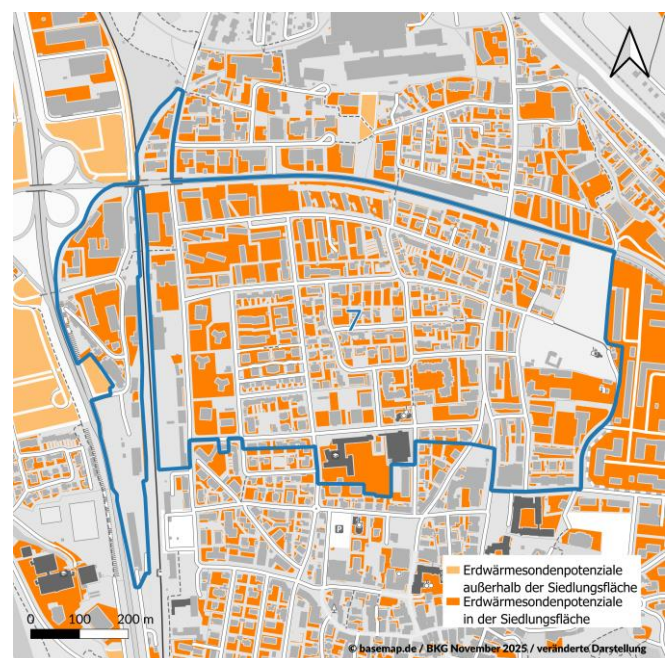
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



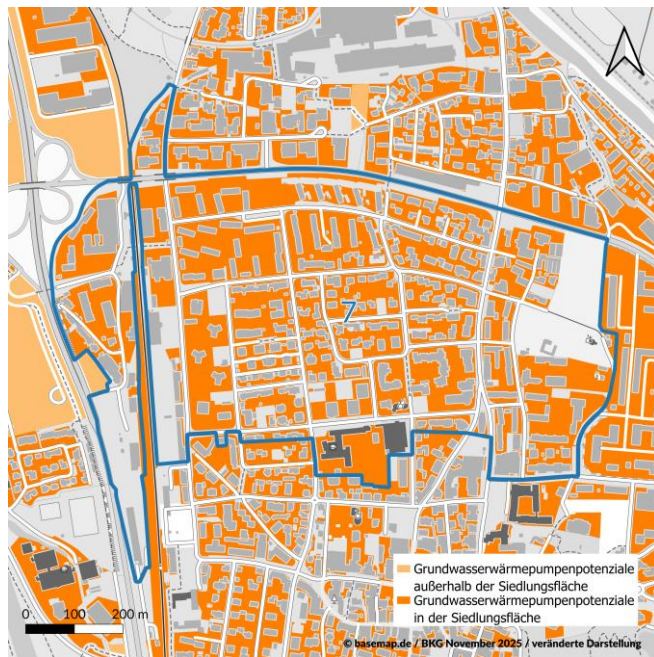
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

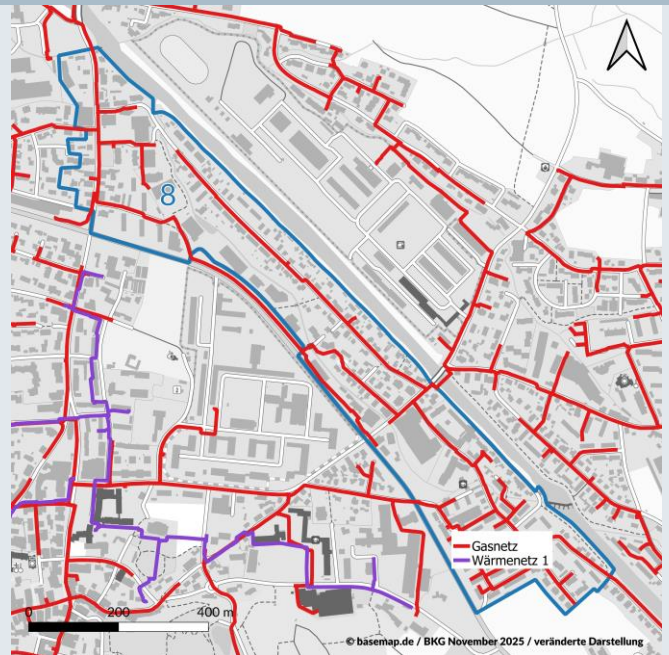


Potenziale zur Wärmeversorgung

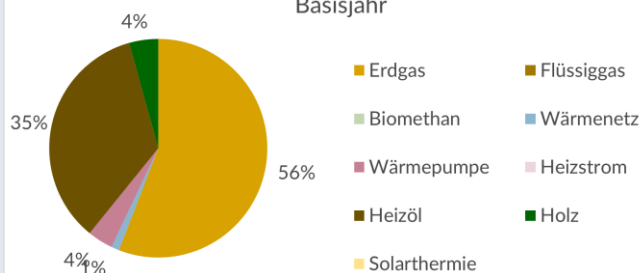
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

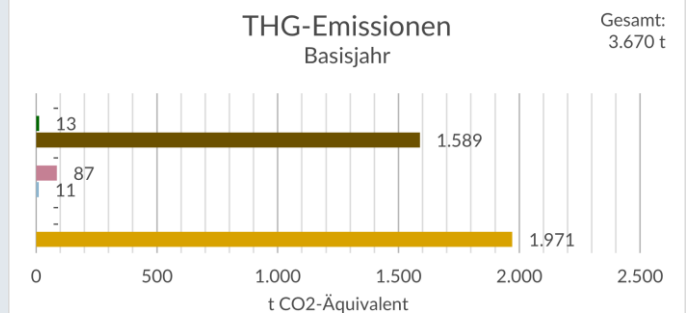
Teilgebiet	8
Fläche	33 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	331
Vorwiegende Baualtersklasse	1919-1948
Wärmeverbrauch	14.715 MWh/a
Wärmedichte	446 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	1%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	46%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	278

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit überwiegend älteren Gebäuden der Baualtersklasse 1919–1948. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt rund 46 % der Gebäude, ein Wärmenetz besteht bisher nur in geringem Umfang. Kurz- und mittelfristig erfolgt die Wärmeversorgung über das Gasnetz, langfristig ist der Ausbau eines Wärmenetzes denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	10.458 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	152	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	4
Heizöl	36	Wärmepumpen	8
Kohle	0	Wärmenetz	3

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	5	1991 - 2000	17
1919 - 1948	164	2001 - 2010	35
1949 - 1978	110	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	5.814,1 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.816,9 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5.385 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

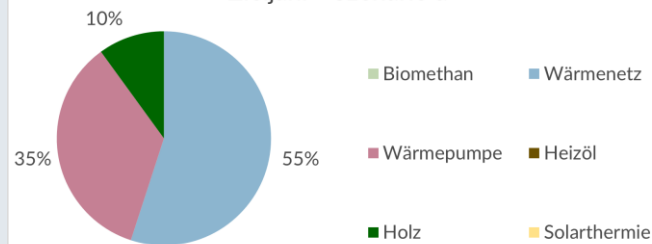
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	278
Wärmeverbrauch im Zieljahr	10.458 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	317 MWh/ha*a

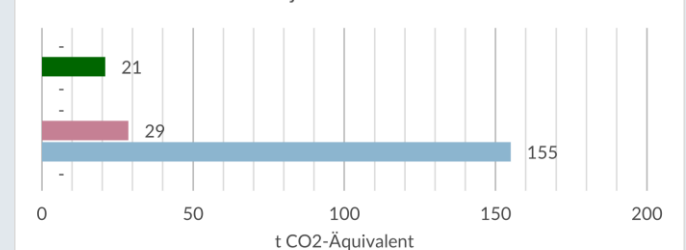
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

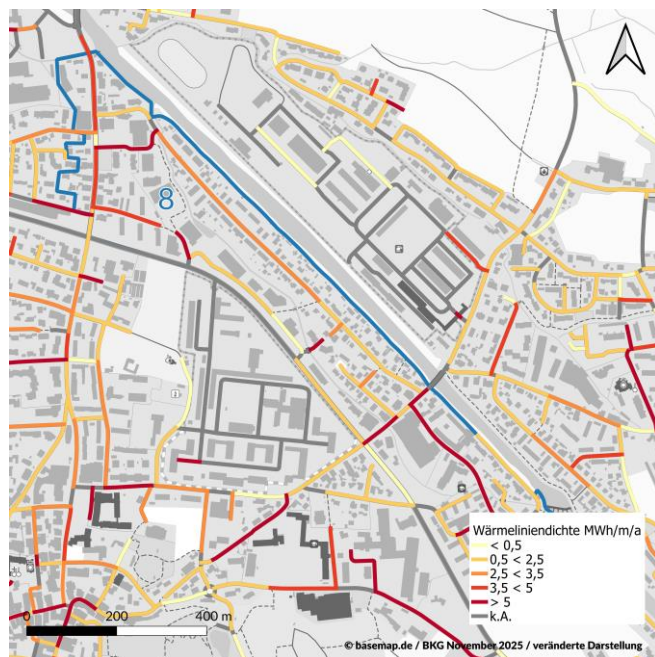


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

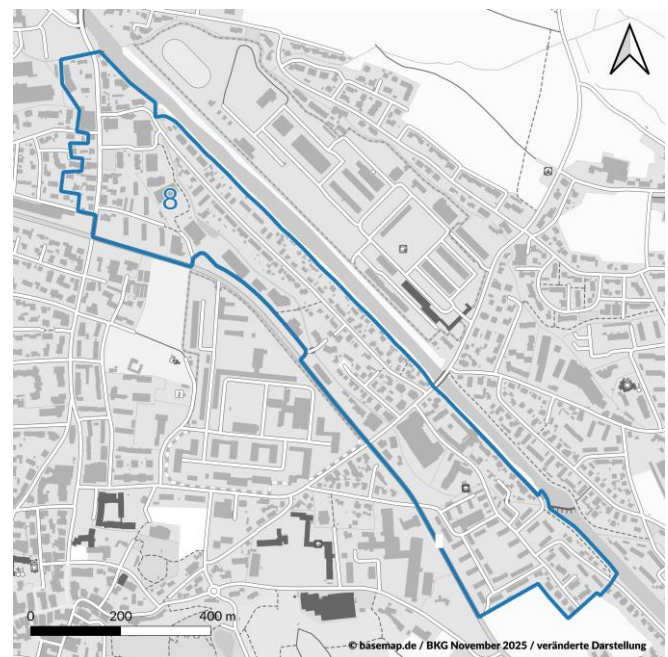
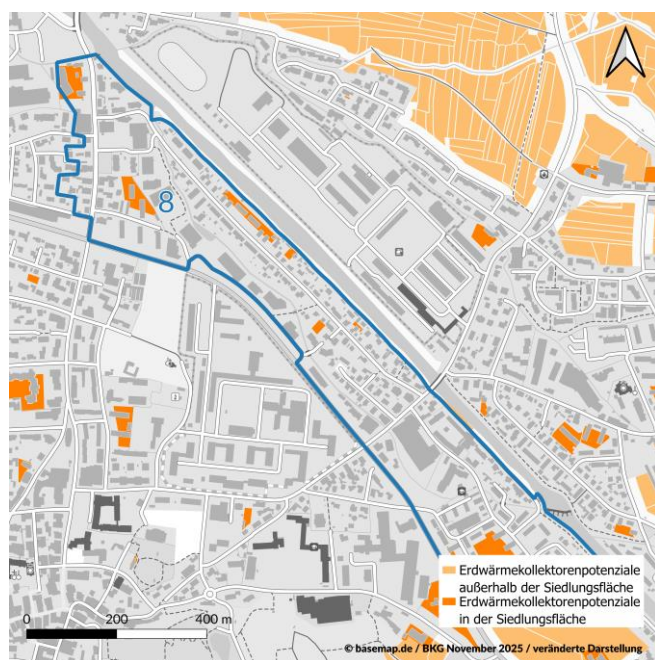


Potenziale zur Wärmeversorgung

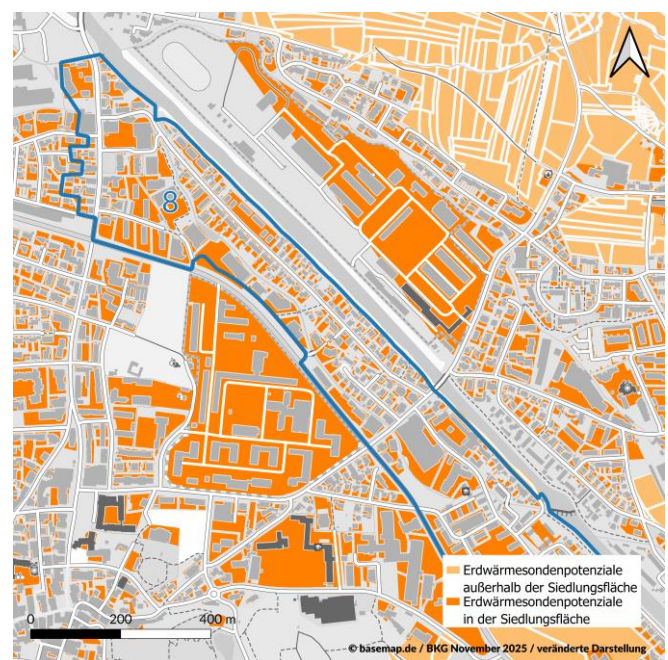
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



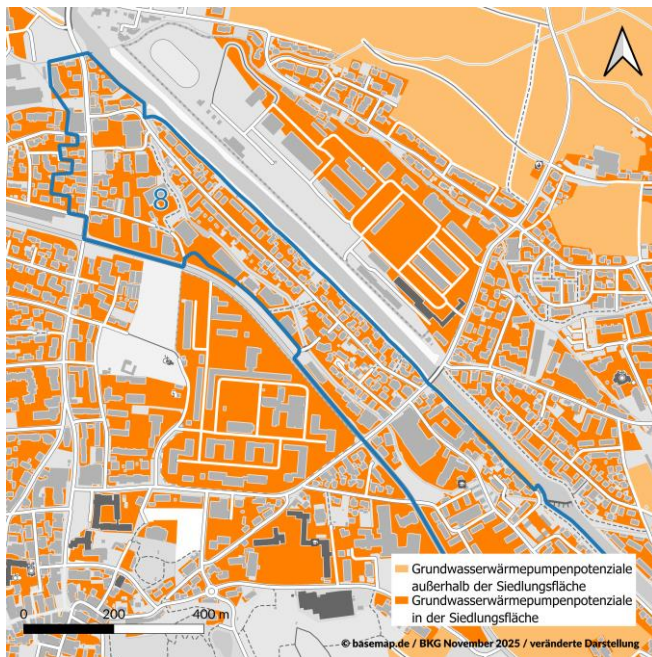
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

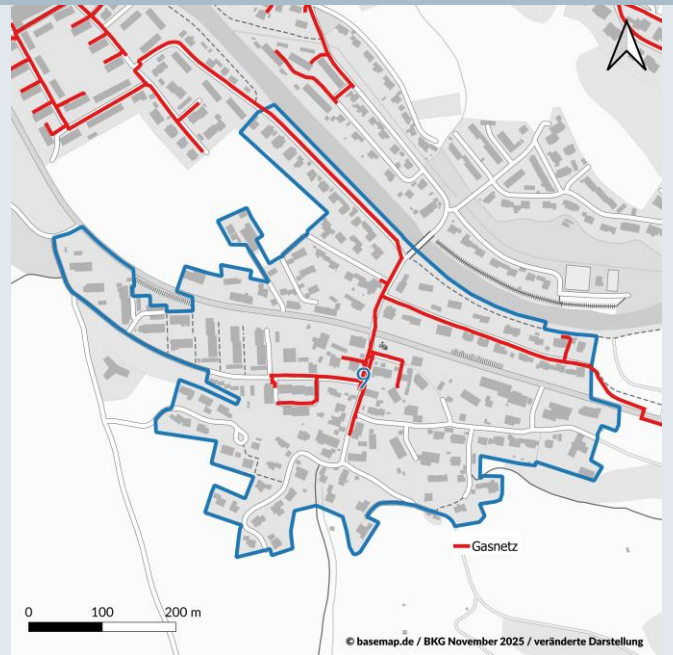


Potenziale zur Wärmeversorgung

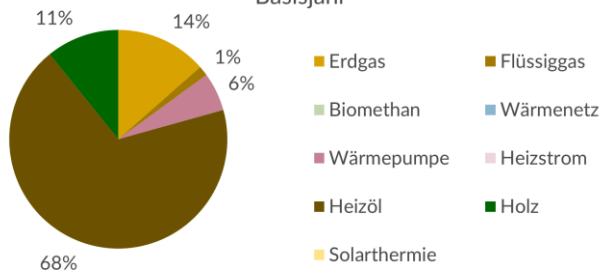
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	9
Fläche	20 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	234
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	4.536 MWh/a
Wärmedichte	227 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	7%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	207

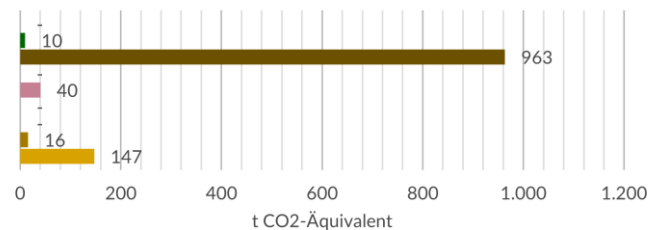
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
1.176 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist nur geringfügig vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse. Auch zukünftig wird eine dezentrale Wärmeversorgung als sehr wahrscheinlich eingeschätzt.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	3.812 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	16	Biogas	0
Flüssiggas	2	Holz / Biomasse	2
Heizöl	41	Wärmepumpen	14
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	31
1949 - 1978	167	2011 - 2019	21
1979 - 1990	15	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.848,9 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	577,8 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.986 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

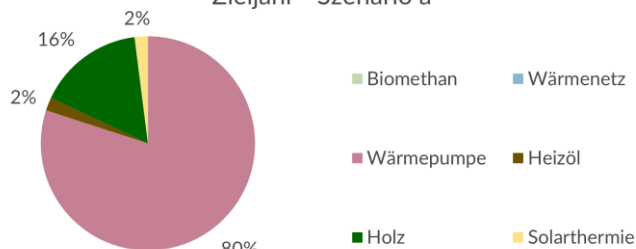
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	207
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.812 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	191 MWh/ha*a

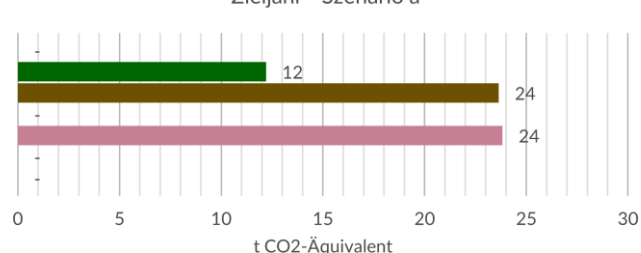
Wärmequelle

Erdwärmekollektoren (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Solarthermie Freifläche (vereinzelt), Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

