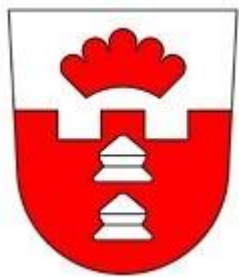




Endbericht

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE GEMEINDE RETTENBERG



Auftraggeber

Gemeinde Rettenberg

Gartenstr. 7

85757 Rettenberg

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 Gemeinde Rettenberg	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 Gemeinde Rettenberg.....	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 Wärmelinienichte.....	28
2.5.5 Überwiegender Energieträgeranteil	29
2.5.6 Infrastrukturanalyse.....	31
3 Potenzialanalyse	33
3.1 Einsparpotenzial	34
3.2 Biomasse	40
3.2.1 Biogene Festbrennstoffe	40
3.2.2 Biogaspotenzial.....	41
3.3 Umweltwärme.....	41
3.3.1 Abwasserwärmenutzung	42
3.3.2 Wärme aus Oberflächengewässern	43
3.3.3 Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	44

3.4	Geothermie	44
3.4.1	Tiefengeothermie.....	45
3.4.2	Oberflächennahe Geothermie.....	46
3.5	Solarthermie	51
3.6	Abwärme	54
3.6.1	Industrielle Abwärme	54
3.7	Wasserstoff	56
3.8	Sektorenkopplung	59
3.9	Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung	60
3.9.1	Photovoltaik.....	60
3.9.2	Windenergie.....	62
3.9.3	Wasserkraft.....	64
4	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario	66
4.1	Gebietseinteilung	66
4.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	69
4.2.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz.....	69
4.2.2	Eignung für dezentrale Versorgung.....	70
4.2.3	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff	72
4.2.4	Prüfgebiete	73
4.2.5	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	73
4.3	Zielszenario	75
5	Wärmewendestrategie.....	78
5.1	Maßnahmenkatalog	78
5.2	Teilgebietssteckbriefe.....	80
5.2.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz.....	81
5.2.2	Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen	82
5.2.3	Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen.....	86
5.3	Fokusgebiete	89
5.3.1	Fokusgebiet Teilgebiet 4	90
5.3.2	Fokusgebiet Teilgebiet 6	92
5.4	Kommunikationsstrategie	95
5.5	Controllingkonzept.....	95
5.5.1	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz	96

5.5.2	Monitoring von Hauptindikatoren	96
5.5.3	Indikatoren für die Maßnahmen	97
5.5.4	Indikatoren für den Prozess	97
5.6	Verstetigungsstrategie	98
5.6.1	Rollierende Planung	98
5.6.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen	98
5.6.3	Politische Absicherung	99
5.6.4	Weitere Regelungen	99
6	Zusammenfassung	101
7	Literaturverzeichnis	102
Anhang		105
	Maßnahmensteckbriefe	105
	Teilgebietssteckbriefe	120

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Beplantes Gebiet nach Eignungsprüfung Gemeinde Rettenberg	15
Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Gemeinde Rettenberg	16
Abbildung 2-3: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren im Basisjahr	17
Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg ...	18
Abbildung 2-5: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Energieträger im Basisjahr	18
Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Rettenberg	19
Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg im Basisjahr	21
Abbildung 2-8: THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg	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 Gemeinde Rettenberg	24
Abbildung 2-12 Überwiegende Baualtersklassen in der Gemeinde Rettenberg	25
Abbildung 2-13: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr der Gemeinde Rettenberg	26
Abbildung 2-14: Wärmedichte auf Baublockebene in der Gemeinde Rettenberg	27
Abbildung 2-15: Wärmelinien-dichte der Gemeinde Rettenberg für das Basisjahr	29
Abbildung 2-16: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Gemeinde Rettenberg	30
Abbildung 2-17: Gasnetzverlauf der Gemeinde Rettenberg	32
Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe	33
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der beiden Sanierungsszenarien für die Gemeinde Rettenberg	39
Abbildung 3-3: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025)	45
Abbildung 3-4: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gemeindegebiet von Rettenberg	48
Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gemeindegebiet von Rettenberg	50
Abbildung 3-6: Potenzialflächen für Grundwasserwärmepumpen in Rettenberg	51
Abbildung 3-7: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieanlagen in der Gemeinde Rettenberg	53
Abbildung 3-8: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme	54
Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus eigene Darstellung	55
Abbildung 3-10: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)	57
Abbildung 3-11: Wasserstoffkernnetz (eigene Darstellung)	59
Abbildung 3-12: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse Gemeinde Rettenberg	62
Abbildung 3-13: Potenzialflächen für Windenergieanlagen (eigene Darstellung)	64
Abbildung 4-1 Einteilung der Gemeinde Rettenberg in Teilgebiete (Gesamtansicht)	67
Abbildung 4-2 Einteilung der Gemeinde Rettenberg in Teilgebiete (Zoom)	68
Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung	70
Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung	72
Abbildung 4-5: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Rettenberg	74

<i>Abbildung 4-6: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Rettenberg</i>	75
<i>Abbildung 5-1: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen</i>	79
<i>Abbildung 5-2: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs</i>	81
<i>Abbildung 5-3: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs</i>	83
<i>Abbildung 5-4: Kartografische Darstellungen Wärmeliniendichte sowie lokale Potenziale im Gebiet als auch in näherer Umgebung des Teilgebiets</i>	87
<i>Abbildung 5-5: Beispiel der lokalen Potenziale von Grundwasserbrunnensystemen</i>	88
<i>Abbildung 5-6: Darstellung der Fokusgebiete</i>	89
<i>Abbildung 5-7: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes im Teilgebiet 4</i>	91
<i>Abbildung 5-8: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten</i>	92
<i>Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes im Teilgebiet 6</i>	93
<i>Abbildung 5-10: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten</i>	94

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger in Rettenberg	13
Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner im Basisjahr	19
Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Basisjahr	20
Tabelle 2-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden in Rettenberg im Basisjahr	23
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)	36
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)	37
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).....	38
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)	38
Tabelle 3-5: Biomassepotenziale für die Gemeinde Rettenberg.....	41
Tabelle 3-6: Wertebereiche der Wassertemperaturen an der Messstation Sonthofen	44
Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Gemeinde Rettenberg	48
Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Gemeinde Rettenberg	49
Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Gemeinde Rettenberg.....	52
Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Gemeinde Rettenberg.....	54
Tabelle 3-11: Übersicht der Flächenpotenziale für PV-Freiflächen für die Gemeinde Rettenberg	61
Tabelle 3-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Photovoltaik auf Dachflächen für die Gemeinde Rettenberg.....	62
Tabelle 4-1: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr.....	76
Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahreschritten aus dem Technikatalog (Prognos AG; ifeu, 2024)	77
Tabelle 5-1: Maßnahmenübersicht	80
Tabelle 5-2: Bestandsdaten Teilgebiete.....	82
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)	85
Tabelle 5-4: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile	86
Tabelle 5-5: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes.....	91
Tabelle 5-6: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes.....	93

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	Gemeindewerke Rettenberg
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 Alpee-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 Gemeinde Rettenberg, 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 Rettenberg wurden u. a. folgende Daten berücksichtigt:

- ▶ Baualter (gebäudescharf)
- ▶ ALKIS-Daten (u. a. Flurstücke, Adressen, Gebäudepolygone, Gebäudetyp)
- ▶ Landschaftsmodell (BasisDLM)
- ▶ 3D-Gebäudemodelle (CityGML LoD 2)
- ▶ Bezirksschornsteinfegerdaten (Straßenzugsebene)
- ▶ Zensusdaten aus der Befragung 2022 (Beheizungsstruktur)
- ▶ Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern
- ▶ Versorgungsstruktur des Erdgasnetzes
- ▶ 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
- ▶ 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 Rettenberg

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.