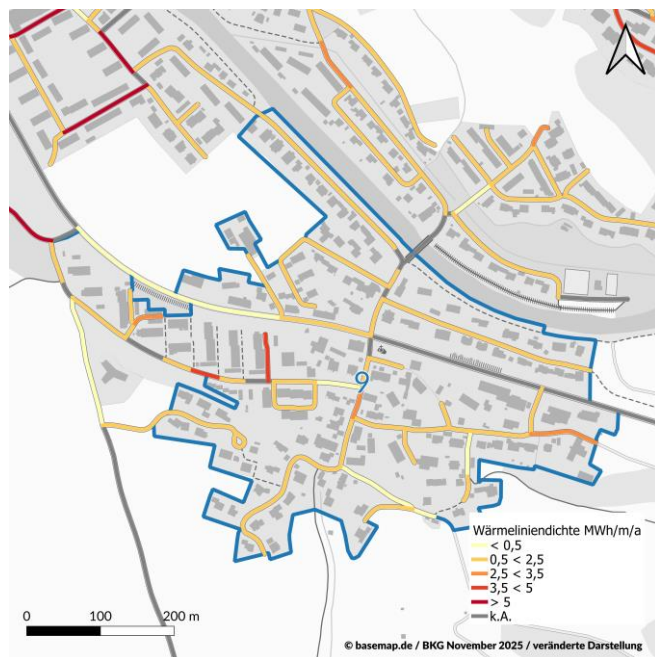


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

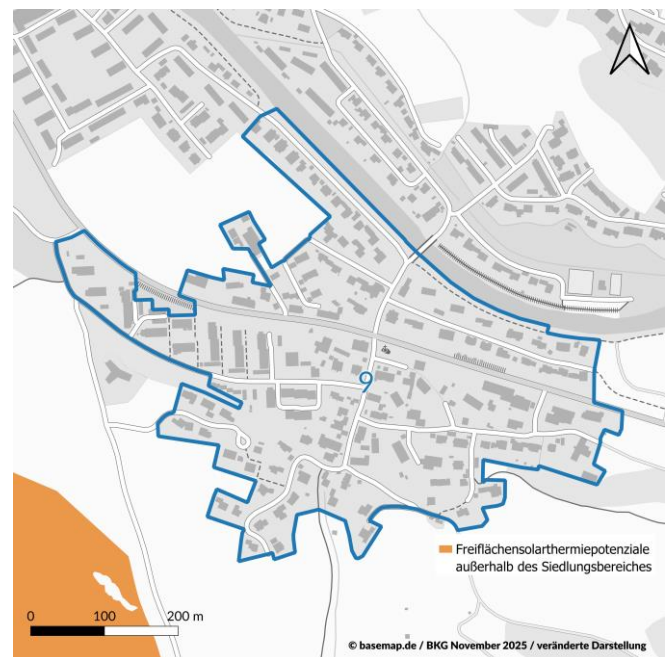
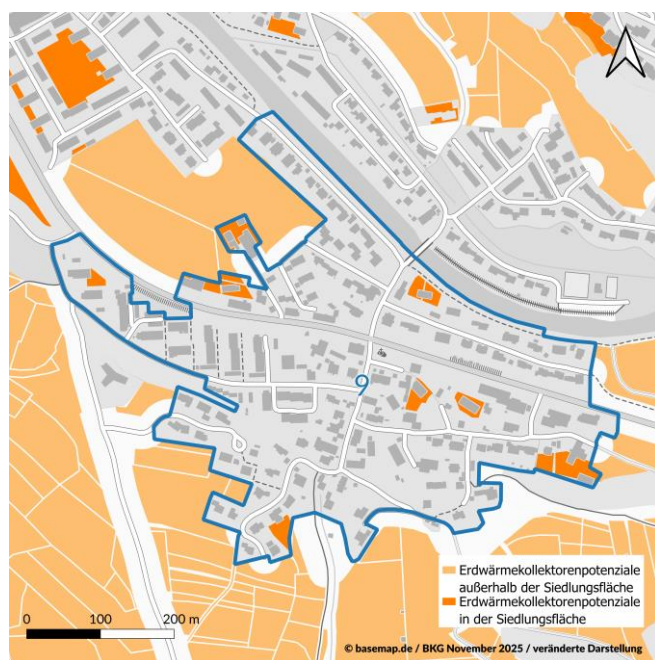


Potenziale zur Wärmeversorgung

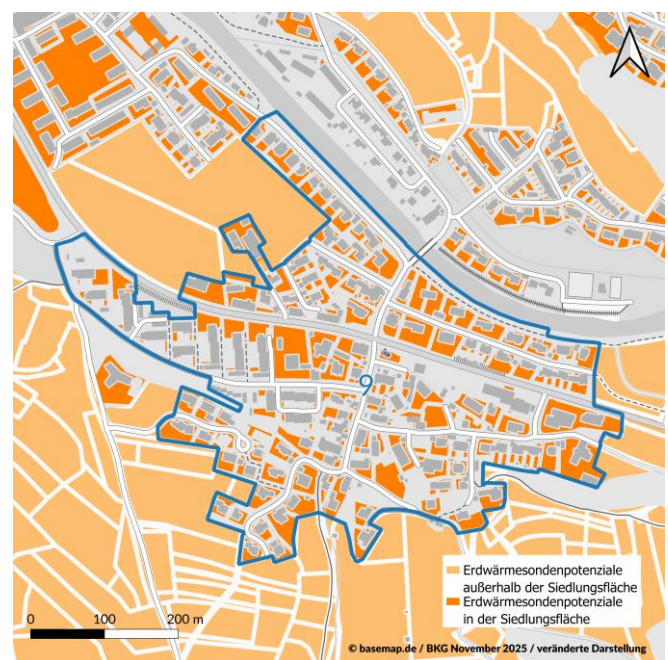
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



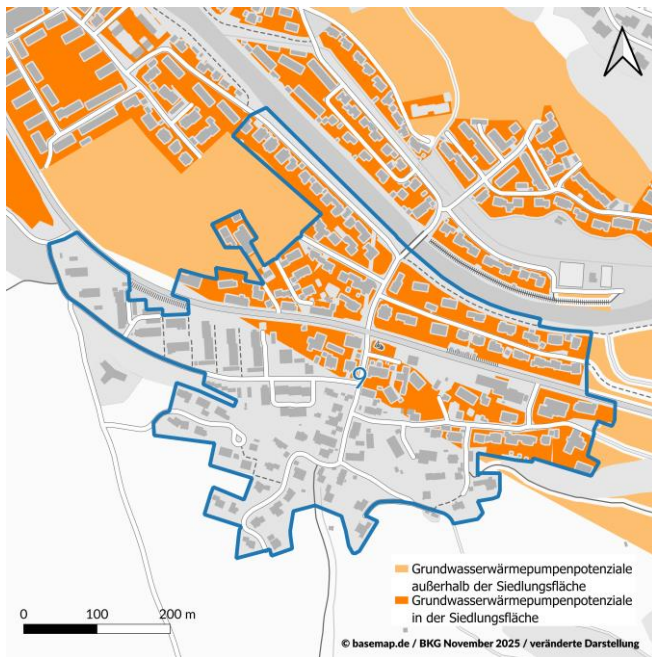
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

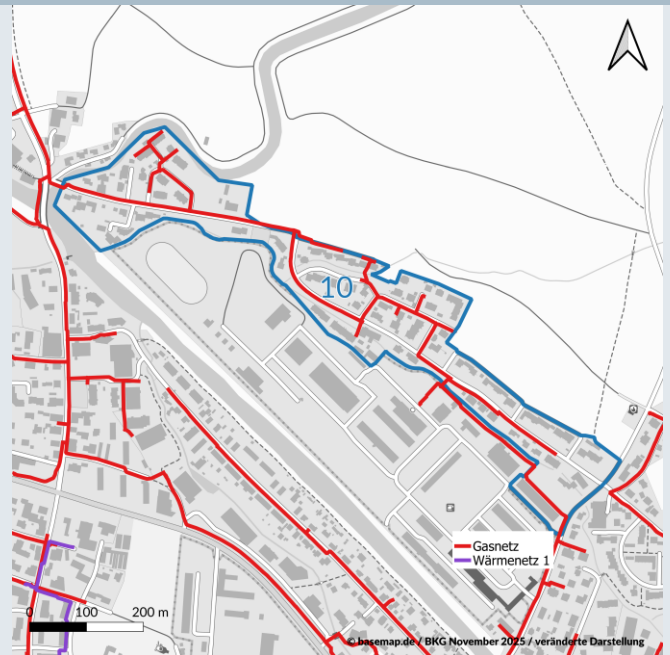


Potenziale zur Wärmeversorgung

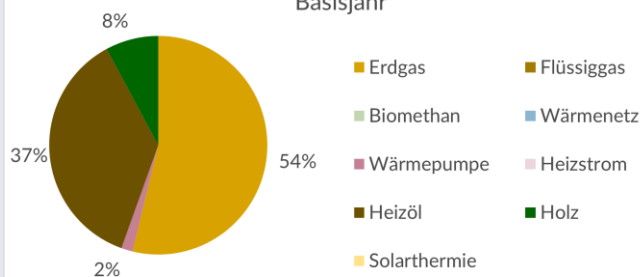
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	10
Fläche	12 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	137
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	4.440 MWh/a
Wärmedichte	370 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	45%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	116

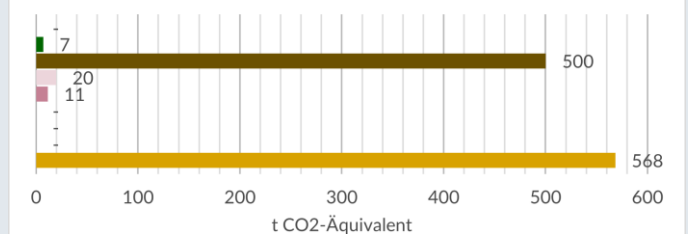
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
1.107 t

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit Gebäuden der Baualtersklasse 1979–1990. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 45 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend durch das Gasnetz gefolgt von Heizöl und Biomasse. Langfristig ist eine Umstellung auf alternative Versorgungsformen denkbar, ein Wärmenetz wird als geeignet eingeschätzt.

Wärmewendestrategie

Prüfgebiet

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	3.228 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	62	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	1
Heizöl	10	Wärmepumpen	4
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	25
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	37	2011 - 2019	0
1979 - 1990	75	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.721,6 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	538,0 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.802 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

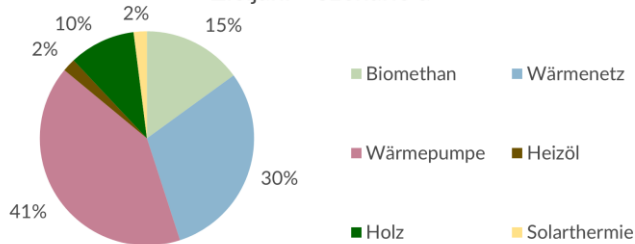
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	116
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.228 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	269 MWh/ha*a

Wärmequelle

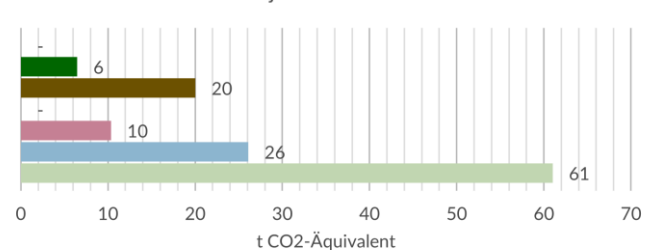
Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



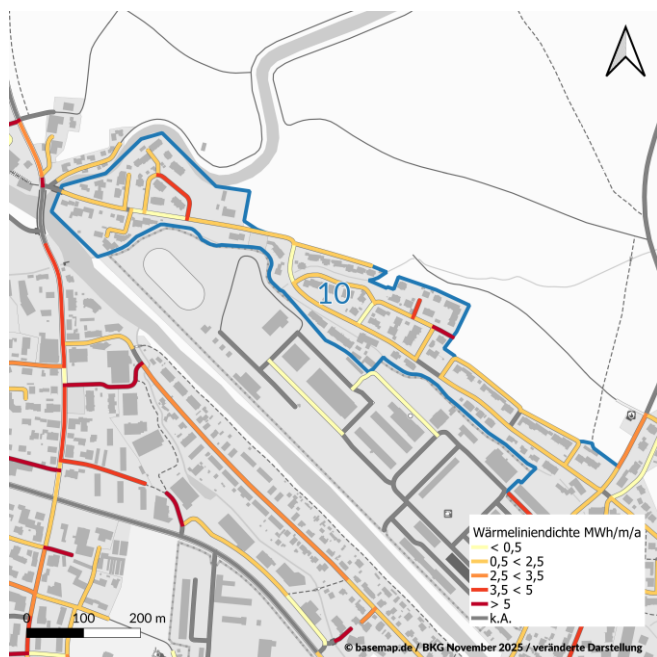
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
124 t CO₂/a

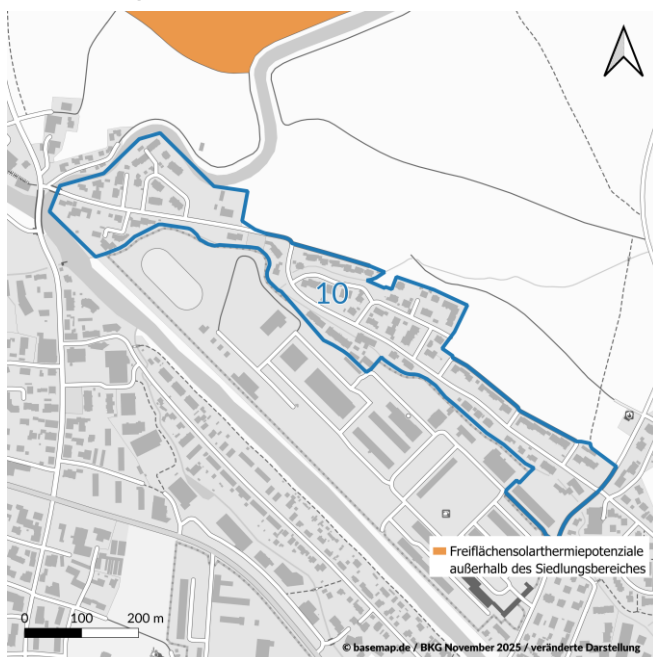
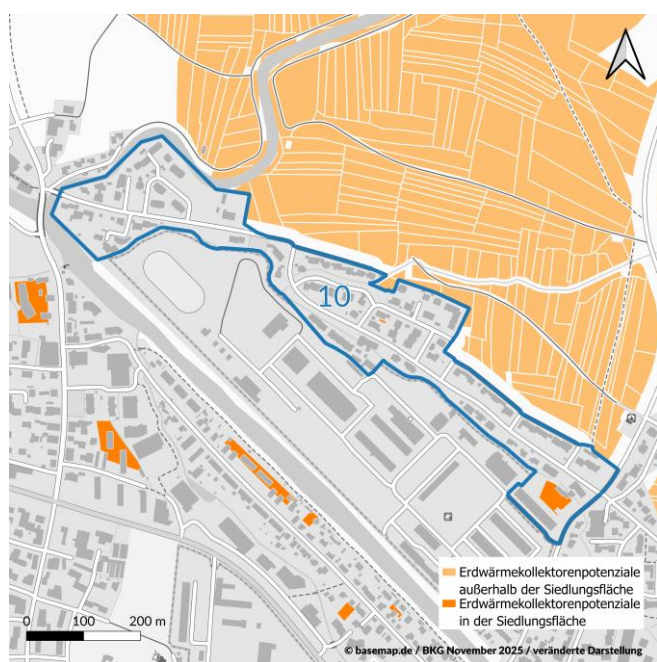


Potenziale zur Wärmeversorgung

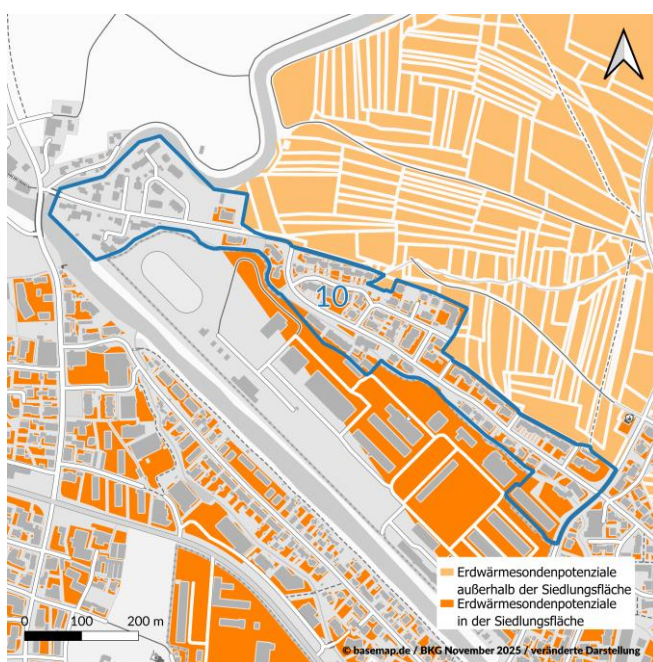
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



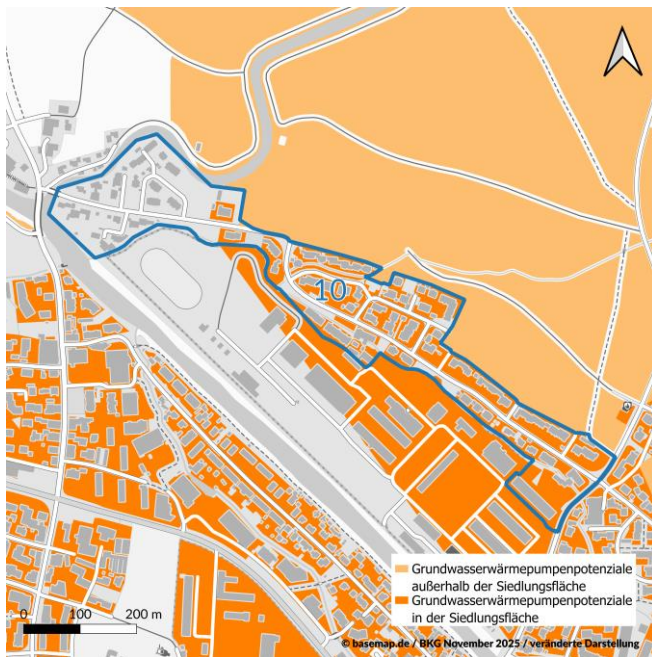
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

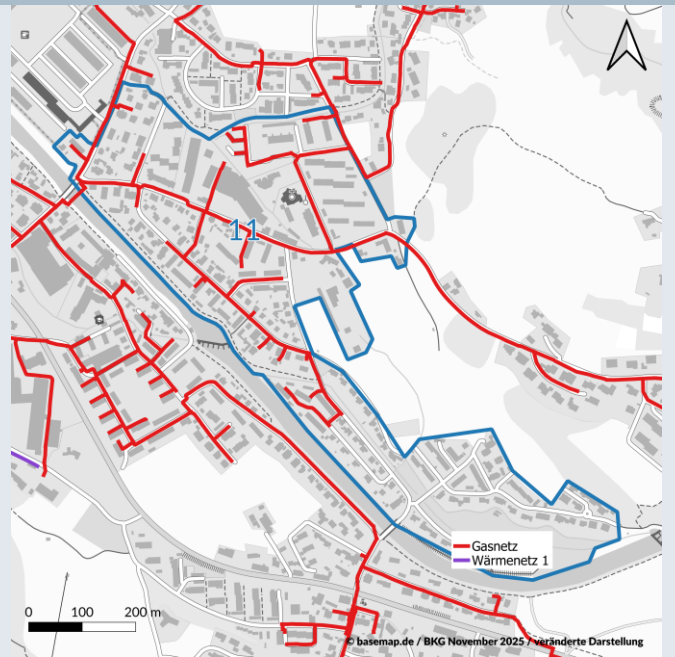


Potenziale zur Wärmeversorgung

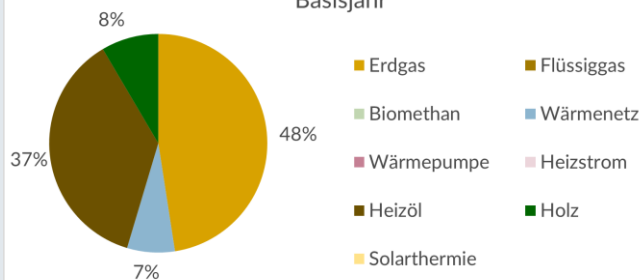
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	11
Fläche	30 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	284
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	9.732 MWh/a
Wärmedichte	324 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	4%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	27%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	241

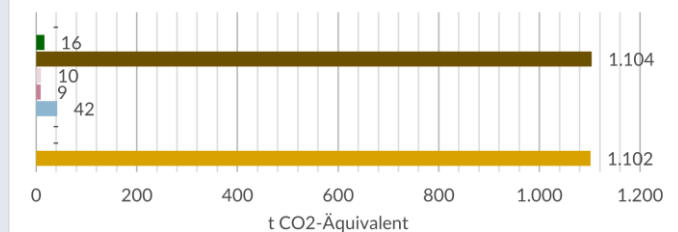
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
2.283 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet dominieren Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz versorgt rund 27 % der Gebäude, ein kleiner Anteil ist bereits an ein Wärmenetz angeschlossen. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse. Langfristig ist der Ausbau eines Wärmenetzes denkbar und detaillierter im Anschluss an die Wärmeplanung zu untersuchen.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	7.003 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	78	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	4
Heizöl	16	Wärmepumpen	4
Kohle	0	Wärmenetz	11

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	8	1991 - 2000	0
1919 - 1948	14	2001 - 2010	0
1949 - 1978	234	2011 - 2019	28
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	3.725,6 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.164,3 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	4.570 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

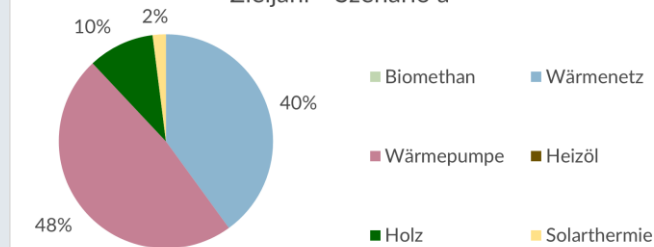
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	241
Wärmeverbrauch im Zieljahr	7.003 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	233 MWh/ha*a