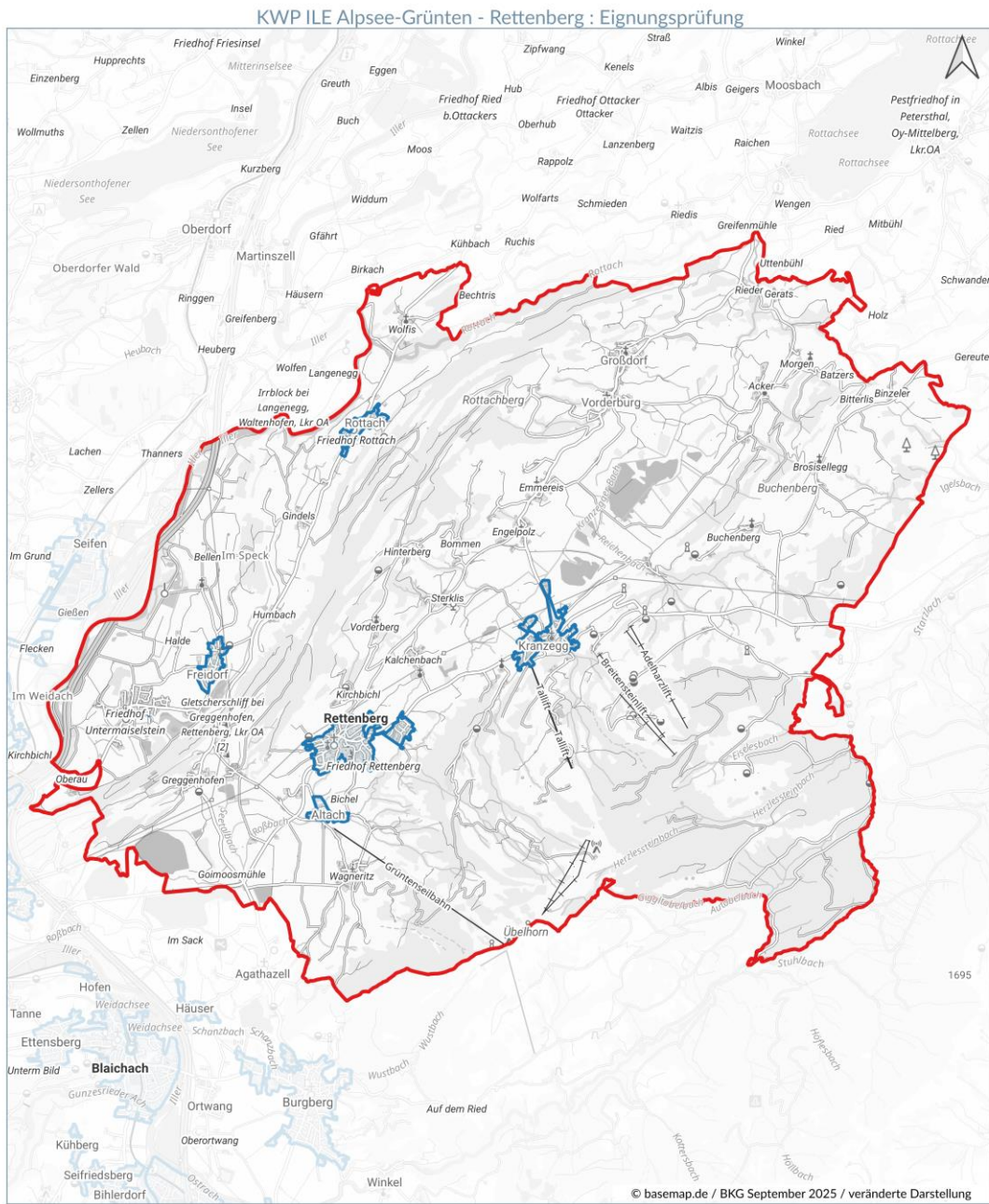
Während der Bestandsanalyse wurden die Daten und Informationen in einer Datenbank gesammelt sowie in einem geographischen Informationssystem (GIS) gespeichert und weiterverarbeitet. Die gesammelten Informationen (wie z. B. Energieverbräuche, Verteilung der eingesetzten Energieträger, Alter des Gebäudebestandes) 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 eine 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.



LEGENDE

- ⬮ Gemeindegrenze
- ▭ Eignungsprüfung - Gebiete zur tiefergehenden Betrachtung

KWP ILE Alpsee-Grünten - Rettenberg
Eignungsprüfung

0 0,5 1 km

energielenker
für Klima und Zukunft

Datum: September 2025
Kürzel: MP
Datenquellen: OpenData BY

Abbildung 2-1: Beplantes Gebiet nach Eignungsprüfung Gemeinde Rettenberg

2.3 Charakterisierung der Gemeinde Rettenberg

2.3.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2022 wohnten 4.560 Menschen in Gemeinde Rettenberg. Bis zum Jahr 2033 soll die Bevölkerungszahl der Gemeinde Rettenberg auf 4.690 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 2,77 %, bzw. 130 Personen.

2.3.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in der Gemeinde Rettenberg 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: 65)
- ▶ Einzelhandel (74)
- ▶ Großhandel (33)
- ▶ Verkehr und Logistik (7)
- ▶ Gastgewerbe (43)
- ▶ Dienstleistungen für Unternehmen (71)
- ▶ Dienstleistungen für Personen (99)

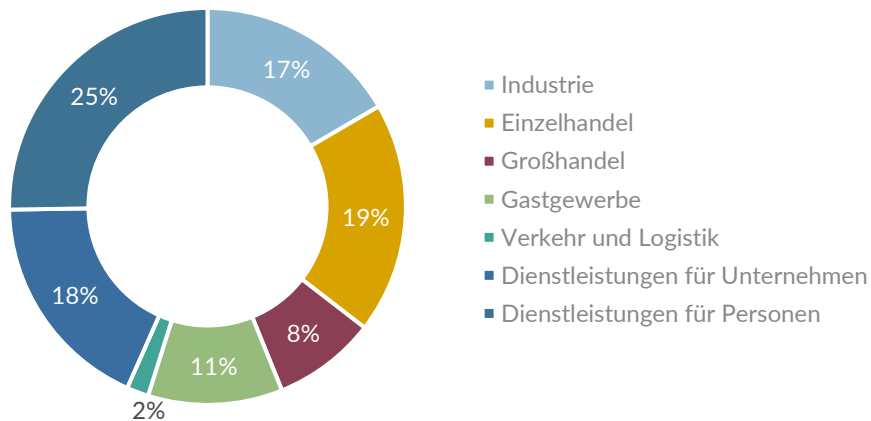


Abbildung 2-2: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Gemeinde Rettenberg

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Rettenberg 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 Gemeinde Rettenberg

Im Basisjahr weist die Gemeinde Rettenberg sektorenübergreifend einen Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung von 40.249 MWh auf. In Abbildung 2-3 wird die prozentuale Verteilung der Endenergieverbräuche im Wärmesektor nach Verwendung dargestellt. Die folgende Verteilung zeigt, dass die privaten Haushalte im Basisjahr mit 72 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch verursachen. Der Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) hat einen Anteil von 26 %. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die gemeindeeigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Auf den Sektor kommunale Einrichtungen entfällt lediglich ein Anteil von 2 %. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Verwaltung erhoben und übermittelt.