Wärmequelle

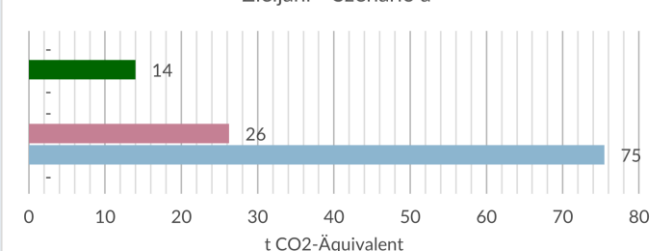
Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



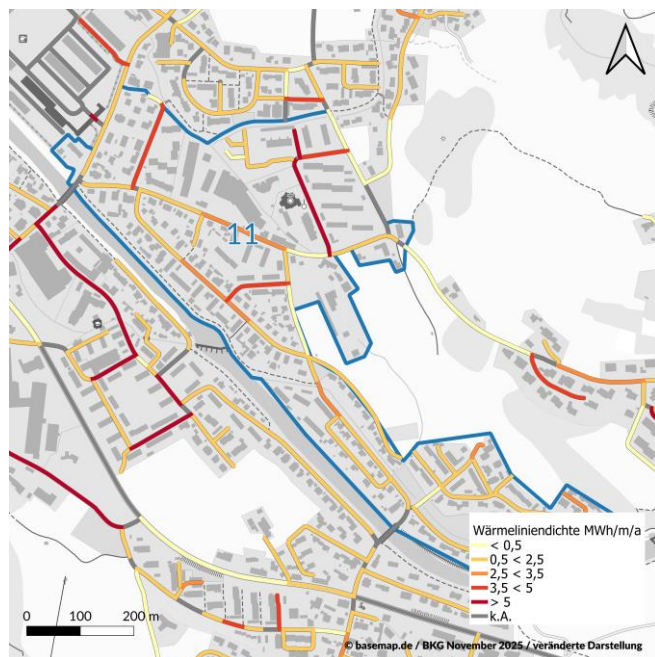
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
116 t CO₂/a

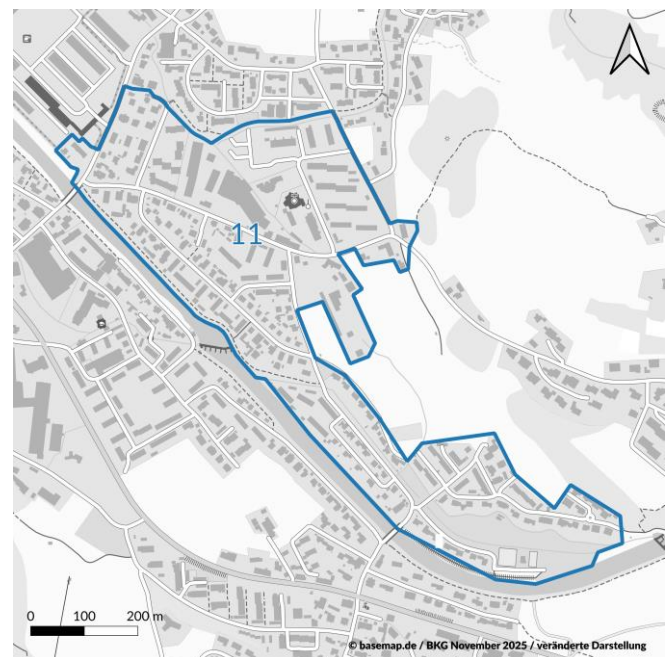
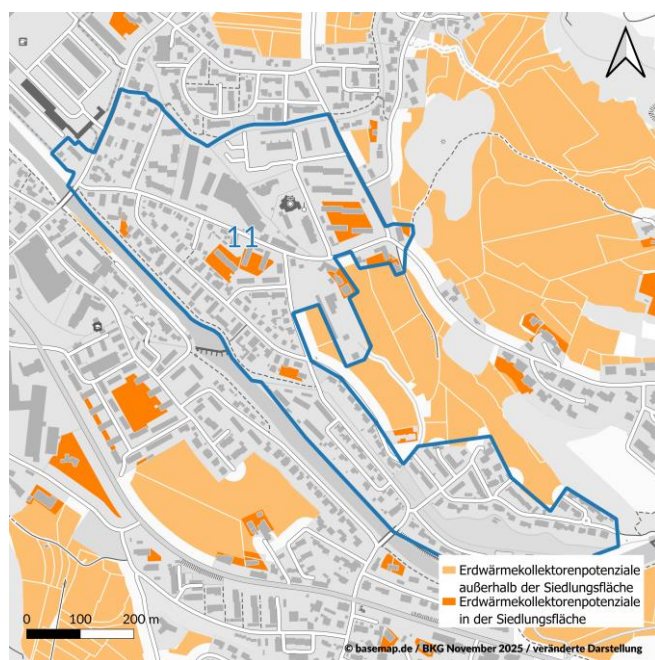


Potenziale zur Wärmeversorgung

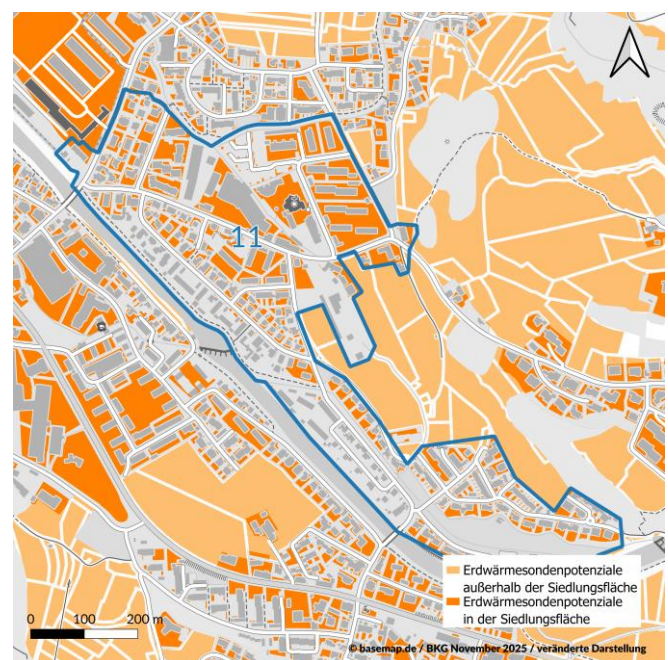
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



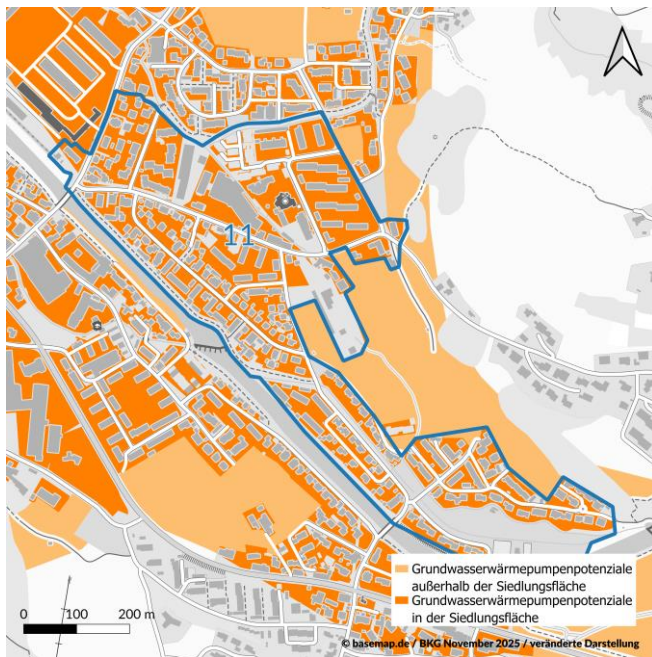
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

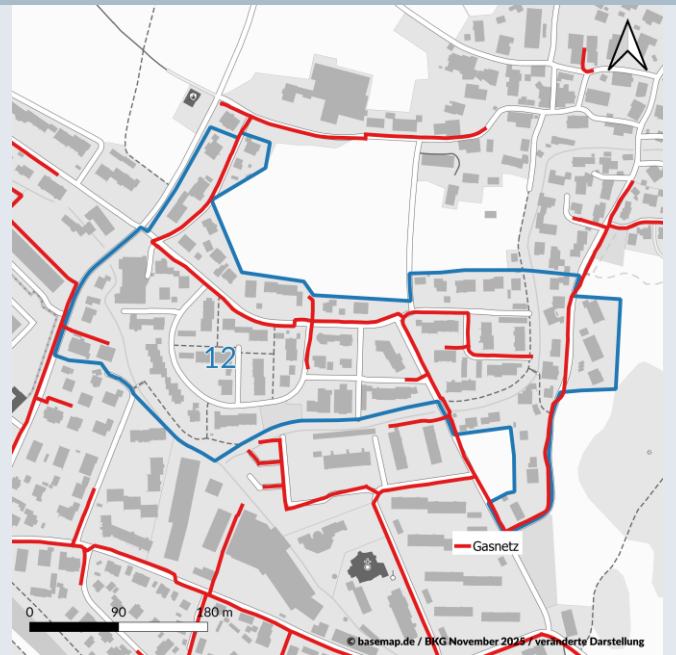


Potenziale zur Wärmeversorgung

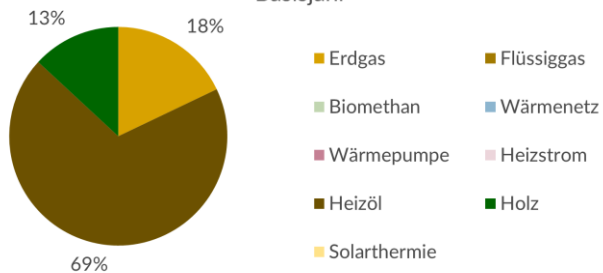
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

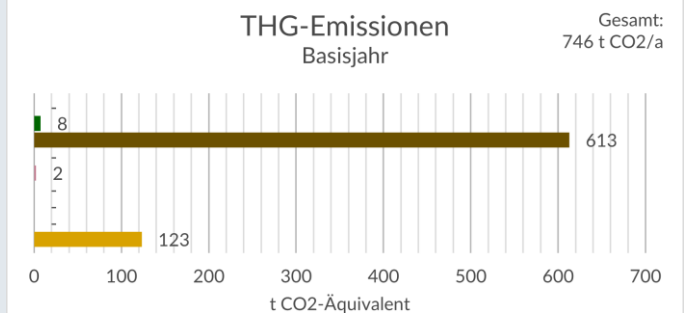
Teilgebiet	12
Fläche	9 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	129
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	2.882 MWh/a
Wärmedichte	320 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	14%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	115

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist geprägt von Wohngebäuden der Baualtersklasse 1979–1990. Ein Gasnetz ist in geringem Umfang vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt dezentral durch Heizöl und Biomasse sowie Erdgas und wird auch langfristig voraussichtlich dezentral bleiben.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	2.331 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	18	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	3
Heizöl	22	Wärmepumpen	2
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	11	2011 - 2019	0
1979 - 1990	118	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.186,0 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	370,6 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.001 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

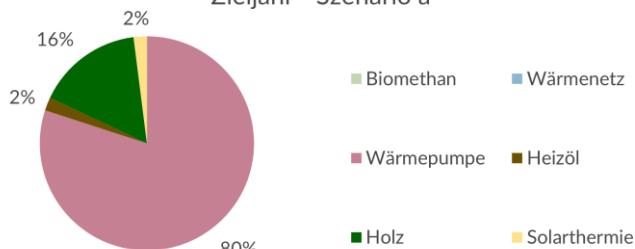
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	115
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.331 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	259 MWh/ha*a

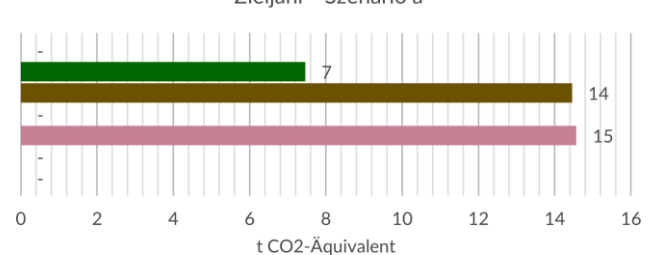
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

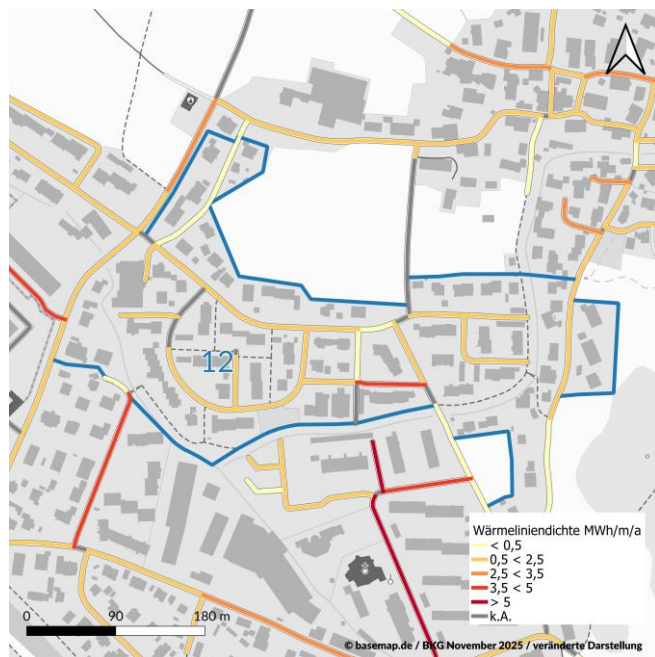


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

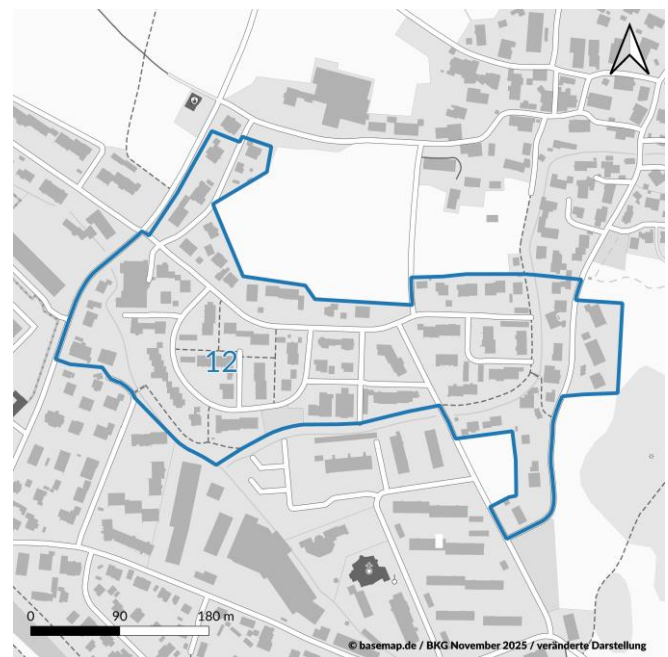
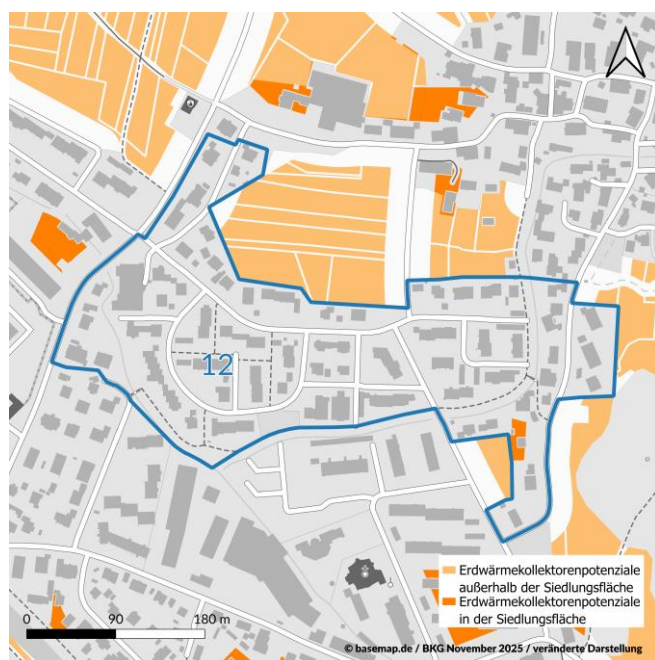


Potenziale zur Wärmeversorgung

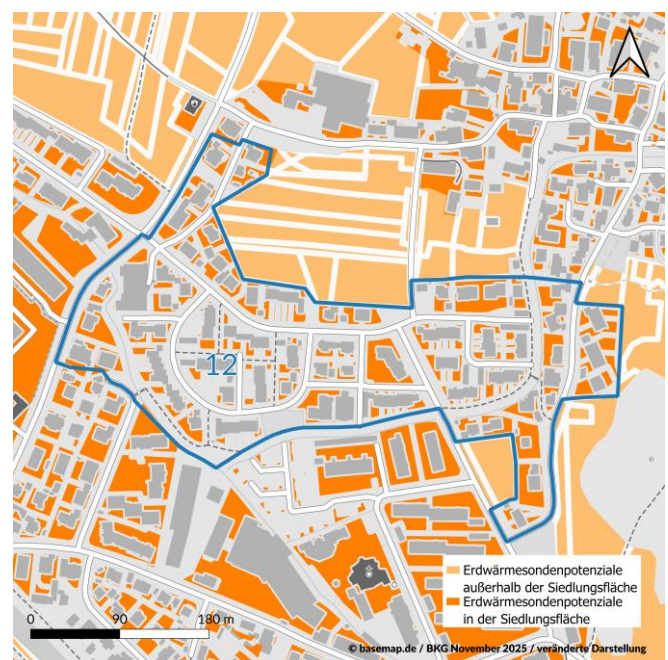
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



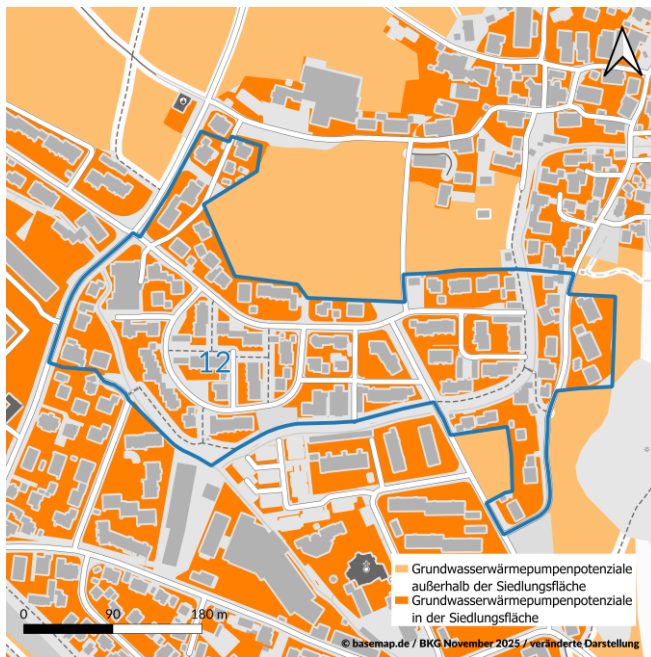
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

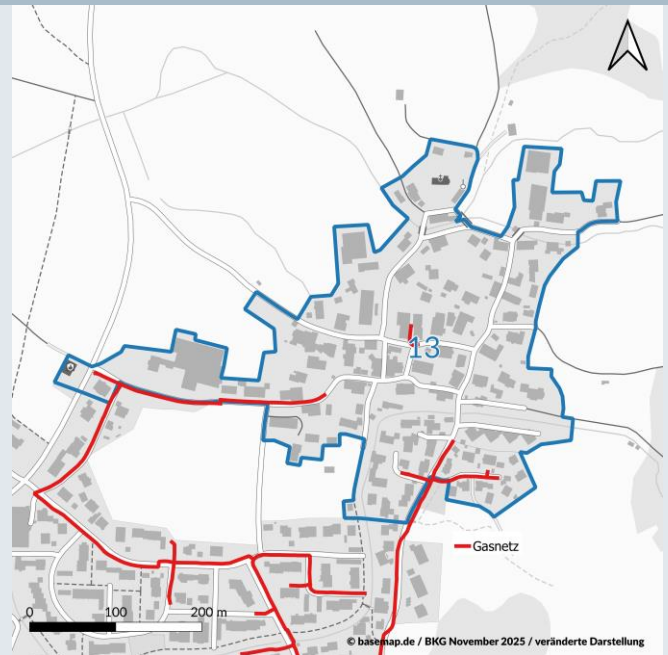


Potenziale zur Wärmeversorgung

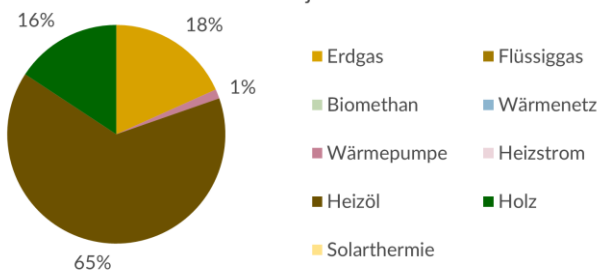
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	13
Fläche	12 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	111
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	3.060 MWh/a
Wärmedichte	255 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	15%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	98