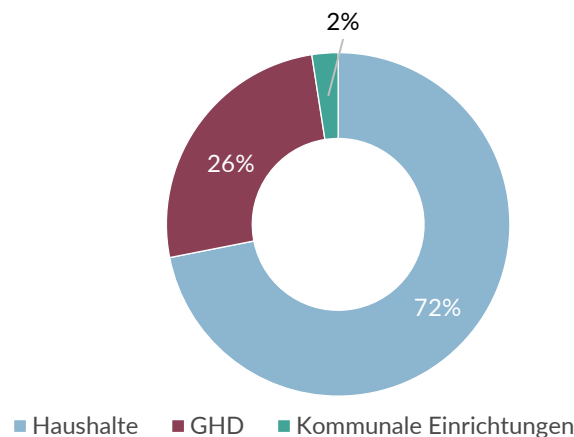


Abbildung 2-3: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren im Basisjahr

In Abbildung 2-4 sind die Verbräuche nach Sektoren dargestellt. Der größte Anteil des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Rettenberg fällt mit 28.940 MWh bei den privaten Haushalten an. An zweiter Stelle folgt der Wärmeverbrauch des Sektors GHD mit 10.321 MWh. Der Sektor kommunale Einrichtungen mit 988 MWh macht einen geringen Anteil aus.

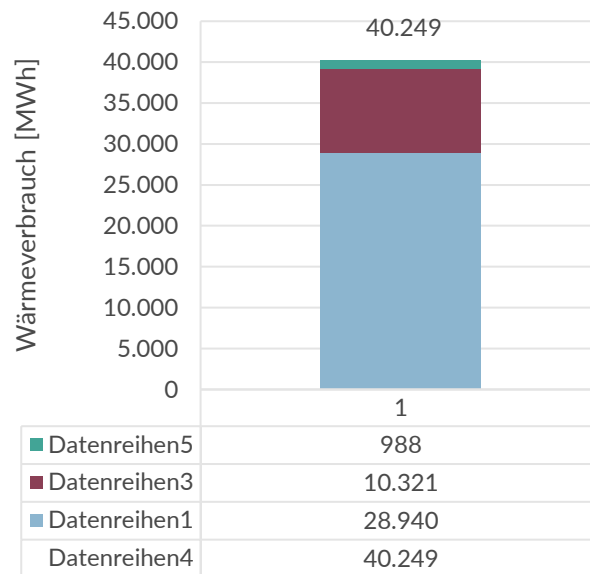


Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg

Aus Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6 ist der Wärmeverbrauch pro Energieträger ersichtlich. Den größten Anteil der Wärmeversorgung nimmt Heizöl mit 56 % (22.698 MWh) ein. Gefolgt von Biomasse mit 25 % (9.979 MWh) und Erdgas 6.547 MWh (16 %). In der Kategorie Sonstige sind die Energieträger Solarthermie, Stromdirektheizung, Wärmepumpen, Wärmenetze, Flüssiggas und restlichen nichtleitungsgebundene Energieträger zusammengefasst und bilden in Summe einen Anteil von ca. 3%. Über die restlichen nichtleitungsgebundenen Energieträger sind Verbräuche erfasst, die keinem Energieträger zuweisbar waren.

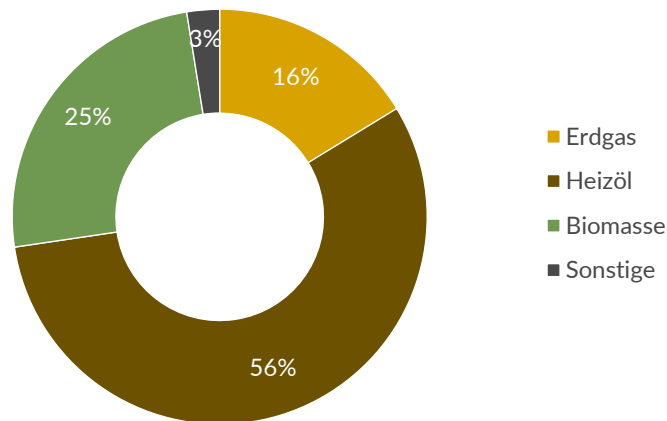


Abbildung 2-5: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Energieträger im Basisjahr

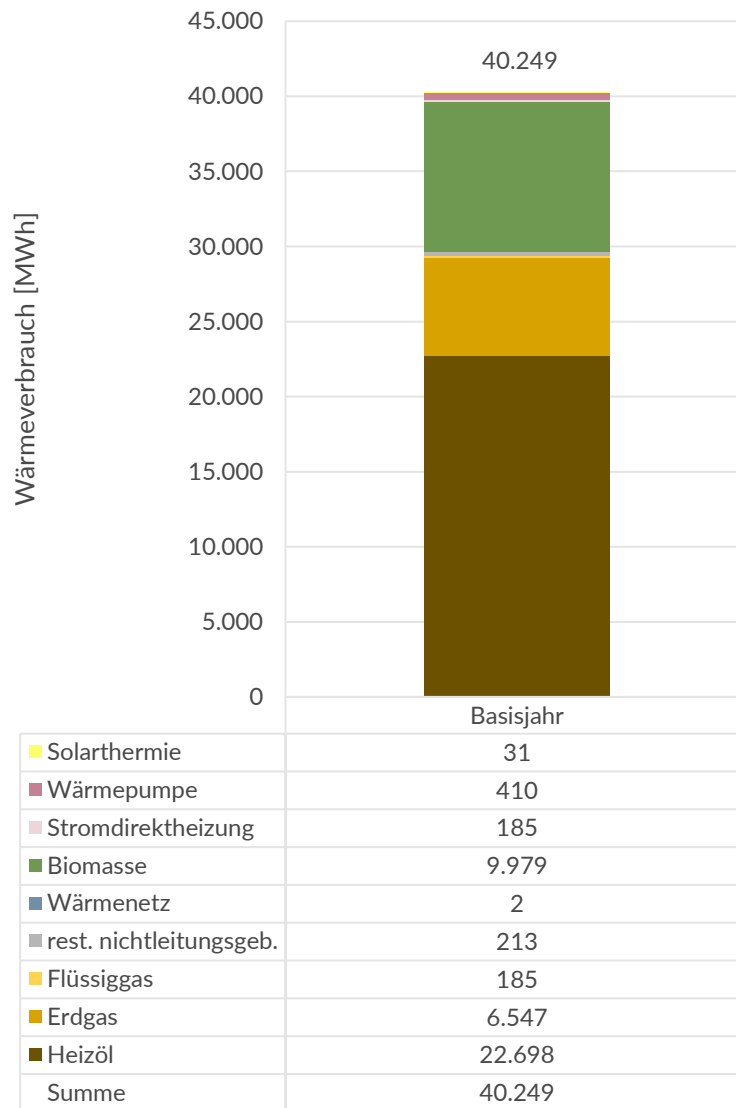


Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Rettenberg

Endenergieverbrauch pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen Endenergieverbräuche aus Abbildung 2-4 sind in der Tabelle 2-2 pro Einwohner dargestellt. Im Basisjahr hatte Rettenberg 4.560 Einwohner, der Endenergieverbrauch pro Person lag bei 8,83 MWh.

Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner im Basisjahr

	Endenergieverbrauch pro Einwohner in MWh/Person
Haushalte	6,35
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	2,26
Kommunale Einrichtungen	0,22
Summe	8,83

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 Basisjahr

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
		rest. nichtleitungsgeb.	202

Die Emissionsfaktoren der restlichen nichtleitungsgebundenen Energieträger sind 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 Gemeinde Rettenberg sektorenübergreifend THG-Emissionen von 9.260 tCO_{2e} für die Wärmebereitstellung auf. Abbildung 2-7 zeigt die prozentuale Verteilung der THG-Emissionen für die Sektoren der Gemeinde Rettenberg.