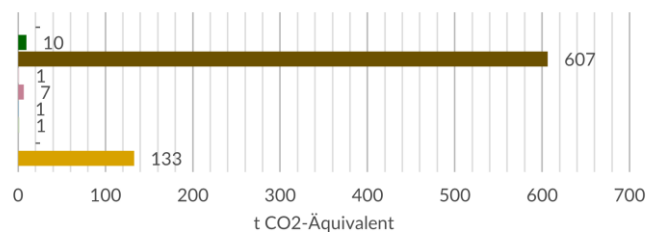
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
759 t CO₂/a

**Beschreibung**

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz versorgt etwa 15 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse gefolgt von Erdgas und einem kleinen Anteil von Wärmepumpen. Auch in Zukunft wird eine dezentrale Versorgung als sehr wahrscheinlich eingeschätzt.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	2.388 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	17	Biogas	1
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	3
Heizöl	7	Wärmepumpen	4
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	25	1991 - 2000	10
1919 - 1948	0	2001 - 2010	17
1949 - 1978	54	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.194,3 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	373,2 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.173 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

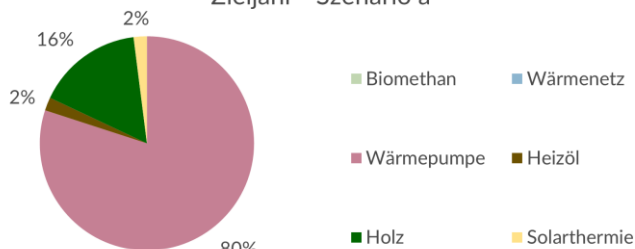
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	98
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.388 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	199 MWh/ha*a

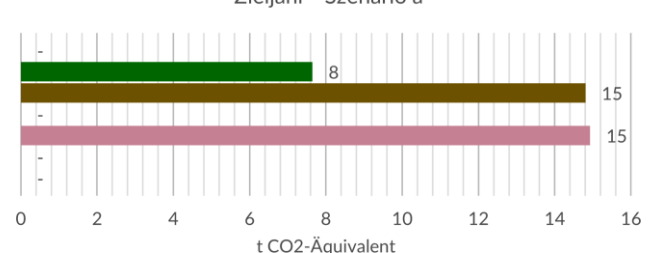
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche,
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

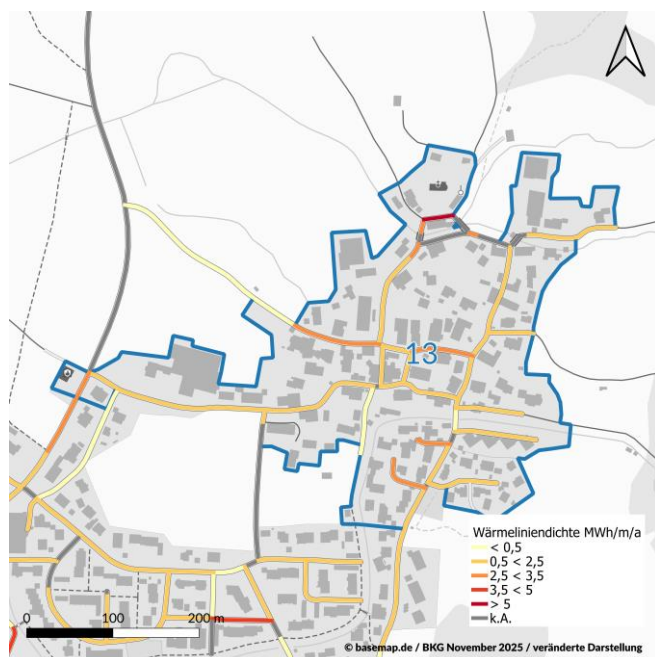


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

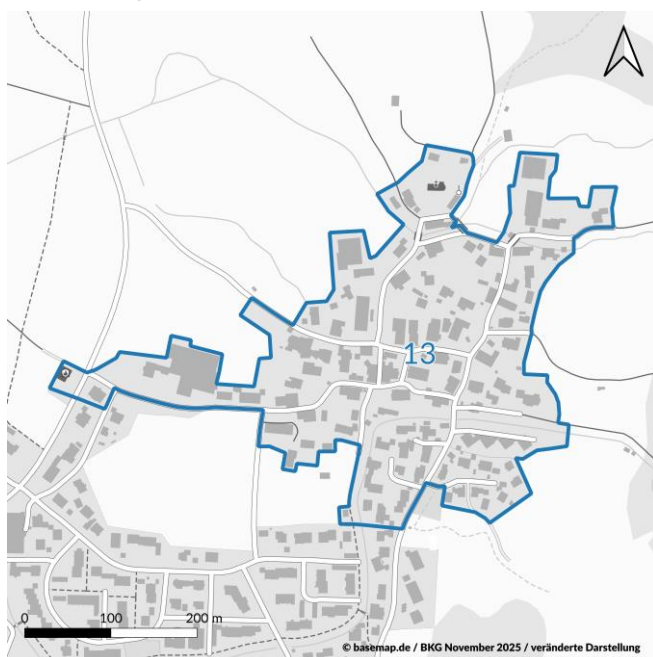
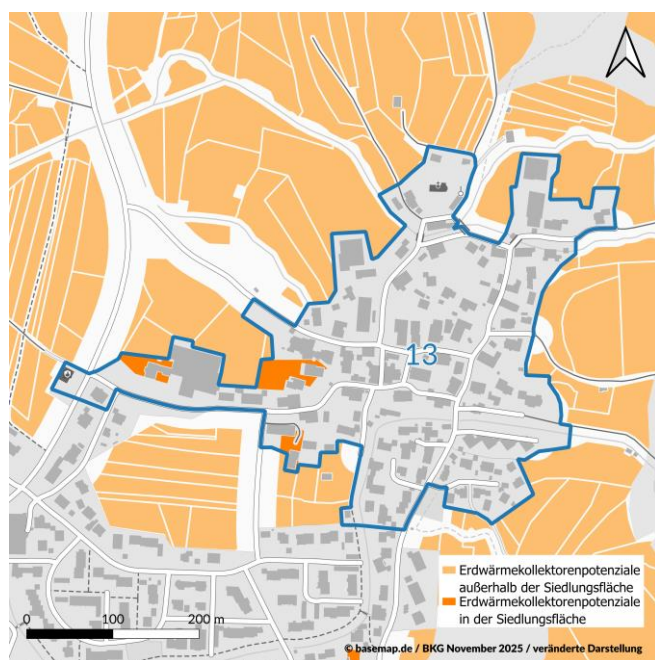


Potenziale zur Wärmeversorgung

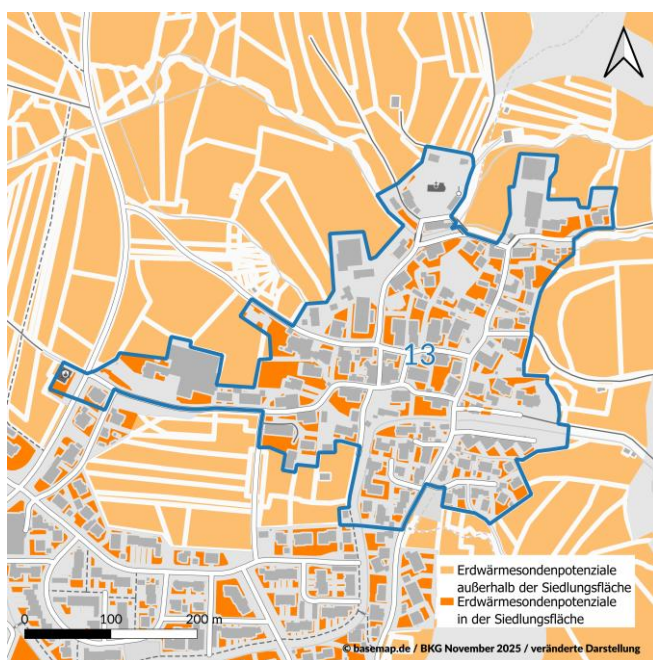
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



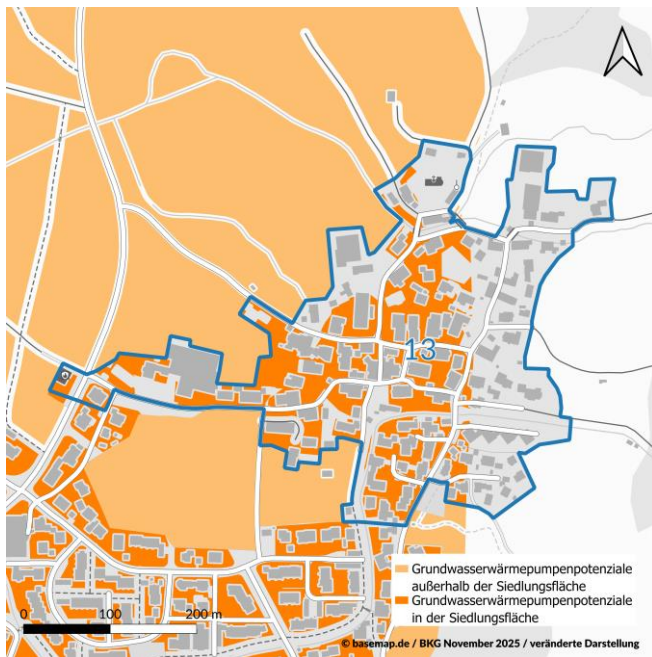
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

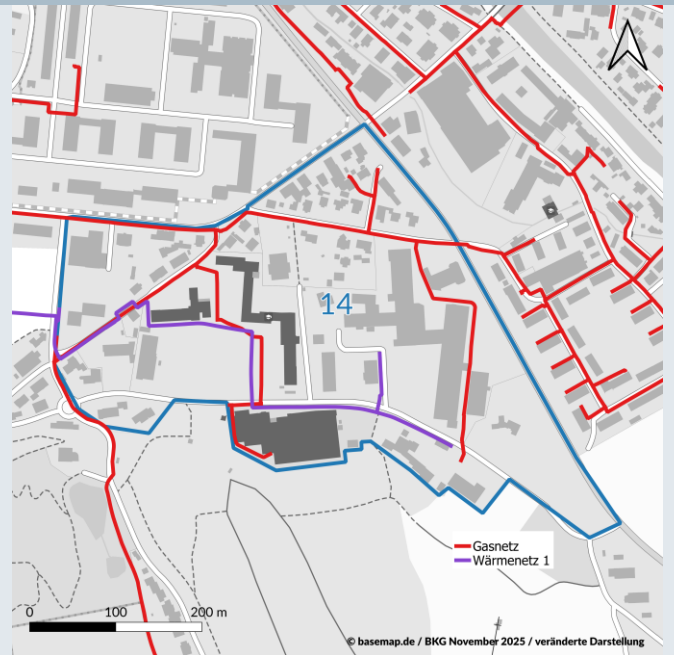


Potenziale zur Wärmeversorgung

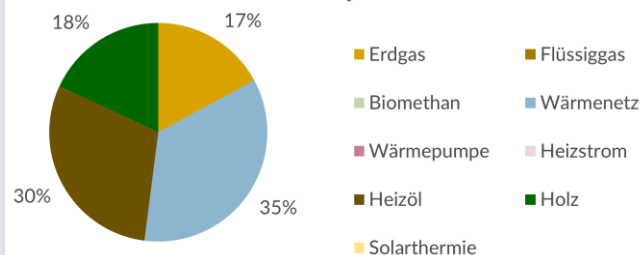
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

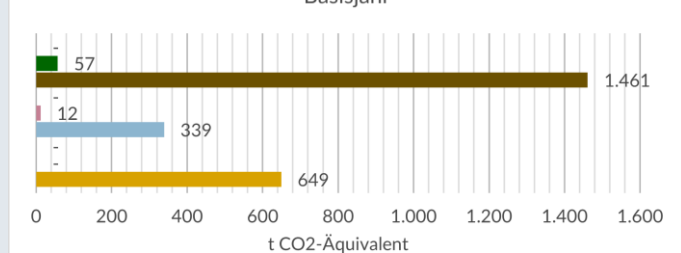
Teilgebiet	14
Fläche	16 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Mischgebiet
Anzahl Adressen	62
Vorwiegende Baualtersklasse	1919-1948
Wärmeverbrauch	15.846 MWh/a
Wärmedichte	990 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	15%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	32%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	52

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Mischgebiet mit überwiegend älteren Gebäuden der Baualtersklasse 1919–1948. Ein Gasnetz versorgt rund 32 % der Gebäude, ein signifikanter Anteil von 35 % ist bereits an ein Wärmenetz angeschlossen. Die übrigen Gebäude werden durch Heizöl und Biomasse versorgt. Aufgrund der sehr hohen Wärmedichte ist die Wärmeversorgung über ein Wärmenetz langfristig denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzverdichtung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Wärmenetz Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	8.023 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	20	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	5
Heizöl	4	Wärmepumpen	1
Kohle	0	Wärmenetz	9

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	10	1991 - 2000	0
1919 - 1948	33	2001 - 2010	0
1949 - 1978	19	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	4.578,2 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.430,7 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.154 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

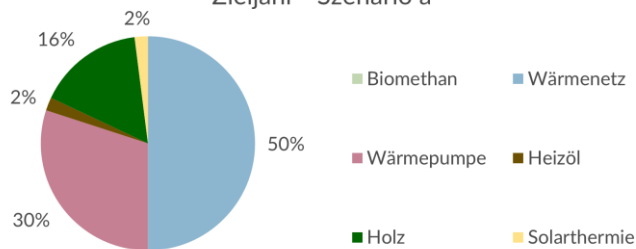
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	52
Wärmeverbrauch im Zieljahr	8.023 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	501 MWh/ha*a

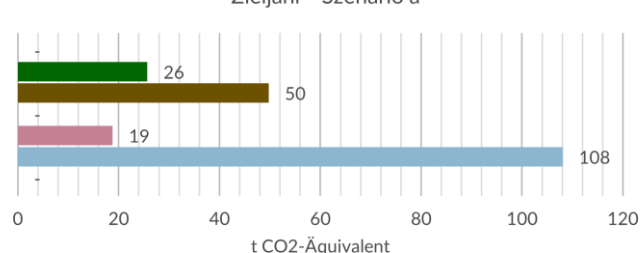
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

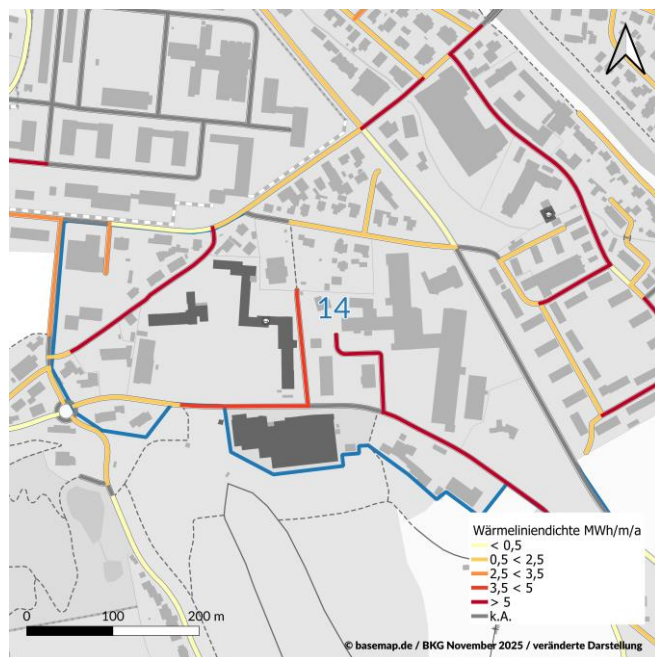


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a
Gesamt: 202 t CO₂/a

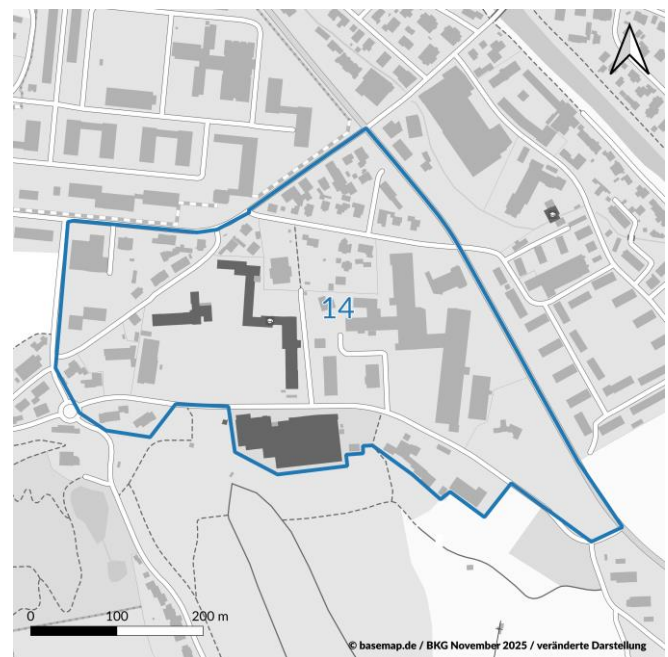
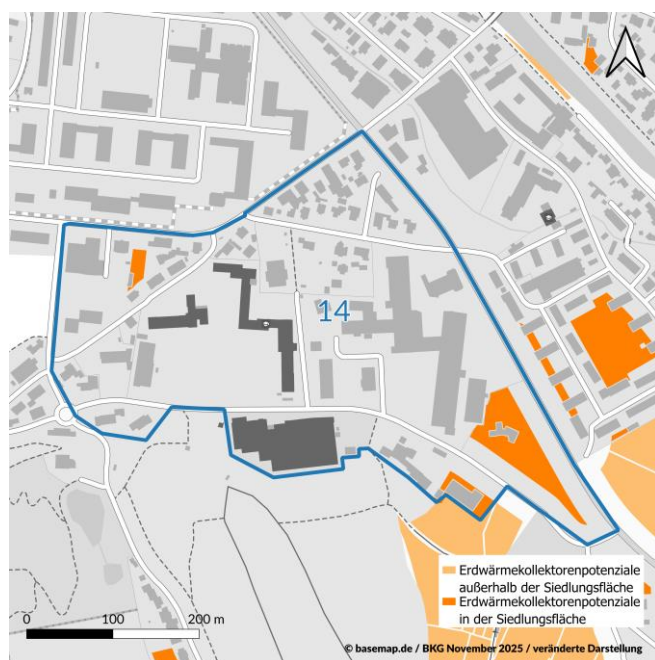


Potenziale zur Wärmeversorgung

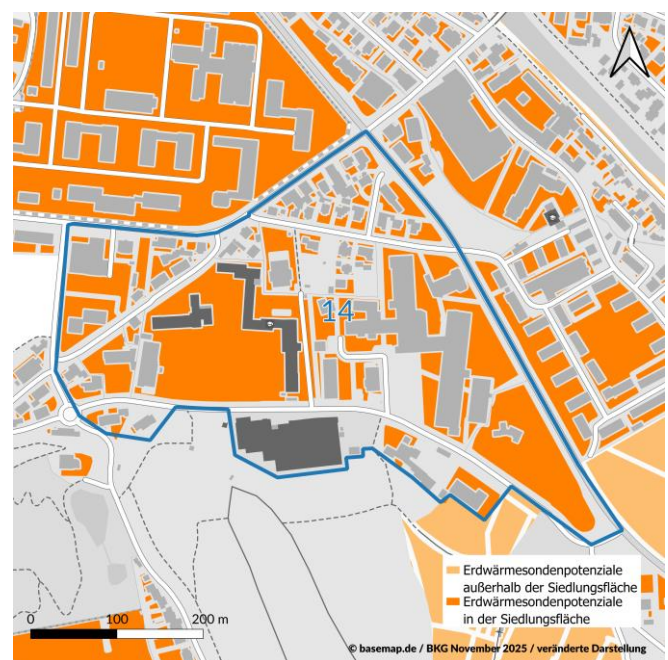
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