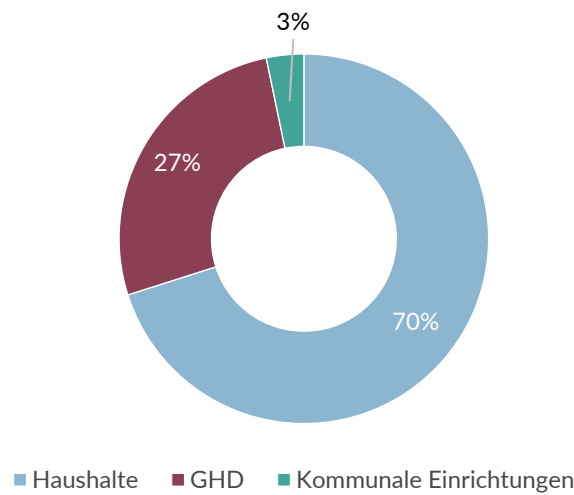


Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg im Basisjahr

In Abbildung 2-8 sind die THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg dargestellt. Die meisten THG-Emissionen verursacht der Haushaltssektor mit rund 6.490 tCO₂e (70 %) im Basisjahr. Der Sektor GHD emittiert 2.468 tCO₂e (27 %) und die kommunalen Einrichtungen mit 302 tCO₂e (3%).

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

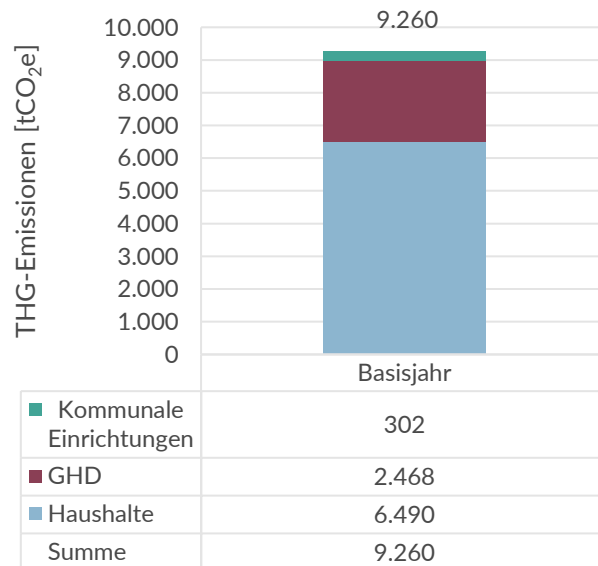


Abbildung 2-8: THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Rettenberg

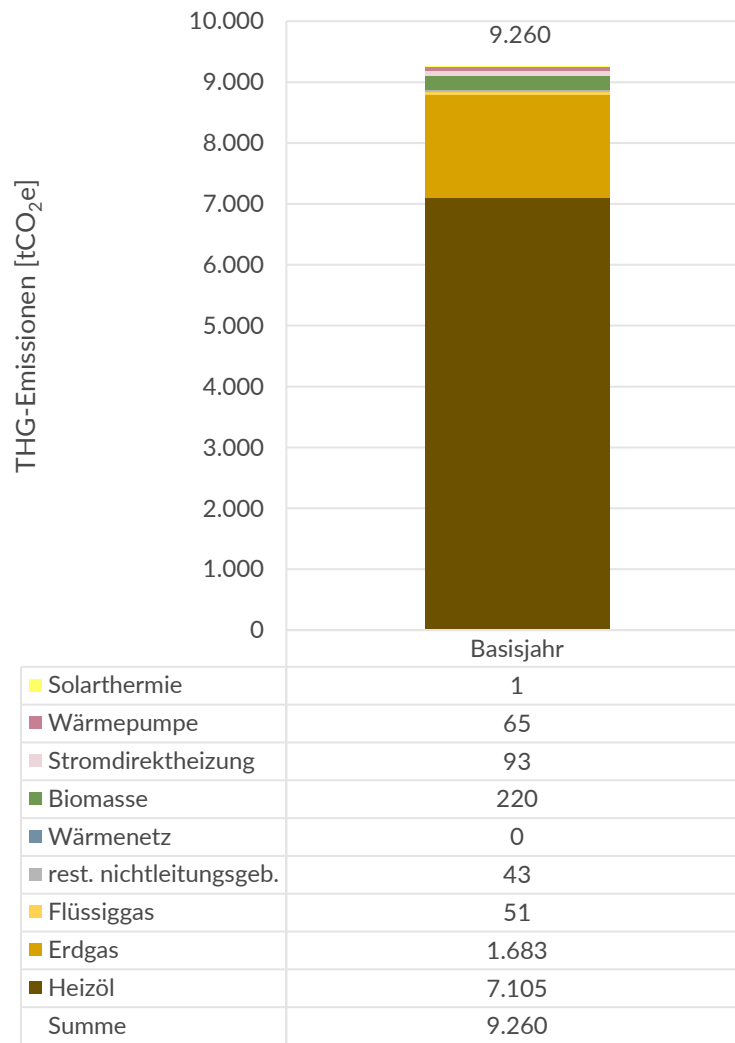


Abbildung 2-9: Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

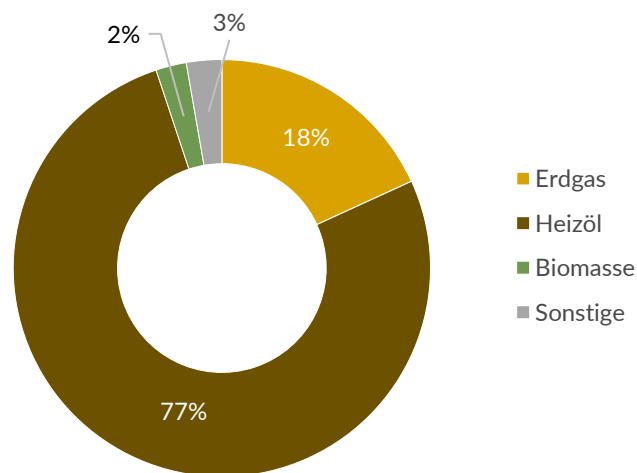


Abbildung 2-10: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

THG-Emissionen pro Einwohner

Die Absolutwerte der sektoralen THG-Emissionen aus Abbildung 2-8 werden in der Tabelle 2-4 auf die Einwohner Rettenbergs bezogen. Pro Kopf wurden 2,03 tCO_{2e} im Wärmebereich emittiert.