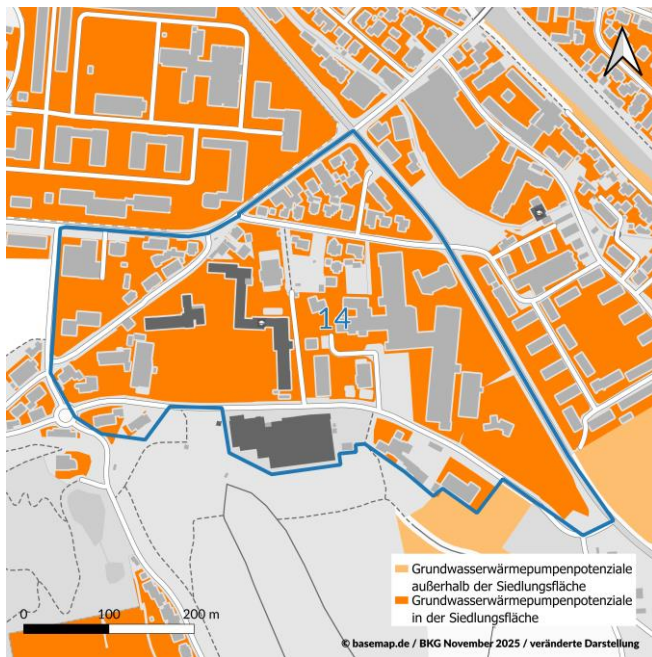
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

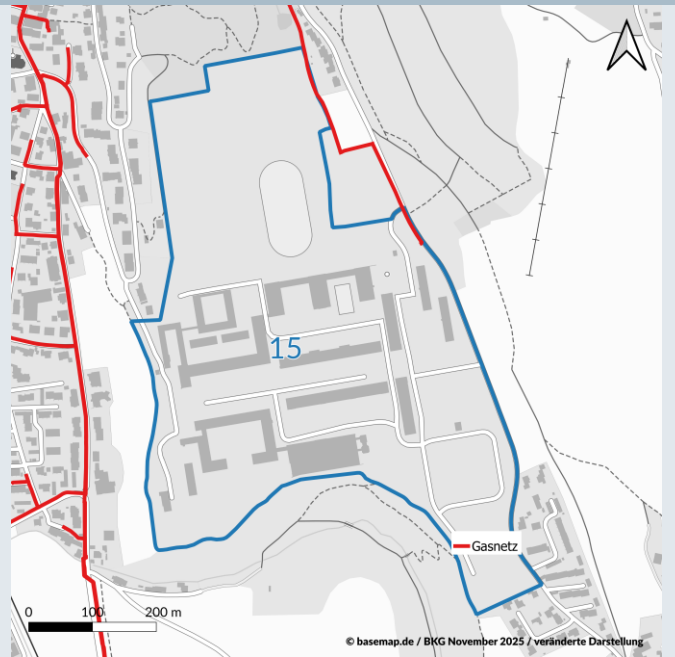


Potenziale zur Wärmeversorgung

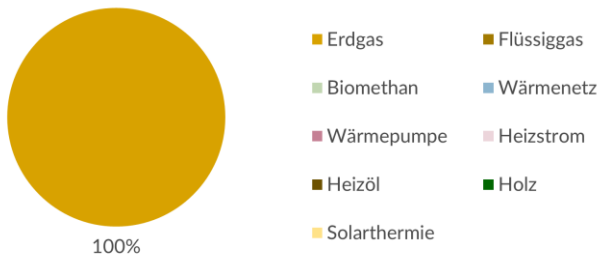
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	15
Fläche	30 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Gewerbegebiet
Anzahl Adressen	1
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	6.717 MWh/a
Wärmedichte	224 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	100%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	0

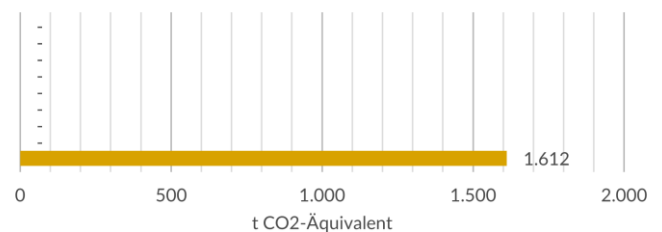
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
1.612 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet handelt es sich um ein Kasernengebiet mit vollständiger Anbindung an das Gasnetz. Die Wärmeversorgung erfolgt aktuell über das Gasnetz. Langfristig ist eine Umstellung auf dezentrale Wärmeversorgung denkbar.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	6.717 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	1	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	0
Heizöl	0	Wärmepumpen	0
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	0	2011 - 2019	0
1979 - 1990	1	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	2.905,1 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	907,8 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.125 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

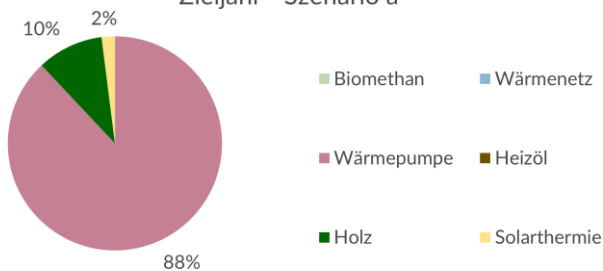
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	0
Wärmeverbrauch im Zieljahr	6.717 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	224 MWh/ha*a

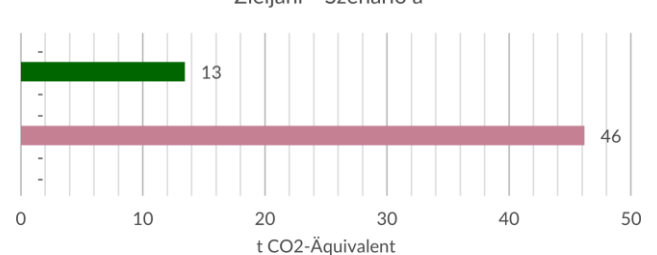
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (zentral), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Solarthermie Freifläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

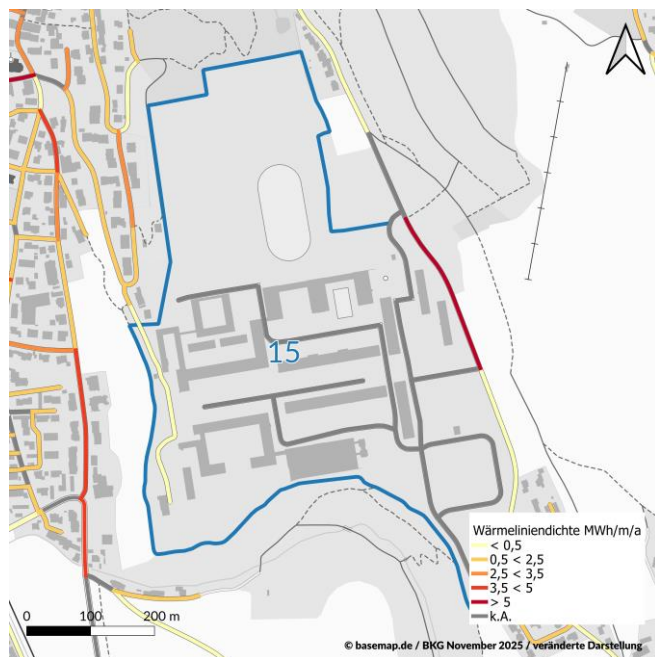


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

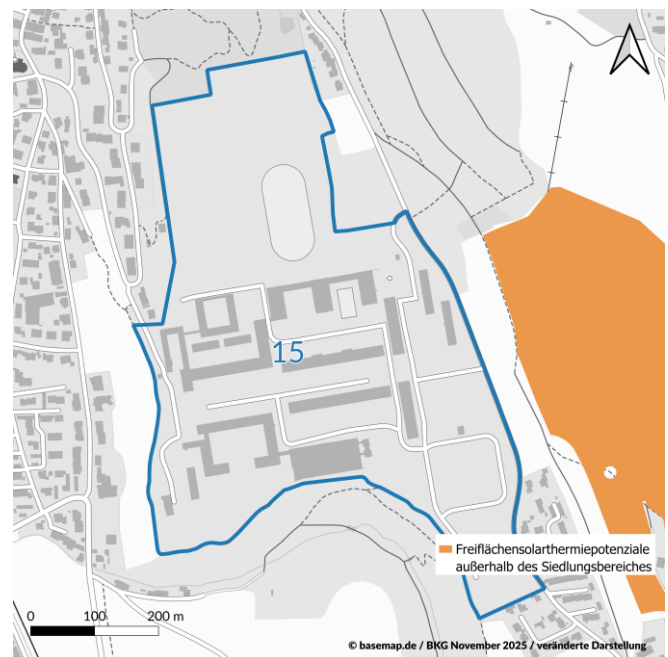
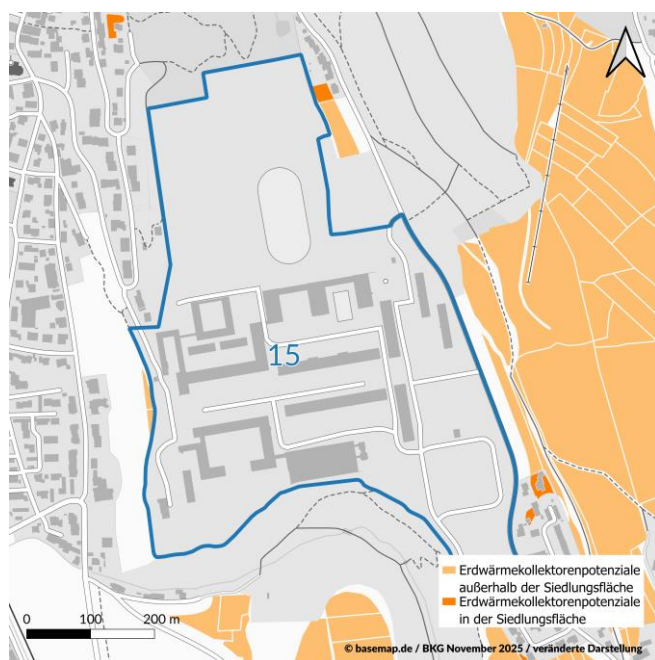


Potenziale zur Wärmeversorgung

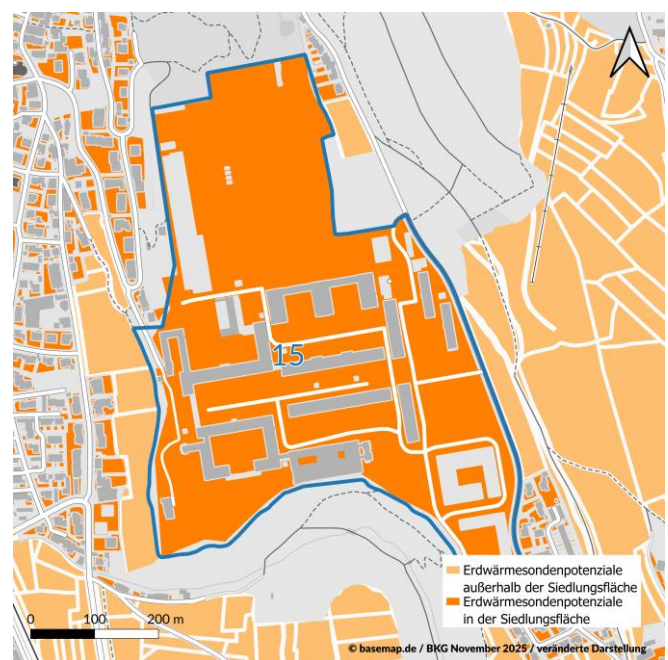
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



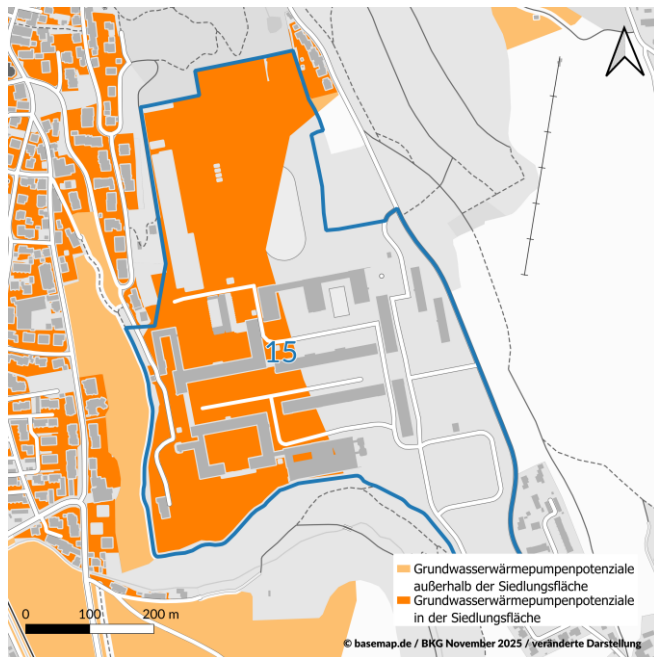
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

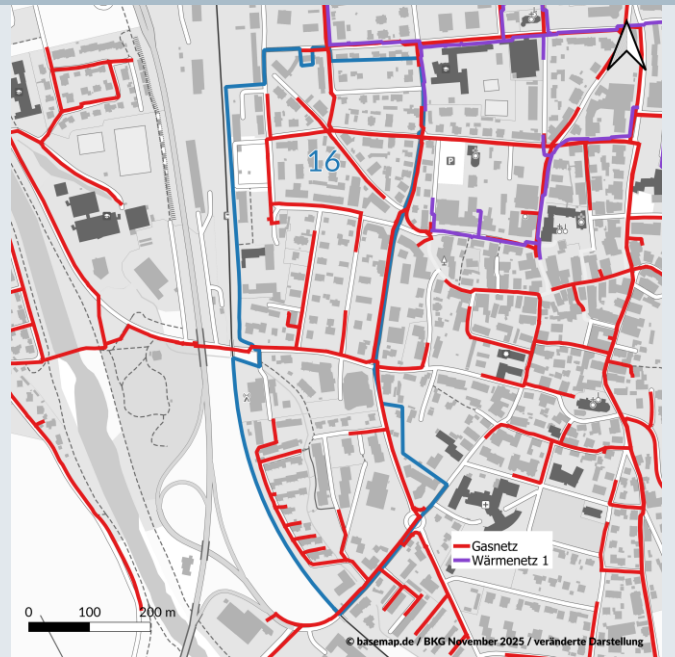


Potenziale zur Wärmeversorgung

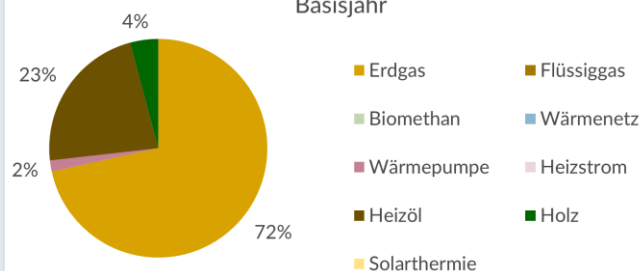
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

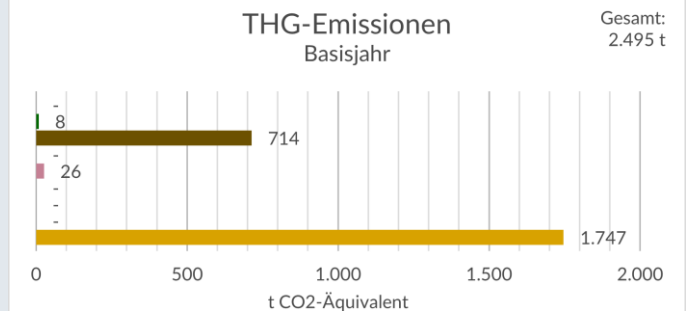
Teilgebiet	16
Fläche	22 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	198
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	10.168 MWh/a
Wärmedichte	462 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	53%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	146

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit Gebäuden überwiegend aus der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz versorgt etwa 53 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend durch das Gasnetz gefolgt von Heizöl und Biomasse sowie einem geringen Anteil durch Wärmepumpen. Langfristig ist der Anschluss an ein Wärmenetz denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	7.922 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	105	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	1
Heizöl	15	Wärmepumpen	3
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	25
1919 - 1948	13	2001 - 2010	18
1949 - 1978	65	2011 - 2019	7
1979 - 1990	48	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	3.943,6 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	1.232,4 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	4.226 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

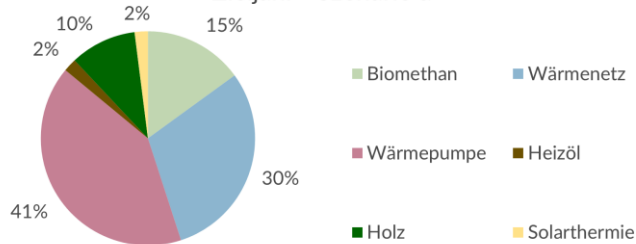
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	146
Wärmeverbrauch im Zieljahr	7.922 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	360 MWh/ha*a

Wärmequelle

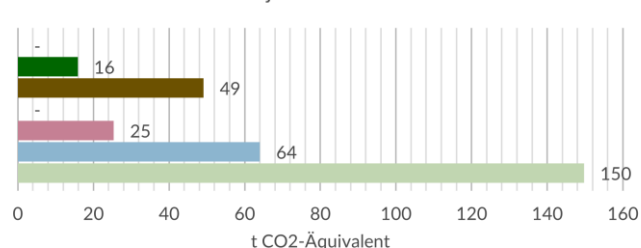
Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



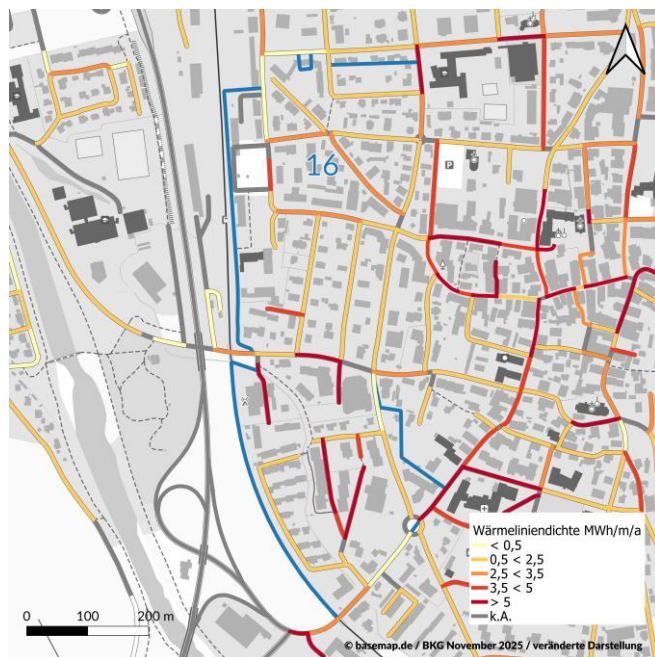
THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

Gesamt:
304 t CO₂/a

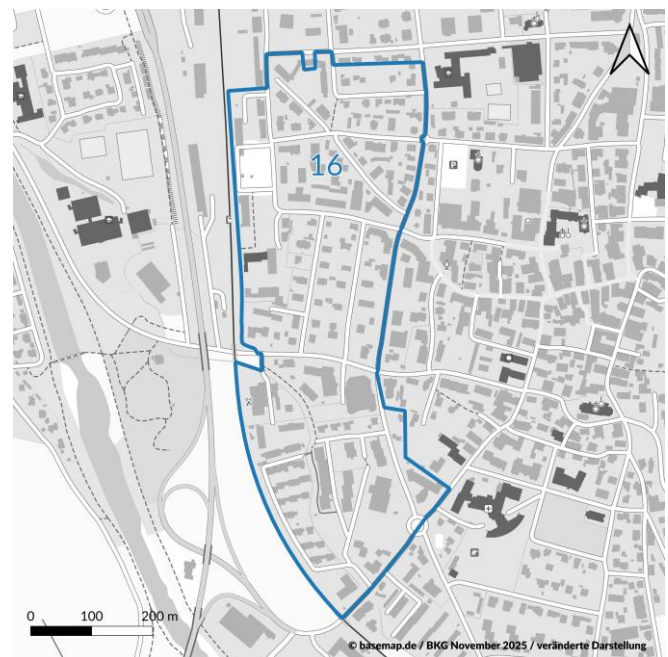
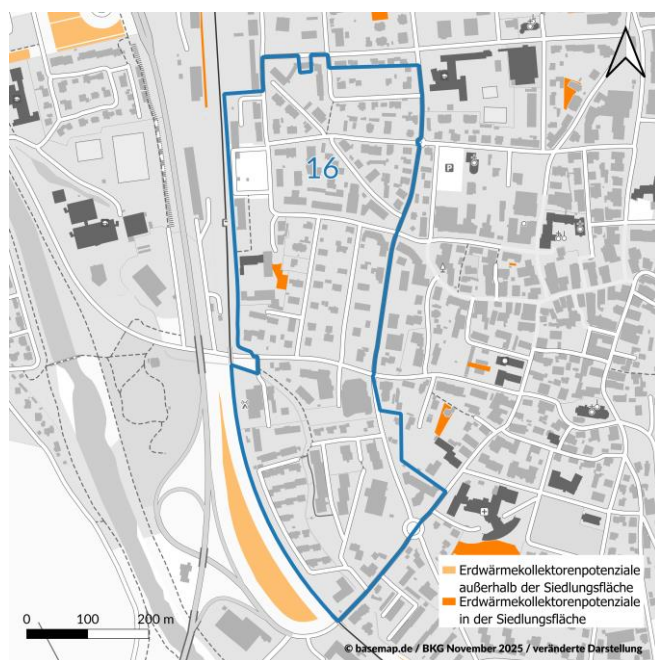