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

	THG-Emissionen / EW [tCO _{2e} / Einwohnenden]
Haushalte	1,42
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,54
Kommunale Einrichtungen	0,07
Summe	2,03

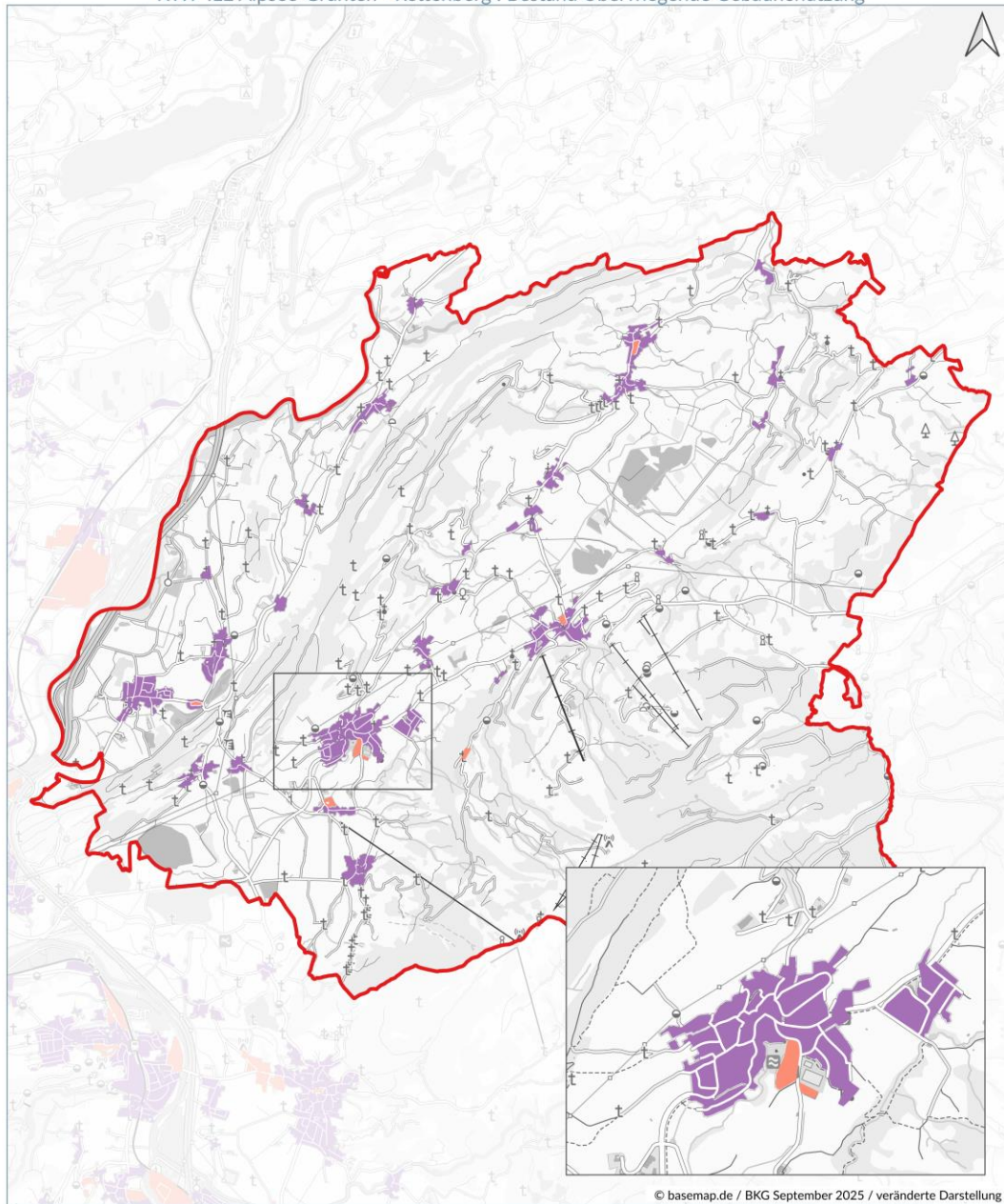
2.5 Kartografische Darstellungen

Im Folgenden werden alle kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse beschrieben.

2.5.1 Überwiegende Gebäudenutzung

In *Abbildung 2-11* ist die überwiegende Gebäudenutzung der Gemeinde Rettenberg für die erstellten Baublöcke dargestellt. Die Gebäudenutzung ist in Wohngebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie kategorisiert. Gebäude, die keine der oben genannten Nutzungen zugewiesen werden konnten, sind mit keine Angabe (k. A.) bezeichnet.

KWP ILE Alpsee-Grünten - Rettenberg : Bestand Überwiegende Gebäudenutzung



LEGENDE

- Gemeindegrenze
- Überwiegende Gebäudenutzung
Wohngebäude
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung
- Industrie

KWP ILE Alpsee-Grünten - Rettenberg

Bestand Überwiegende Gebäudenutzung

0 0,5 1 km

energielenker
Wir leben mit Zukunft

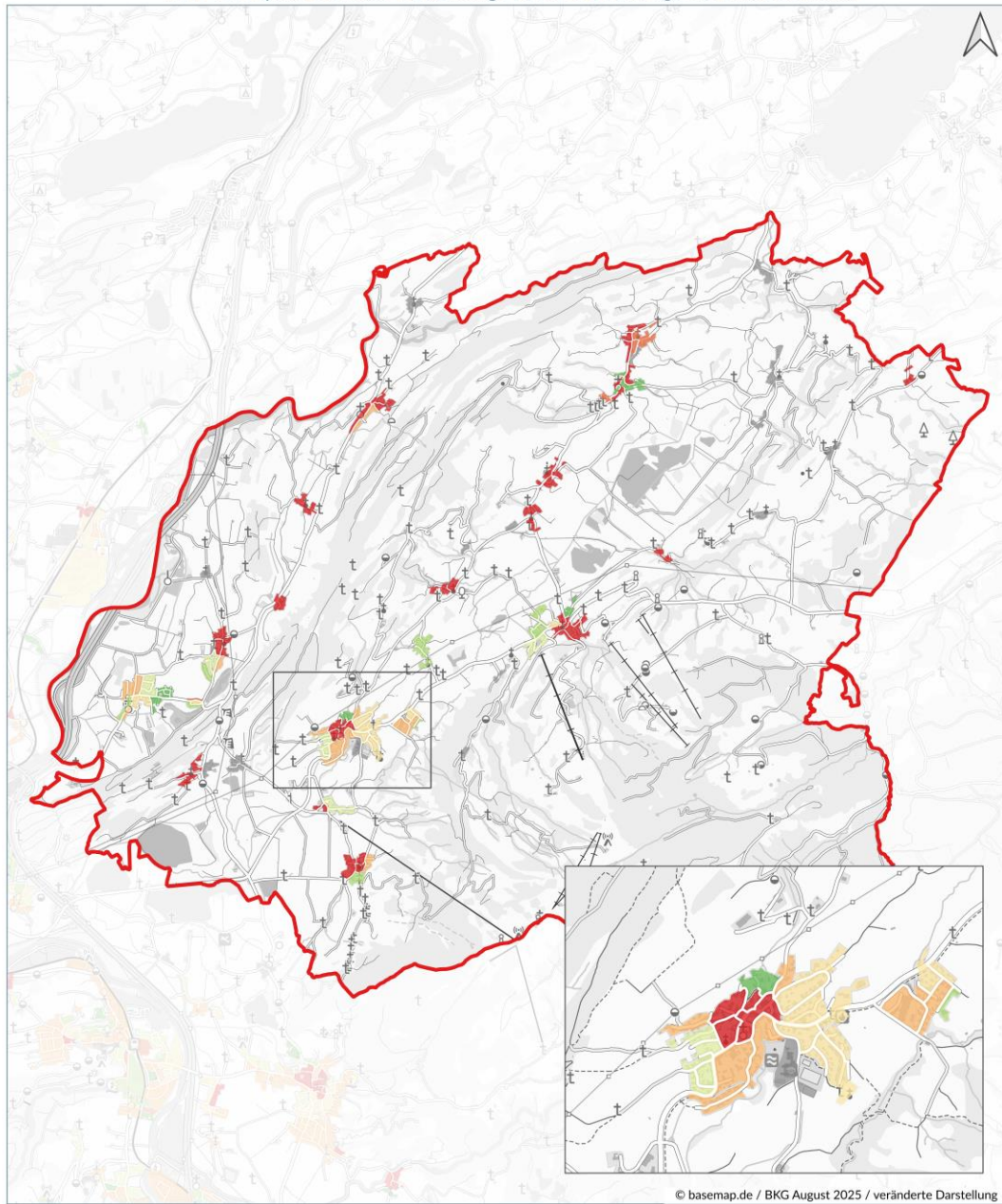
Datum: September 2025
Kürzel: MP
Datenquellen: OpenData BY, Zensus 2022

Abbildung 2-11 Überwiegende Gebäudenutzung in der Gemeinde Rettenberg

2.5.2 Überwiegende Baualtersklasse

In *Abbildung 2-12* sind die überwiegenden Baualtersklassen der Baublöcke dargestellt. Der Großteil der Gebäude ist zwischen 1949 und 1990 erbaut. Die Gemeinde Rettenberg weist einen historischen Kern mit überwiegendem Gebäudebestand vor 1919 auf.