Potenziale zur Wärmeversorgung

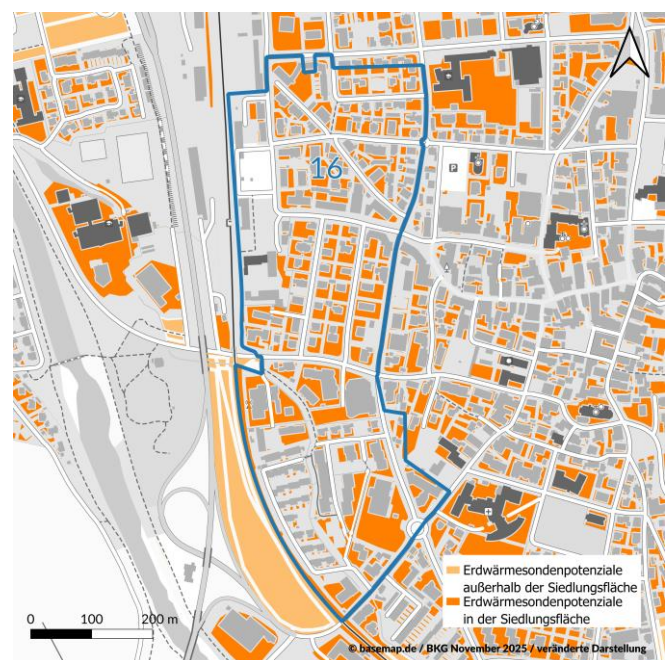
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



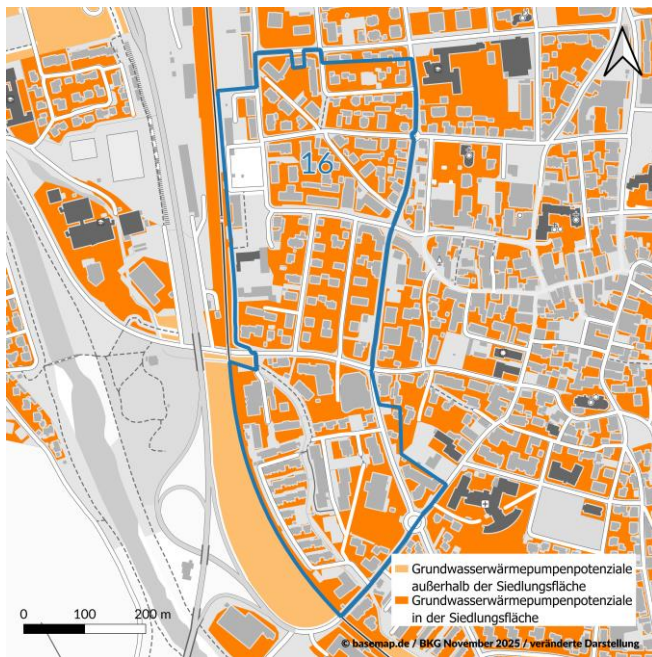
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

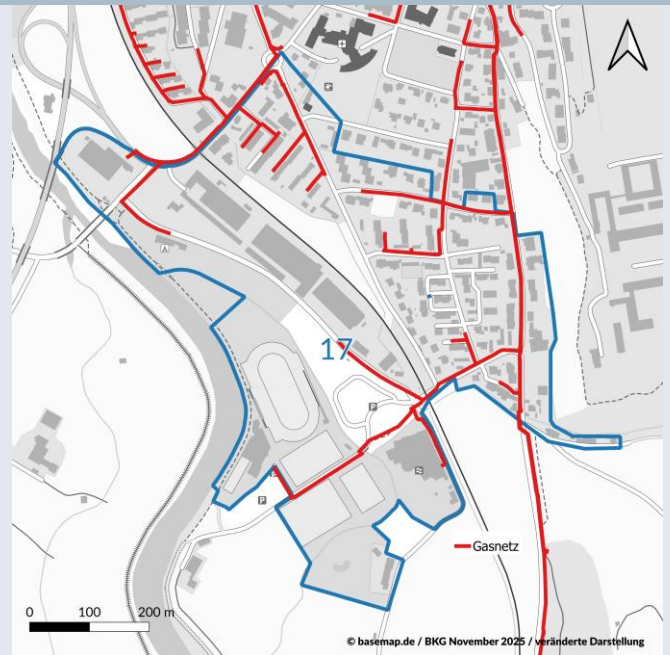


Potenziale zur Wärmeversorgung

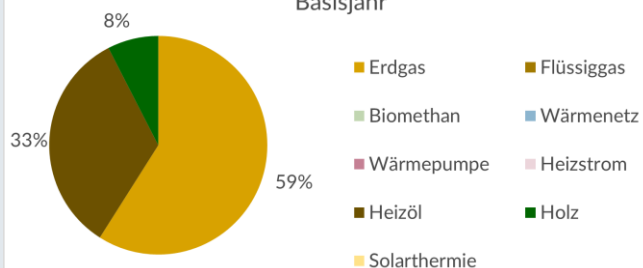
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

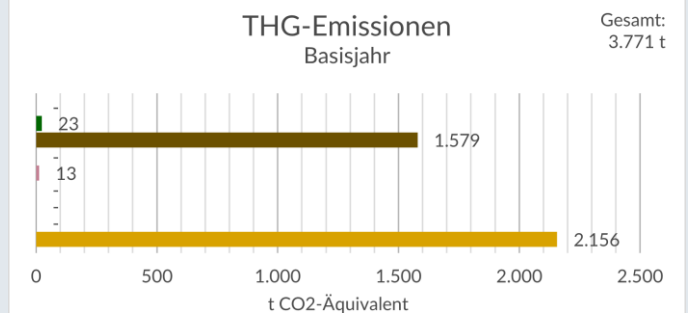
Teilgebiet	17
Fläche	35 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	194
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	15.312 MWh/a
Wärmedichte	437 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	21%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	173

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Im Teilgebiet überwiegen Gebäude der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt rund 21 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt aktuell überwiegend durch das Gasnetz ergänzt durch Heizöl und Biomasse. Langfristig ist der Aufbau eines Wärmenetzes denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	11.937 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	40	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	2
Heizöl	22	Wärmepumpen	2
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	14
1919 - 1948	1	2001 - 2010	0
1949 - 1978	164	2011 - 2019	7
1979 - 1990	8	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	6.424,2 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	2.007,6 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5.112 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

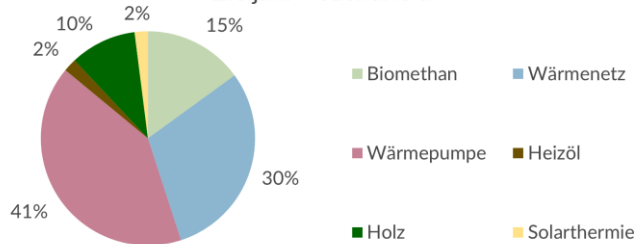
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	173
Wärmeverbrauch im Zieljahr	11.937 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	341 MWh/ha*a

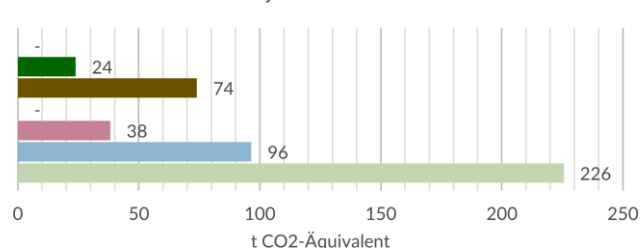
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

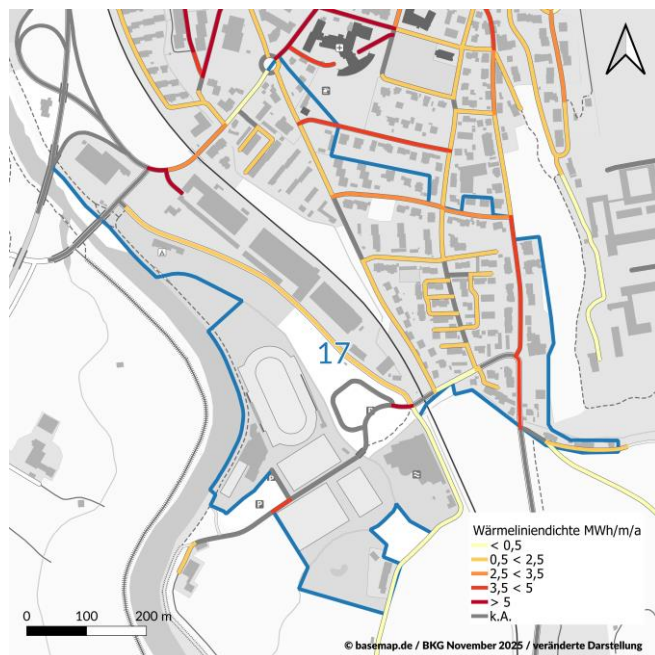


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

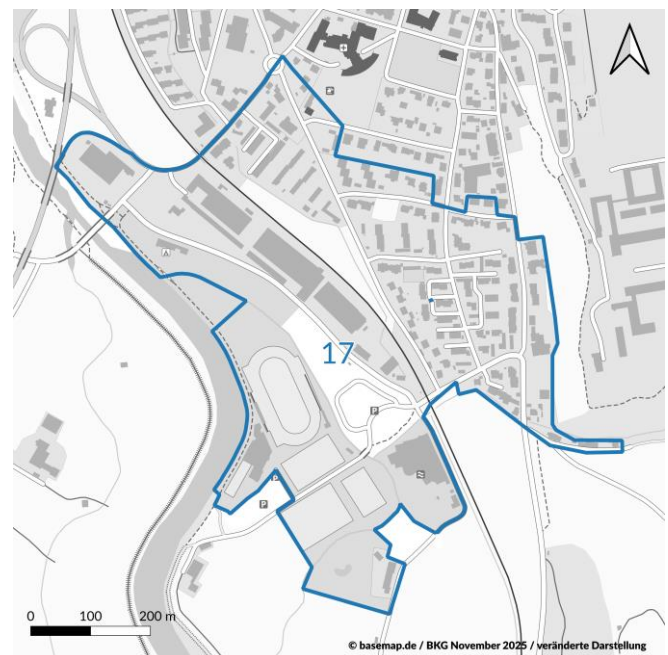
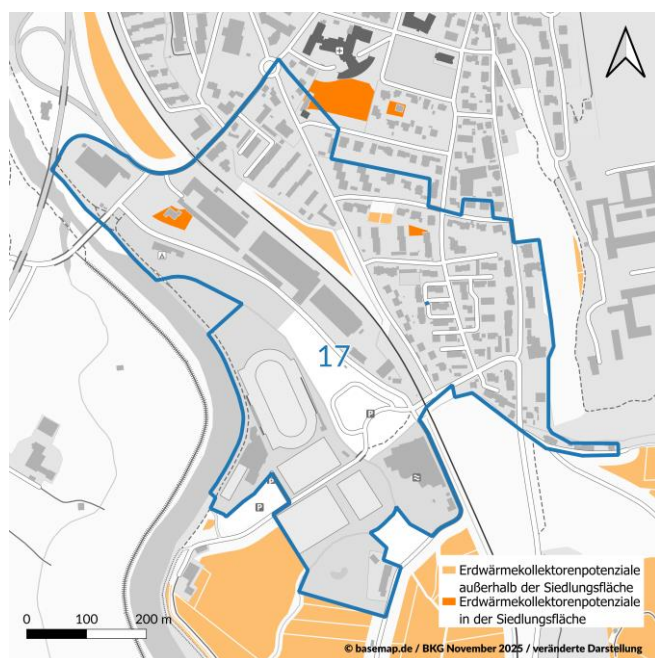


Potenziale zur Wärmeversorgung

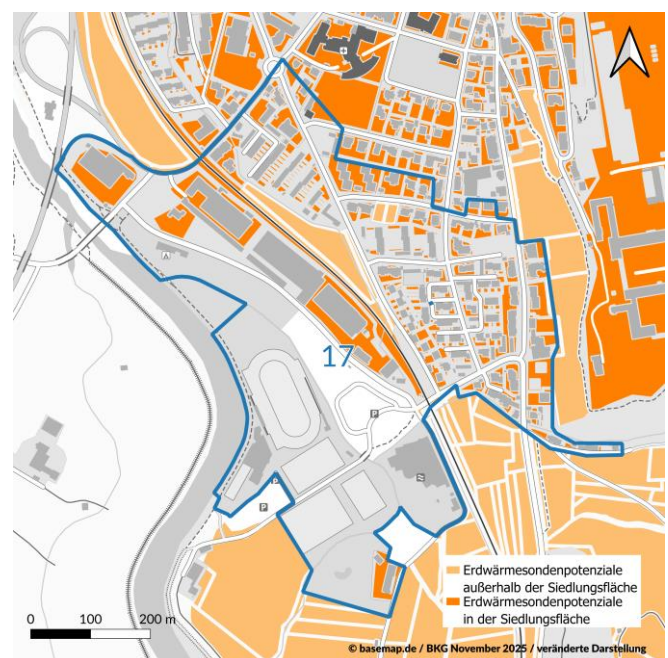
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



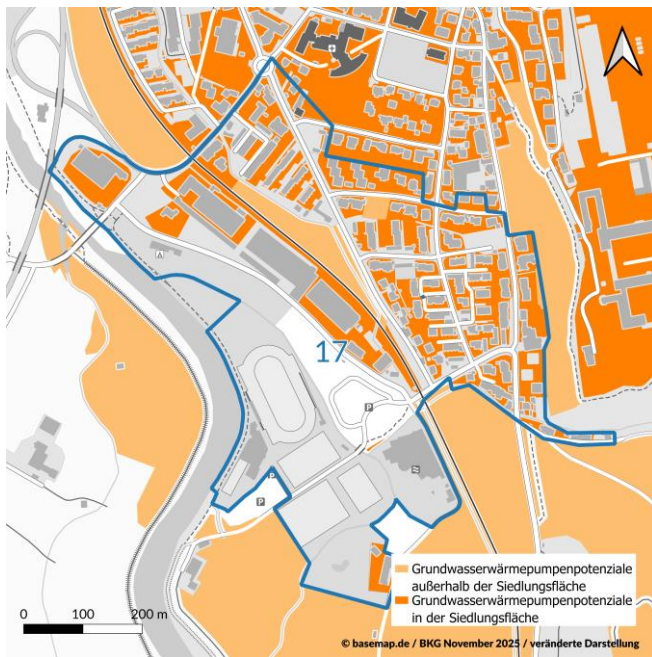
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

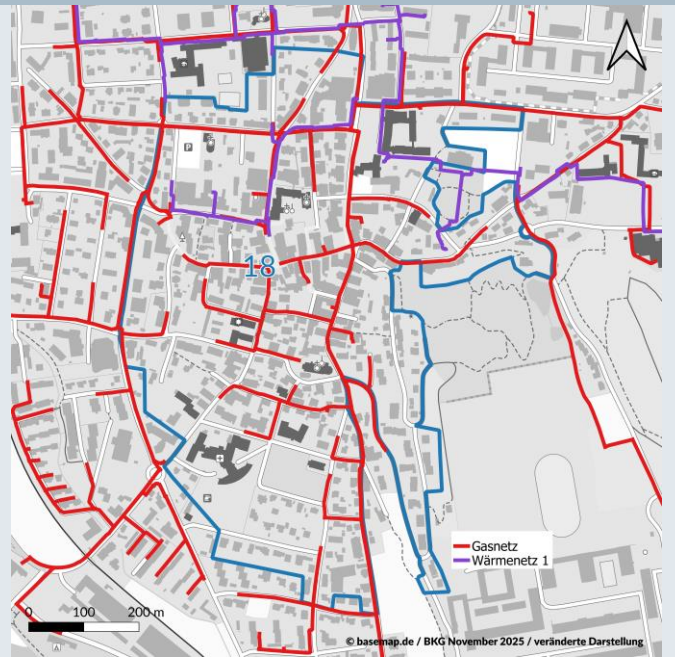


Potenziale zur Wärmeversorgung

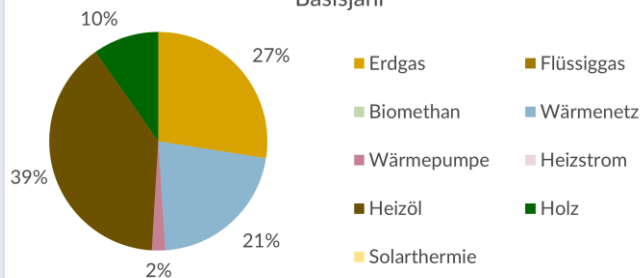
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

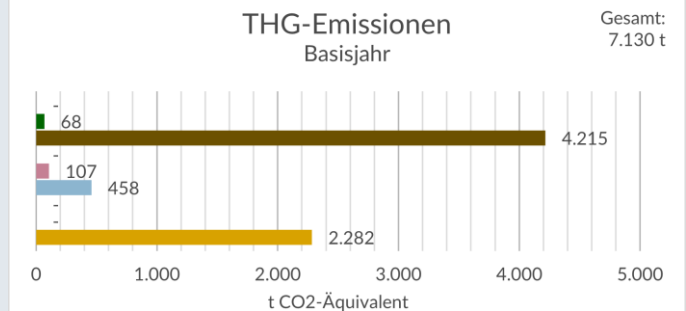
Teilgebiet	18
Fläche	45 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Mischgebiet
Anzahl Adressen	398
Vorwiegende Baualtersklasse	vor 1919
Wärmeverbrauch	34.603 MWh/a
Wärmedichte	769 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	3%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	37%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	258

**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist ein Mischgebiet mit sehr altem Gebäudebestand vor 1919. Ein Gasnetz versorgt rund 37 % der Gebäude, ein Wärmenetz besteht bereits. Zusätzlich wird das Gebiet aktuell durch Heizöl und Biomasse sowie einen geringen Anteil Wärmepumpen versorgt. Aufgrund der hohen Wärmedichte ist langfristig eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz denkbar.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzverdichtung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Wärmenetz Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	23.520 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	146	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	10
Heizöl	27	Wärmepumpen	13
Kohle	0	Wärmenetz	13

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	157	1991 - 2000	0
1919 - 1948	12	2001 - 2010	0
1949 - 1978	144	2011 - 2019	21
1979 - 1990	64	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	11.575,4 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	3.617,3 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	9.491 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

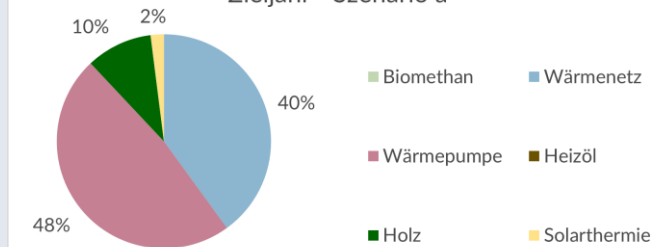
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	258
Wärmeverbrauch im Zieljahr	23.520 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	523 MWh/ha*a

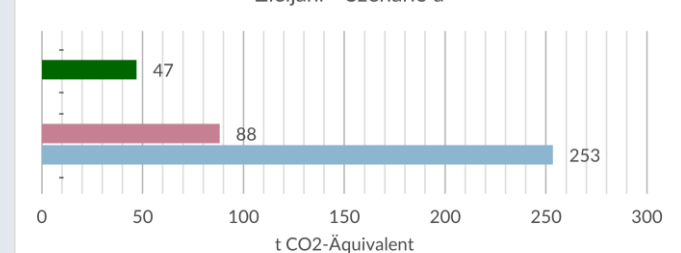
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (vereinzelt dezentral), Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