KWP ILE Alpesee-Grünten - Rettenberg : Bestand Überwiegende Baualtersklasse



© basemap.de / BKG August 2025 / veränderte Darstellung

LEGENDE

- Gemeindegrenze
- überw. Baualtersklasse**
- vor 1919
- 1919 bis 1948
- 1949 bis 1978
- 1979 bis 1990
- 1991 bis 2000
- 2001 bis 2010
- 2011 bis 2019
- 2020 und später
- k.A.

KWP ILE Alpesee-Grünten - Rettenberg

Bestand Überwiegende Baualtersklasse

0 0,5 1 km



Datum: August 2025
 Kürzel: MP
 Datenquellen: OpenData BY, Zensus 2022

Abbildung 2-12 Überwiegende Baualtersklassen in der Gemeinde Rettenberg

2.5.3 Wärmeverbrauch /-bedarf

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

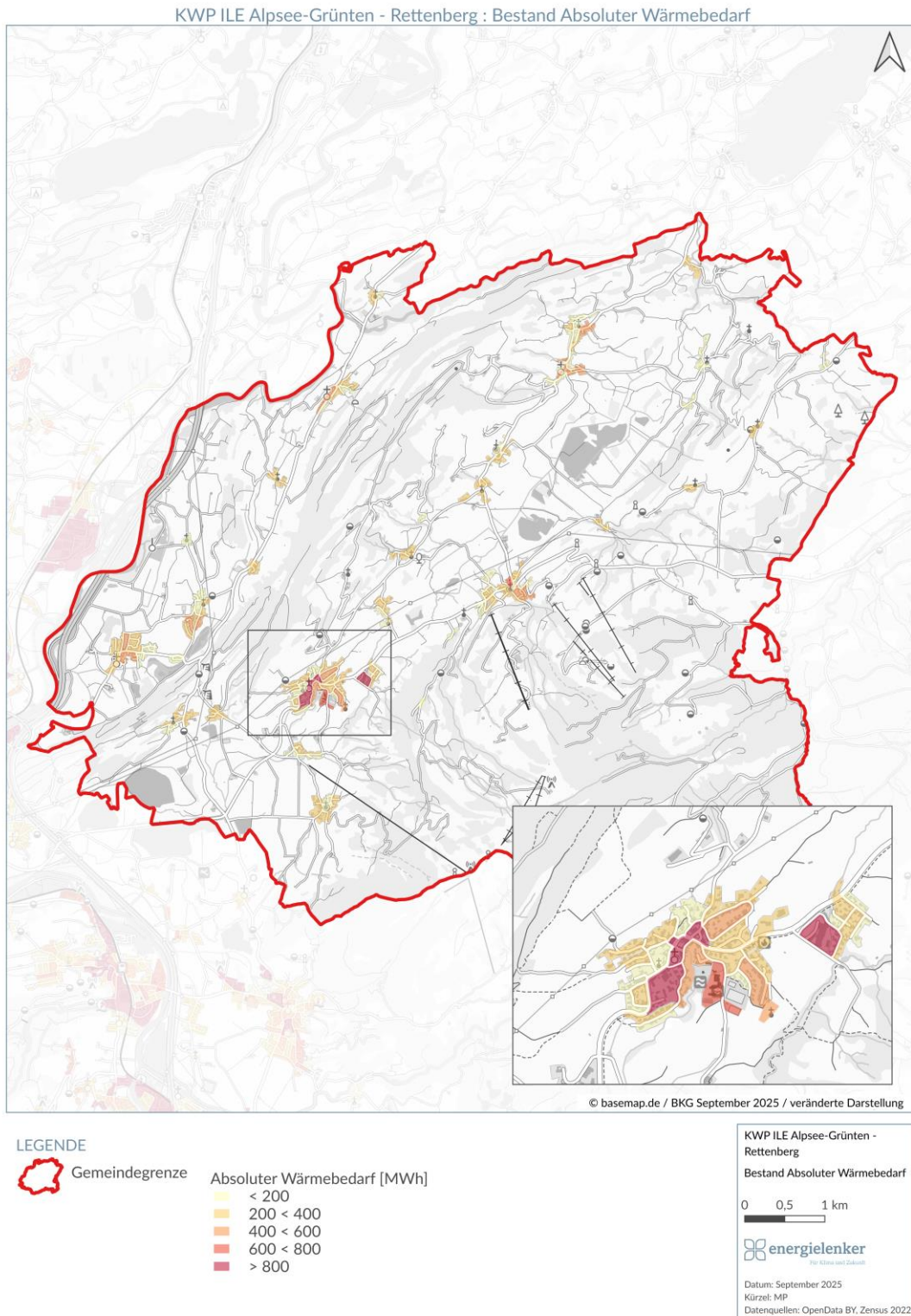


Abbildung 2-13: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr der Gemeinde Rettenberg

In *Abbildung 2-14* ist die Wärmedichte auf Baublockebene für die Gemeinde Rettenberg dargestellt. Eine höhere Wärmedichte ist insbesondere im Gemeindekern als auch bei den lokalen Brauereien zu sehen.

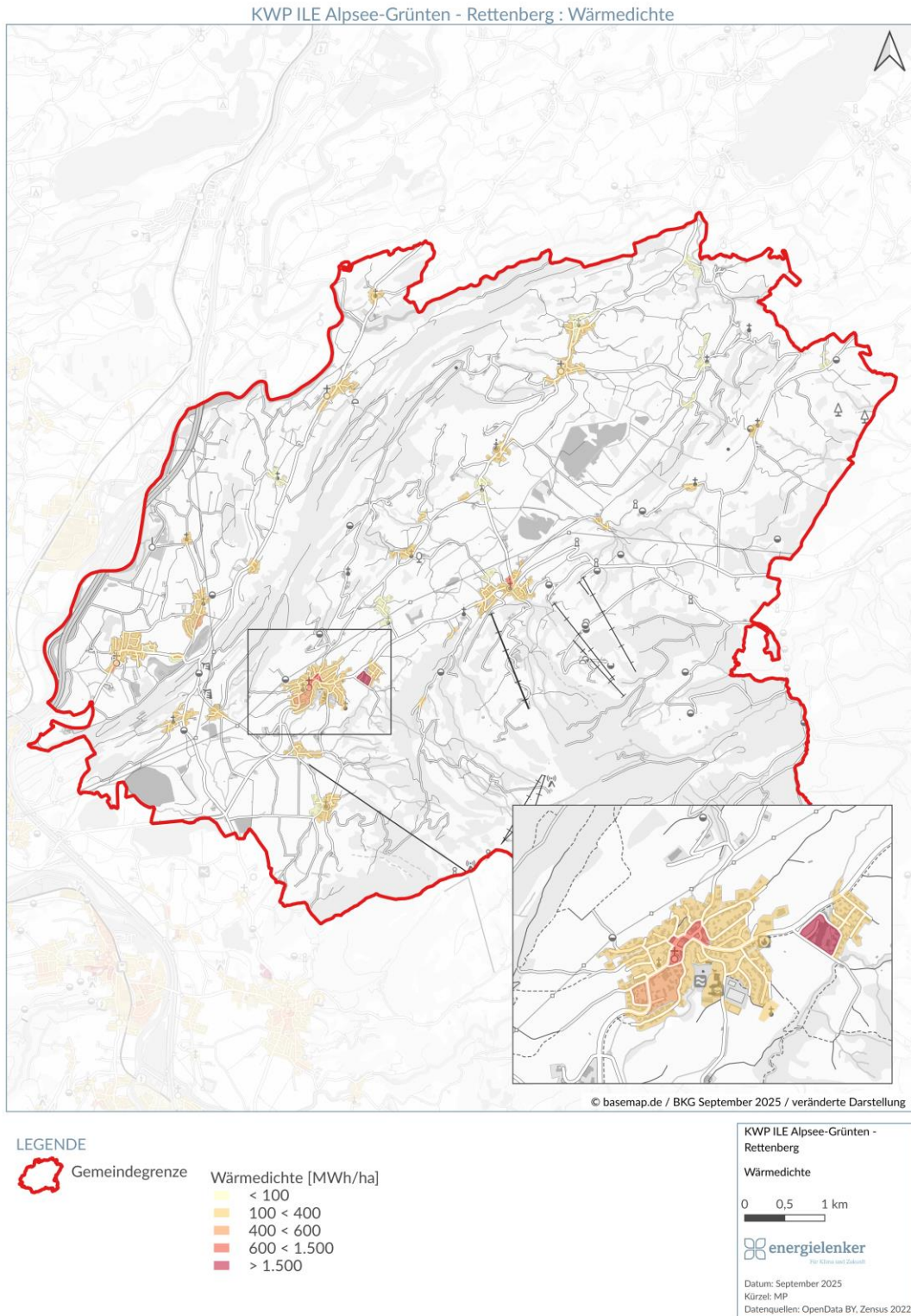


Abbildung 2-14: Wärmedichte auf Baublockebene in der Gemeinde Rettenberg

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 Gemeinde Rettenberg hohe Wärmeliniendichten insbesondere im Bereich des Gemeindekerns mit dichter Bebauung, sowie in Industrie- und Gewerbegebieten mit hohem absoluten Wärmeverbrauch zu finden.

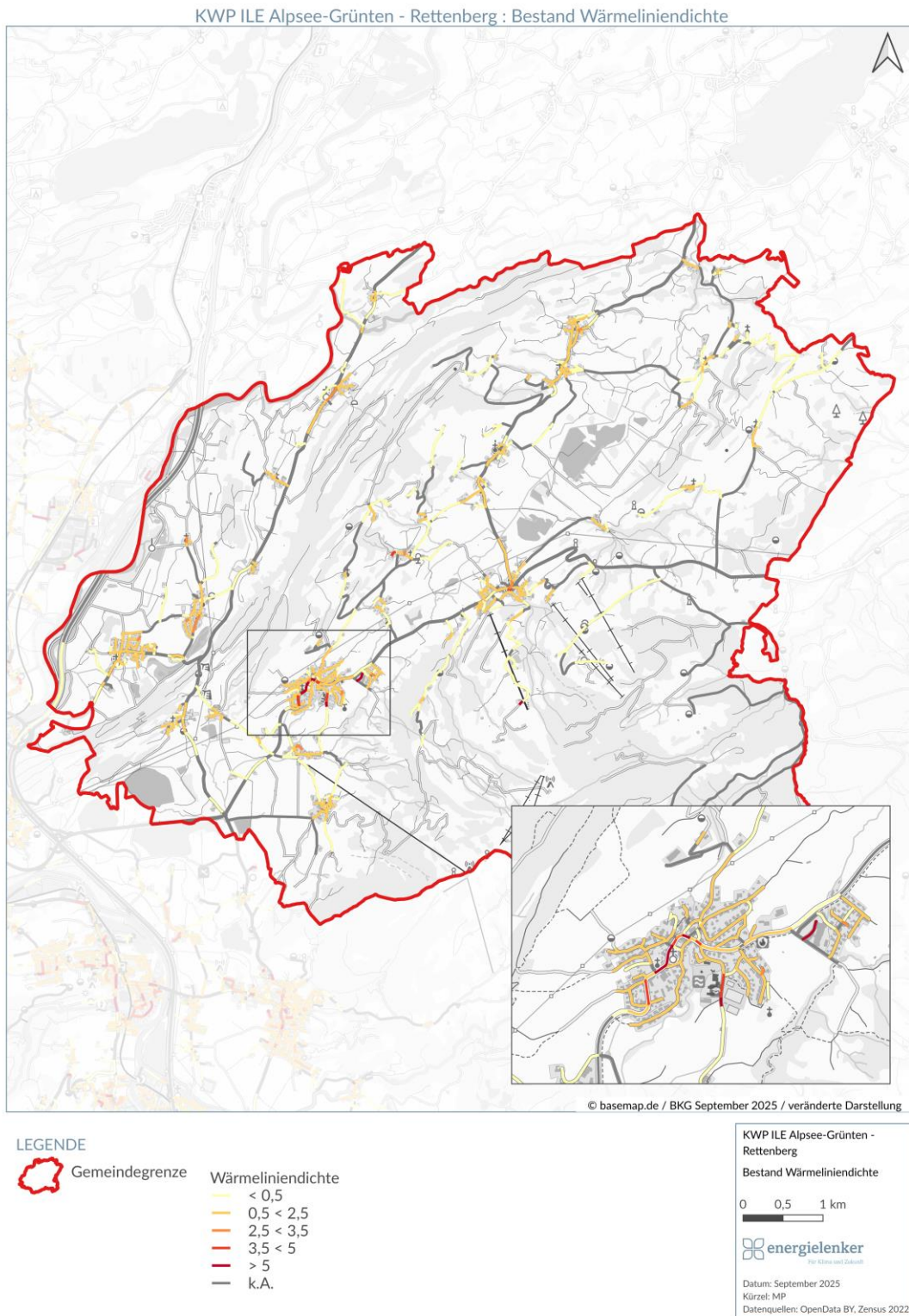


Abbildung 2-15: Wärmeliniendichte der Gemeinde Rettenberg für das Basisjahr

2.5.5 Überwiegender Energieträgeranteil

In Abbildung 2-16 ist die Verteilung der überwiegenderen Versorgung nach Energieträgern bezogen auf die Gebäudeanzahl je Baublock dargestellt. Im Kern der Gemeinde überwiegt die Versorgung über Gas- und Ölheizungen. In den Ortsteilen und Weilern wird vorwiegend Heizöl

und Biomasse genutzt, in einzelnen Baublöcken ist die Nutzungsrate von Wärmepumpen bereits sehr hoch.