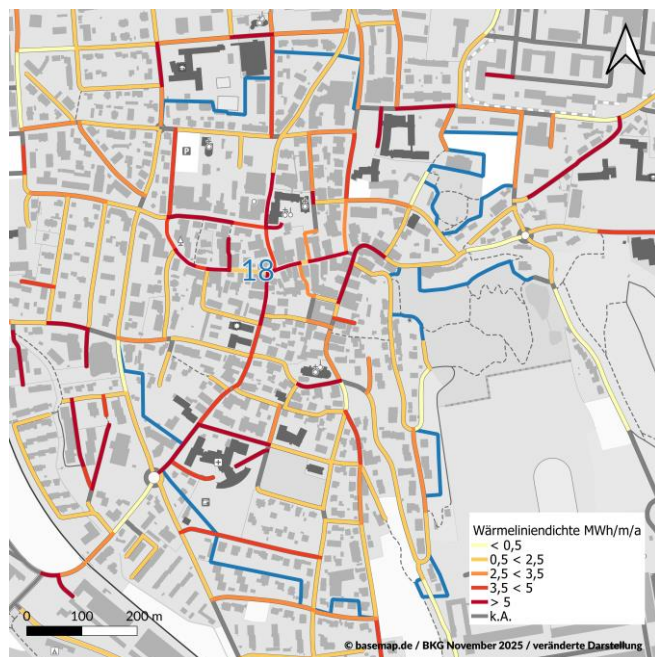


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

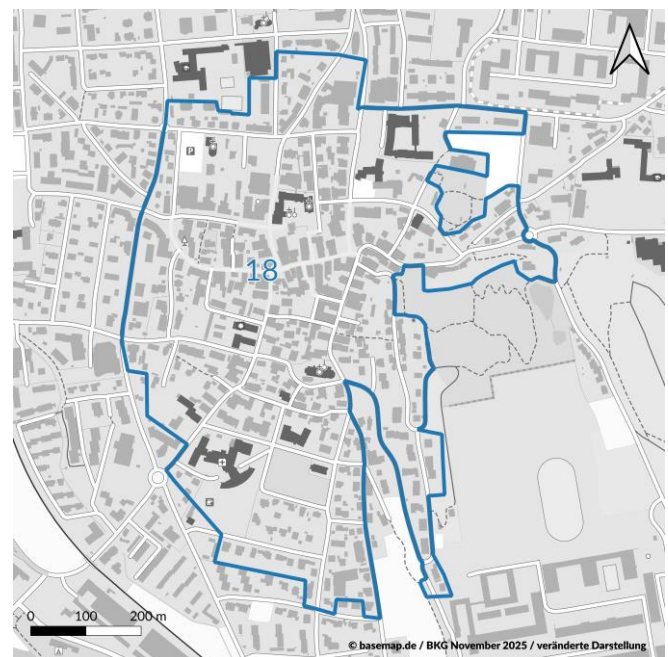
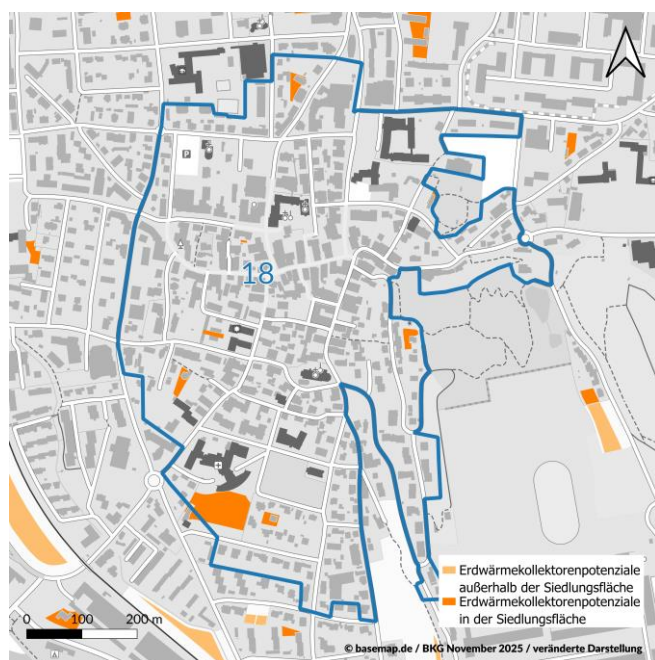


Potenziale zur Wärmeversorgung

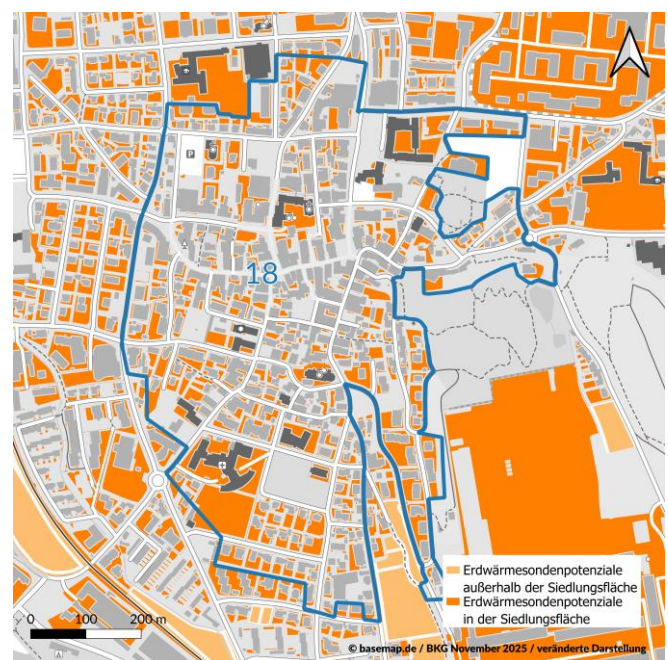
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



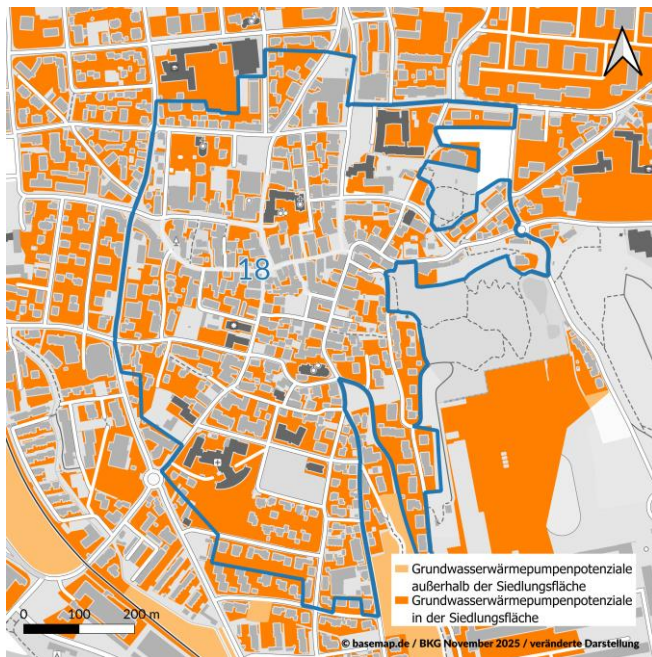
Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

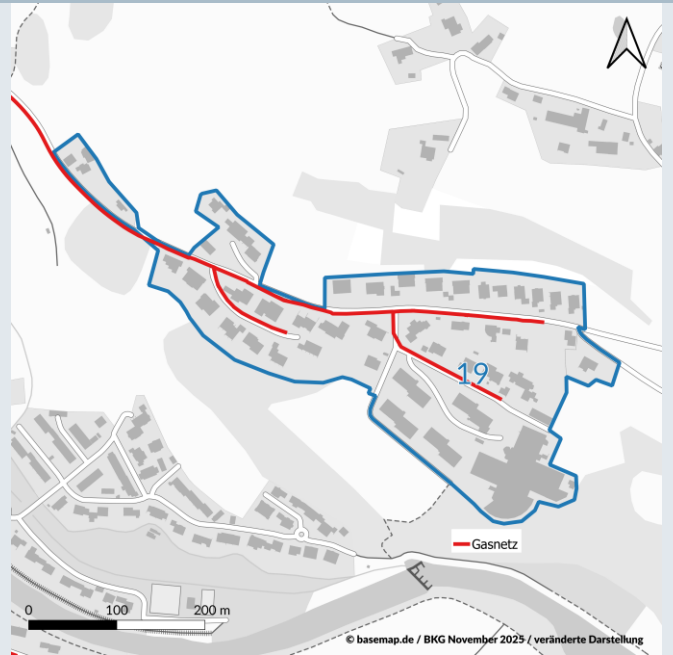


Potenziale zur Wärmeversorgung

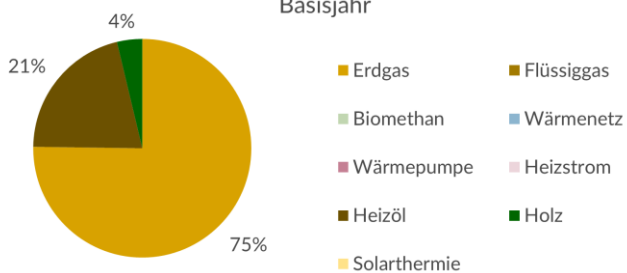
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	19
Fläche	9 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	48
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	7.108 MWh/a
Wärmedichte	790 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	38%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	41

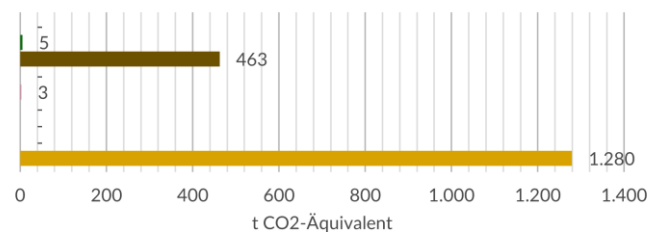
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
1.750 t

**Beschreibung**

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt rund 38 % der Gebäude. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit über das Gasnetz und dezentrale Versorgung mit Heizöl und Biomasse. Auch künftig wird diese voraussichtlich dezentral bleiben.

Wärmewendestrategie

Prüfgebiet

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	6.239 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	18	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	0
Heizöl	5	Wärmepumpen	1
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	31	2011 - 2019	0
1979 - 1990	17	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	2.918,0 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	911,9 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.509 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

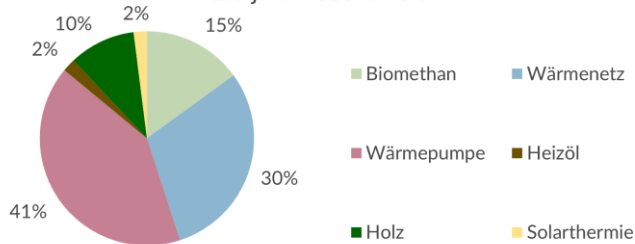
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	41
Wärmeverbrauch im Zieljahr	6.239 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	693 MWh/ha*a

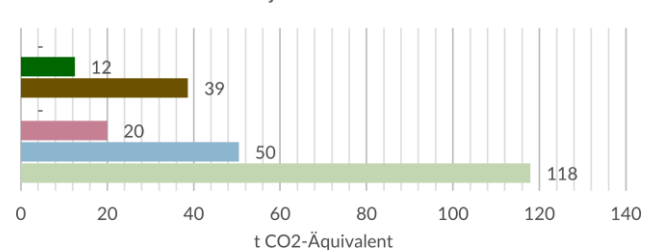
Wärmequelle

Erdwärmekollektor (zentral & vereinzelt dezentral),
Erdwärmesonden, Grundwasserbrunnen (vereinzelt zentral),
Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

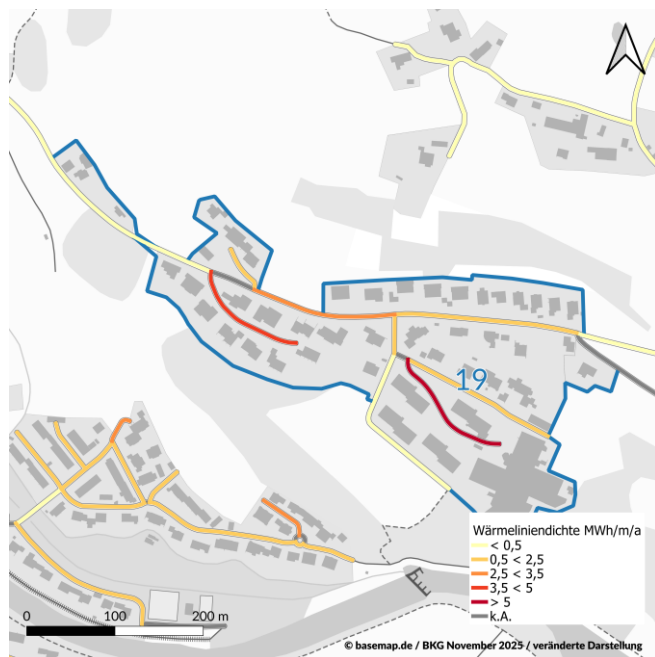


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

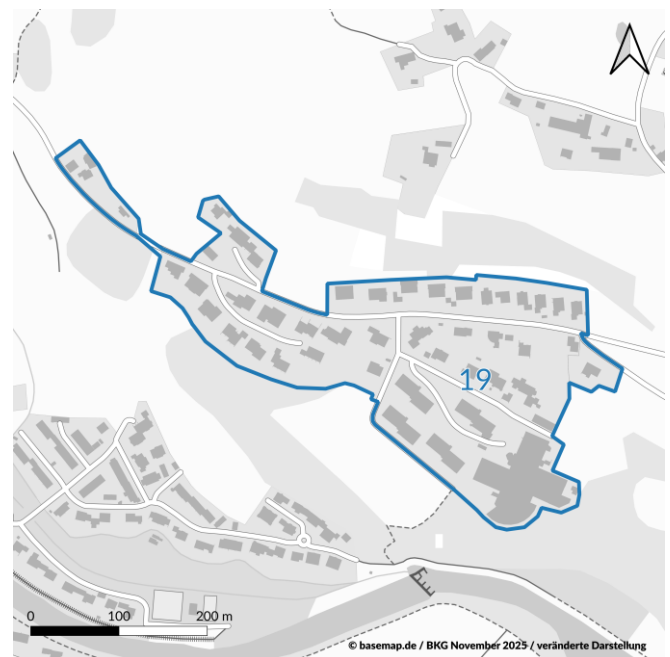
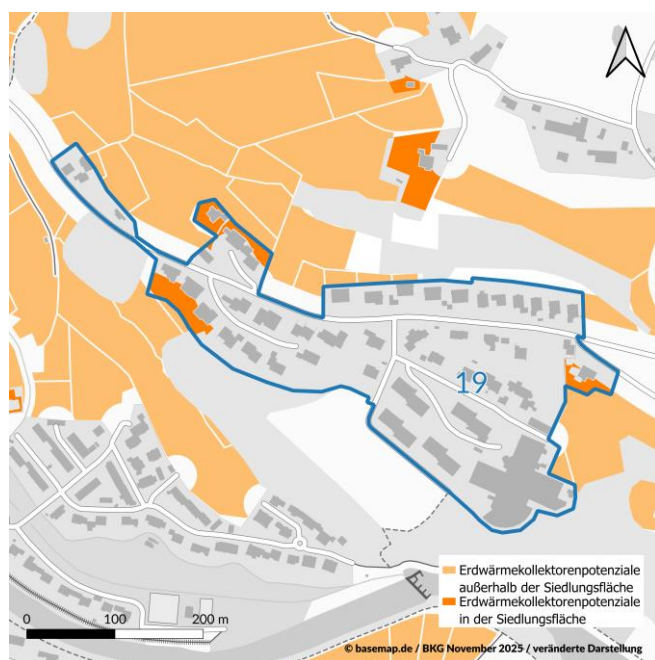


Potenziale zur Wärmeversorgung

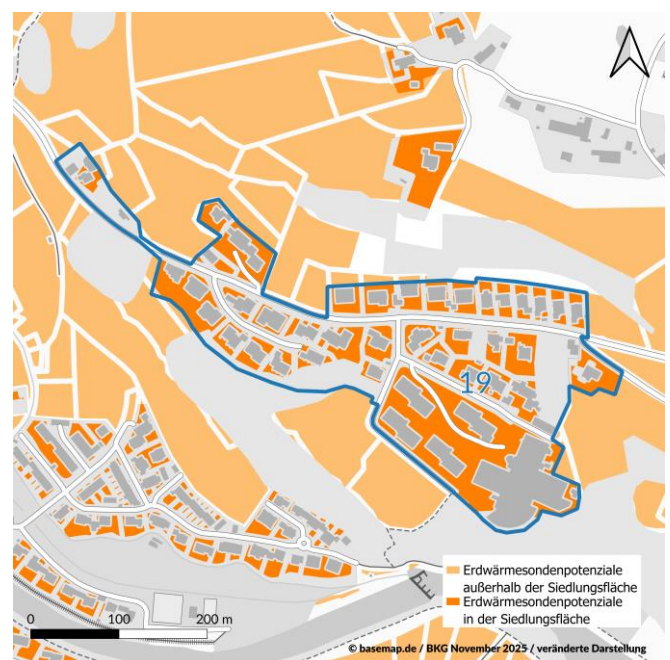
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



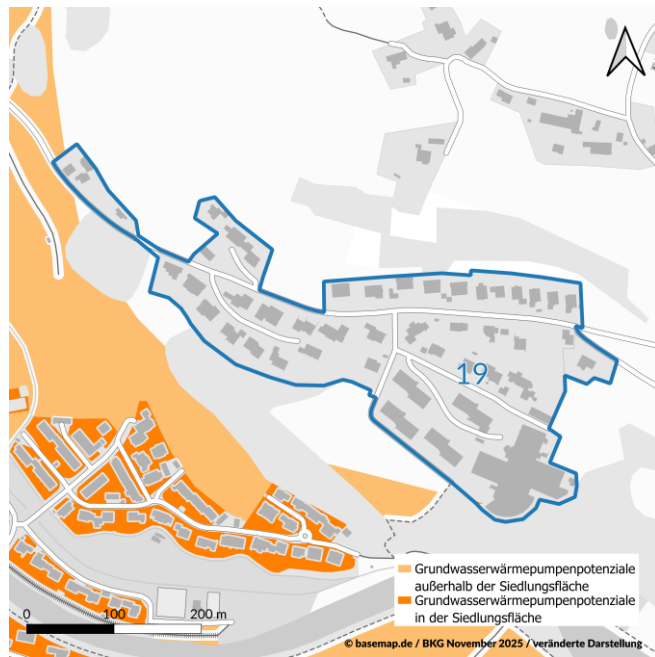
Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden



Potenziale zur Wärmeversorgung

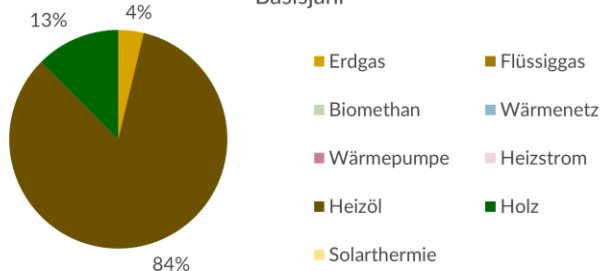
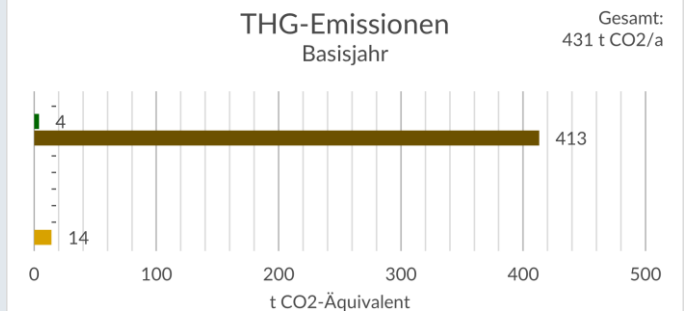
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	20
Fläche	2 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Gewerbegebiet
Anzahl Adressen	6
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	1.591 MWh/a
Wärmedichte	796 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	17%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	1



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
BasisjahrTHG-Emissionen
Basisjahr

Beschreibung

Das Teilgebiet ist ein Sondergebiet des Bundes mit Gebäuden der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Gasnetz ist in geringem Umfang vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral durch Heizöl und Biomasse. Auch künftig wird diese voraussichtlich dezentral bleiben.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Dezentral Dezentral Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	1.433 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	1	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	0
Heizöl	1	Wärmepumpen	0
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	6	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	686,2 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	214,4 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	291 m
---	-------

Zielbild – Zieljahr 2040

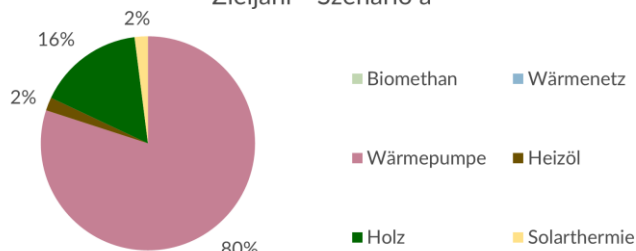
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	1
Wärmeverbrauch im Zieljahr	1.433 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	717 MWh/ha*a

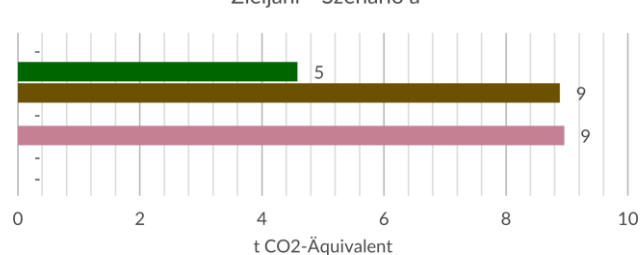
Wärmequelle

Grundwasserbrunnen, Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a



THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a



Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



Solarthermiepotezial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch

Erdwärmekollektoren



Erdwärmesonden

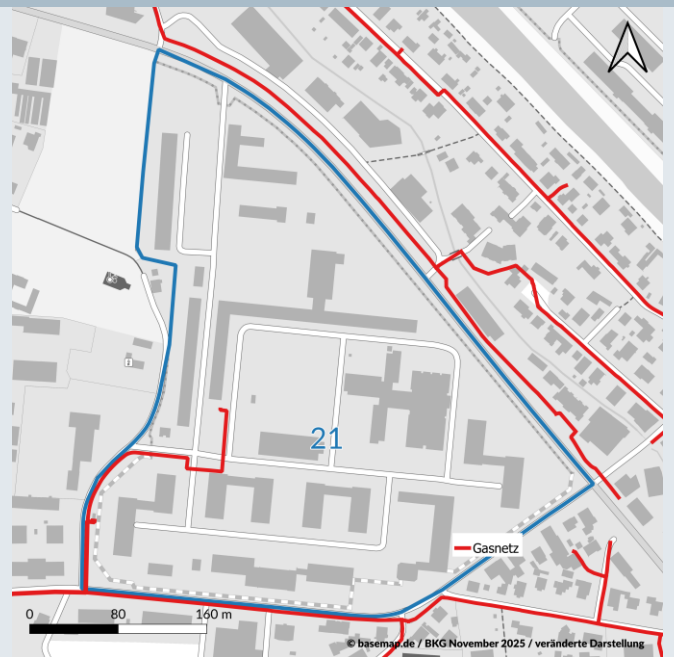


Potenziale zur Wärmeversorgung

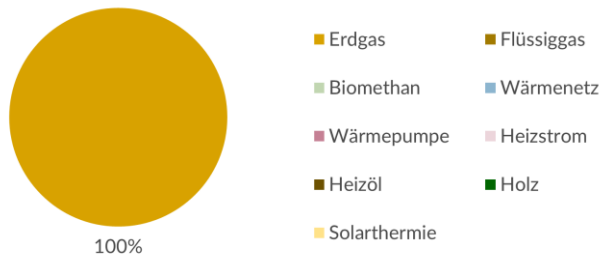
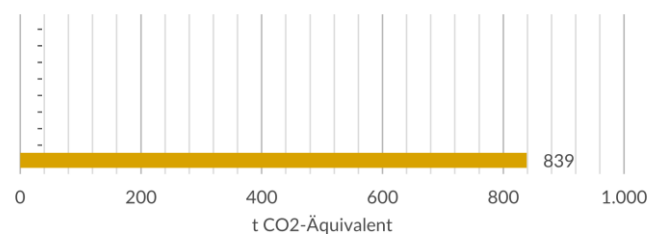
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	21
Fläche	13 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Gewerbegebiet
Anzahl Adressen	1
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	3.495 MWh/a
Wärmedichte	269 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	100%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	0



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
BasisjahrTHG-Emissionen
BasisjahrGesamt:
839 t CO₂/a

Beschreibung

Im Teilgebiet handelt es sich um eine Kaserne mit vollständiger Gasnetzanbindung. Langfristig ist eine Umstellung auf eine dezentrale Wärmeversorgung plausibel.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	3.495 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	1	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	0
Heizöl	0	Wärmepumpen	0
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	1	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	1.511,8 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	472,4 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.792 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

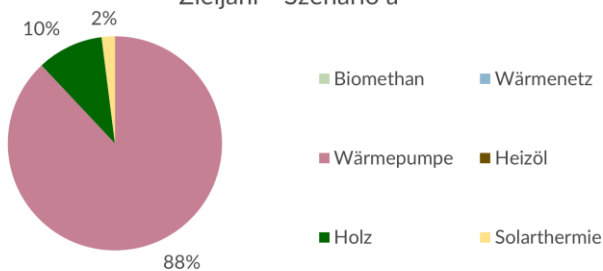
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	0
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.495 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	269 MWh/ha*a

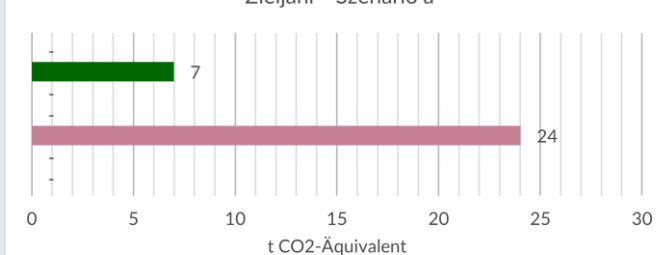
Wärmequelle

Erdwärmesonden (dezentral), Grundwasserbrunnen (dezentral),
Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

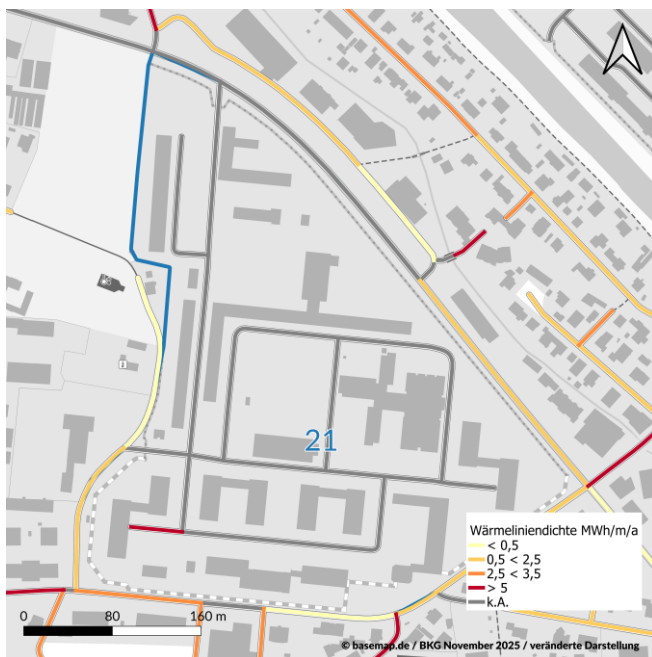


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

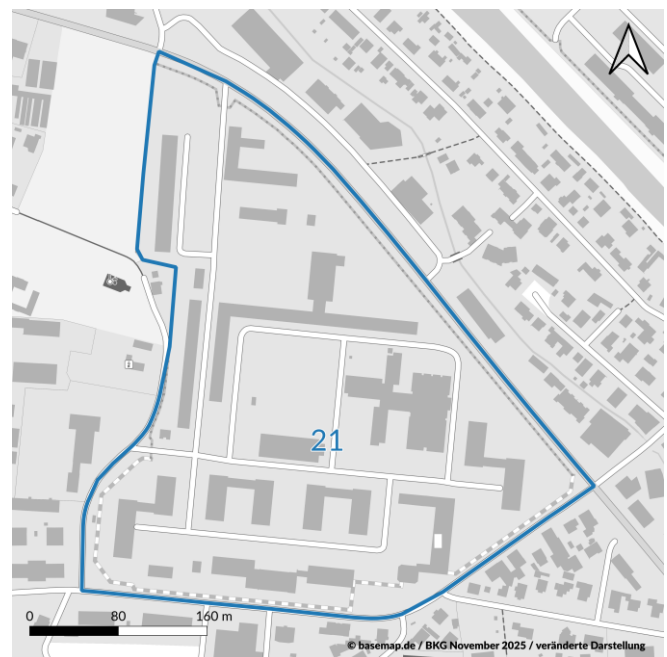
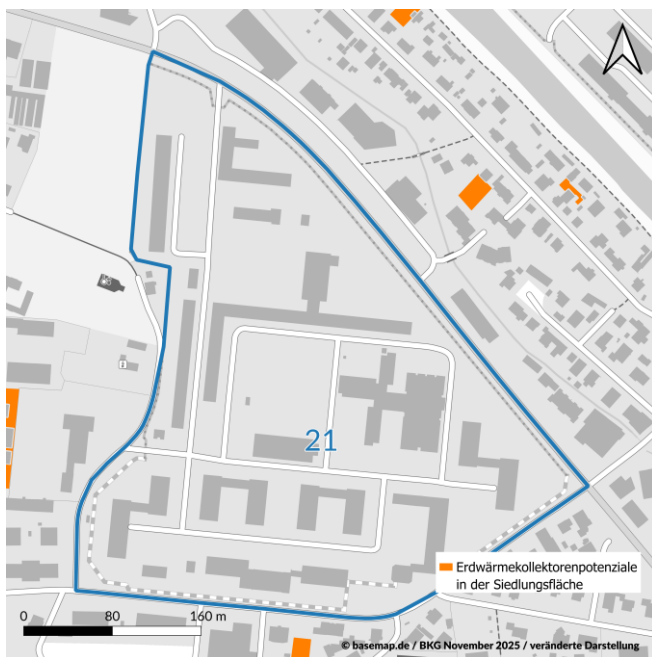


Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



Solarthermiepotezial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

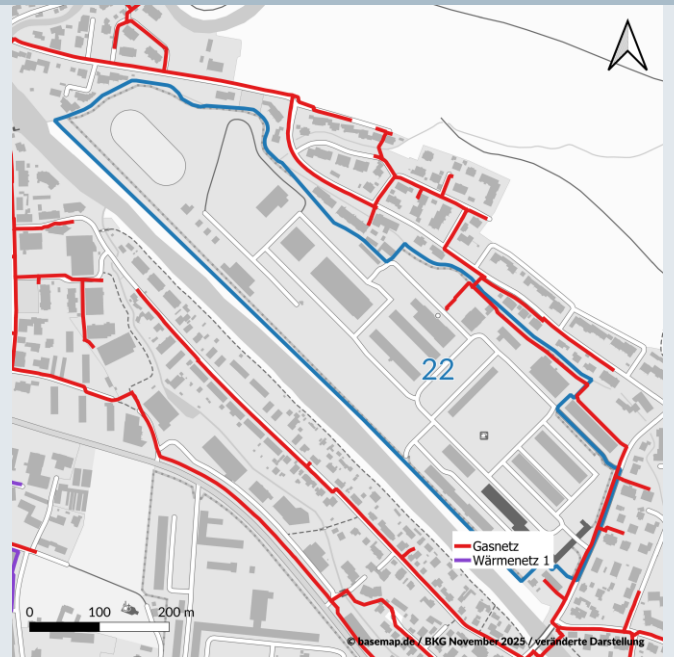


Potenziale zur Wärmeversorgung

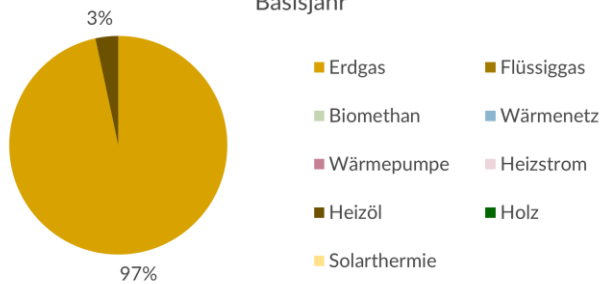
**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**

Bestand

Teilgebiet	22
Fläche	19 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Mischgebiet
Anzahl Adressen	2
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	1.735 MWh/a
Wärmedichte	91 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	50%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	1

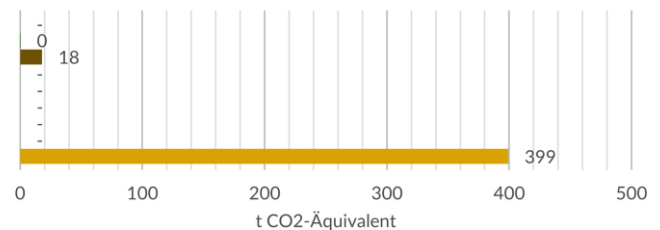
**Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023**

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr

Gesamt:
417 t CO₂/a

**Beschreibung**

Das Teilgebiet ist eine Kaserne mit geringer Wärmedichte und Gebäuden überwiegend aus der Baualtersklasse 1979–1990. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit über das Gasnetz mit einem geringen Anteil an Heizöl. Langfristig ist eine Umstellung auf eine dezentrale Wärmeversorgung plausibel.

Wärmewendestrategie

Dezentral

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich ungeeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Gasnetz Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	1.706 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	1	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	0
Heizöl	0	Wärmepumpen	0
Kohle	0	Wärmenetz	0

Hinweis:

Unschärfen möglich auf Basis keiner eindeutigen Zuweisung.
Je Gebäude wurden nur die überwiegenden Energieträger gewertet.

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	0	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	0	2011 - 2019	0
1979 - 1990	2	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitigkeit)	745,2 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	232,9 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.970 m
---	---------

Zielbild – Zieljahr 2040

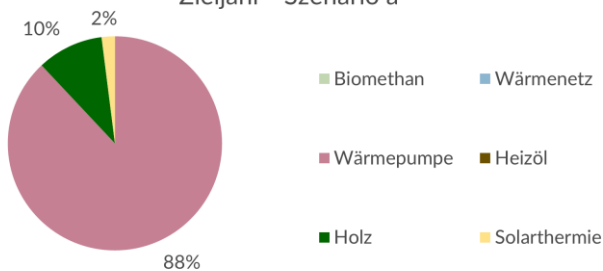
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	1
Wärmeverbrauch im Zieljahr	1.706 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	90 MWh/ha*a

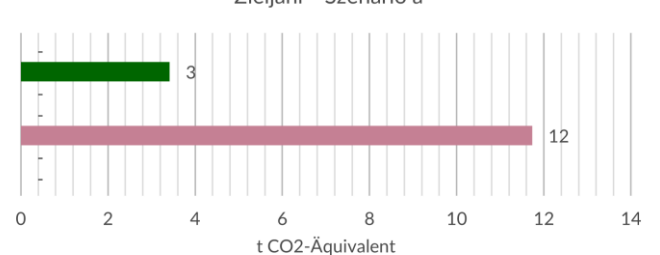
Wärmequelle

Erdwärmesonden (dezentral), Grundwasserbrunnen (dezentral), Solarthermie Dachfläche, Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Zieljahr - Szenario a

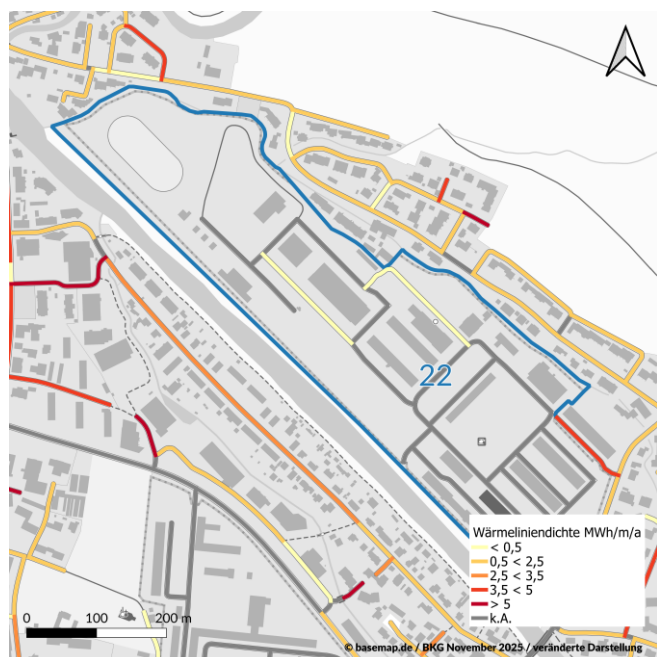


THG-Emissionen
Zieljahr - Szenario a

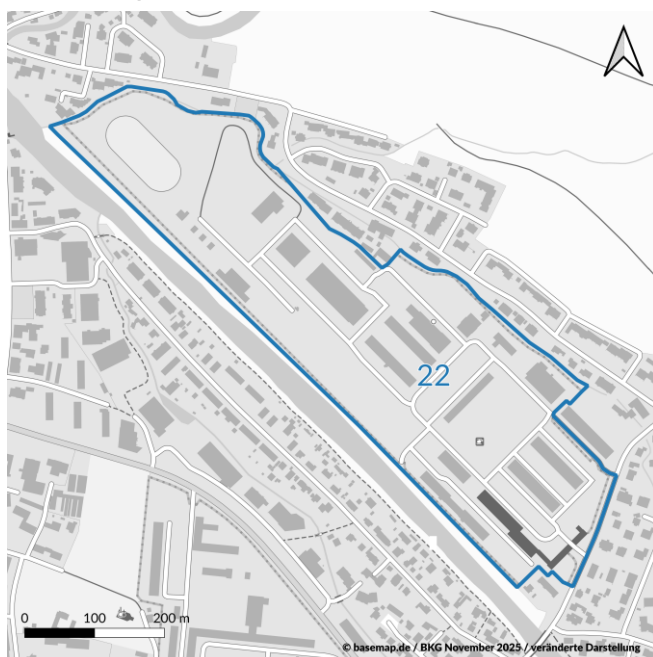
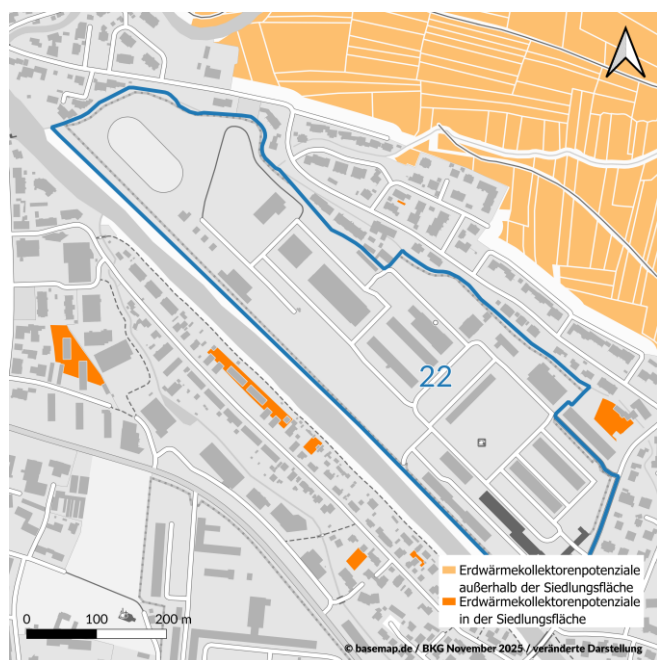


Potenziale zur Wärmeversorgung

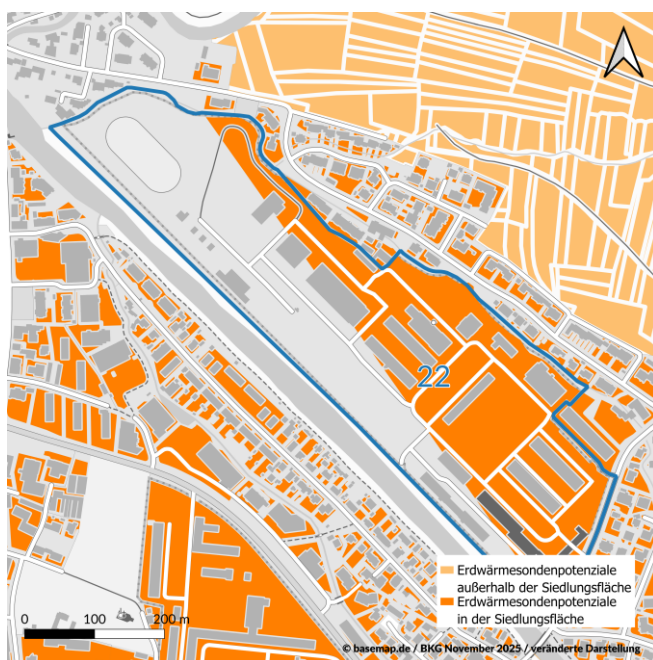
Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



Solarthermiepotenzial Freifläche

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden



Potenziale zur Wärmeversorgung

**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch
Grundwasserbrunnen**