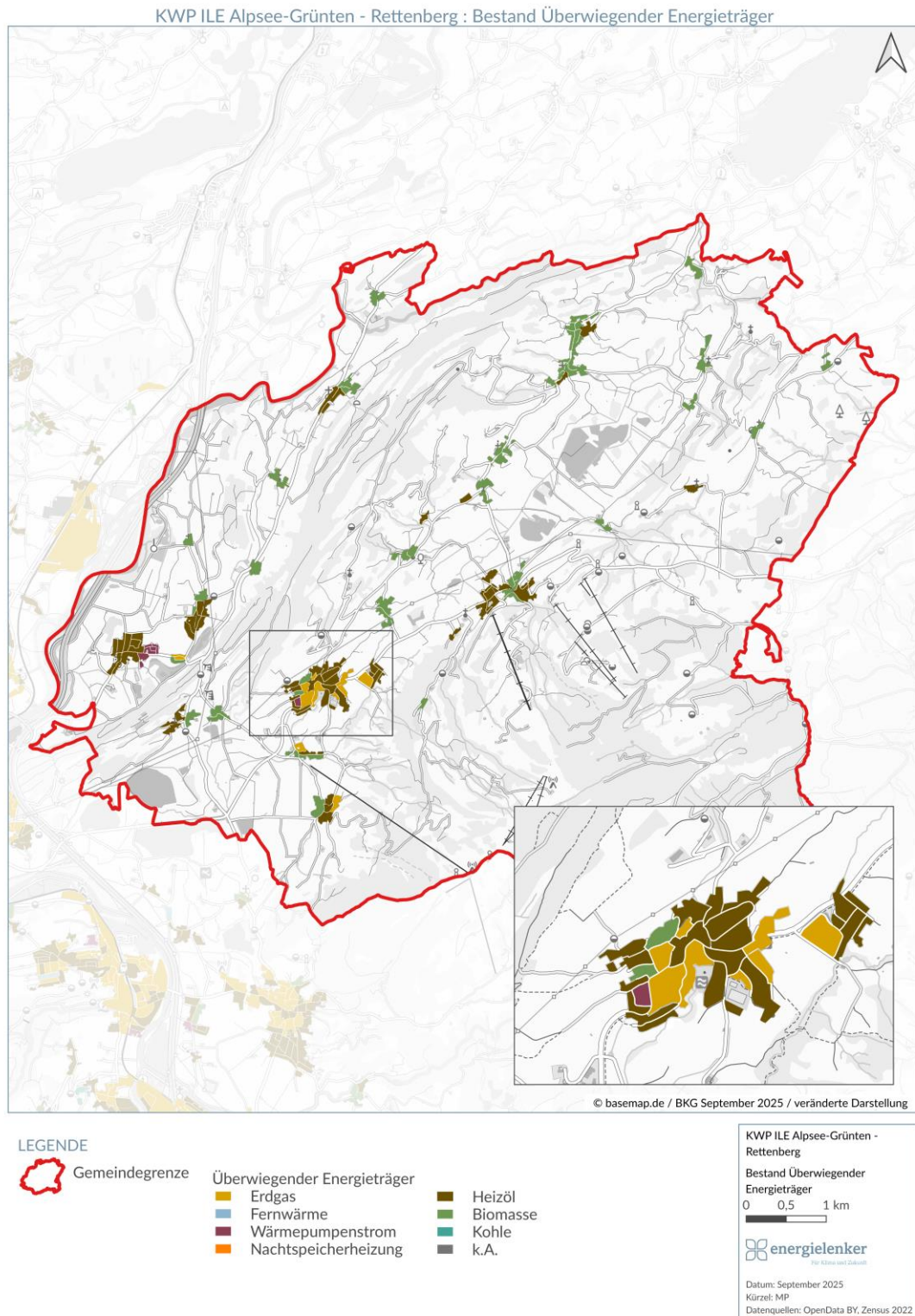


Abbildung 2-16: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Gemeinde Rettenberg

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.

In der Gemeinde Rettenberg ist durch das bestehende Gasnetz der Ortskern sowie die Orte Altach und Wagneritz erschlossen. Die restlichen Dörfer, Weiler und Einsiedlerhöfe im Gemeindegebiet sind nicht an das Gasnetz angeschlossen.

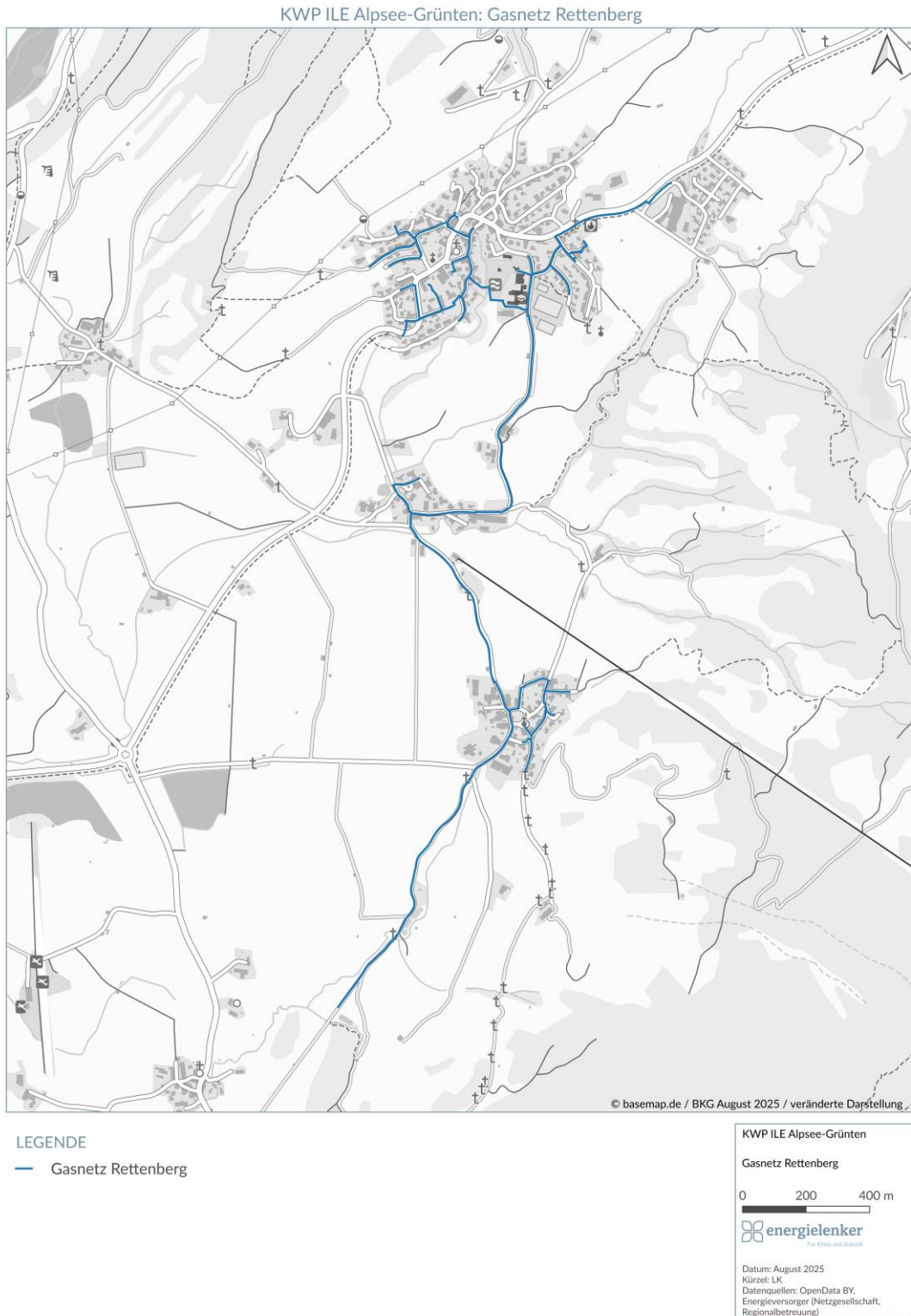


Abbildung 2-17: Gasnetzverlauf der Gemeinde Rettenberg

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.

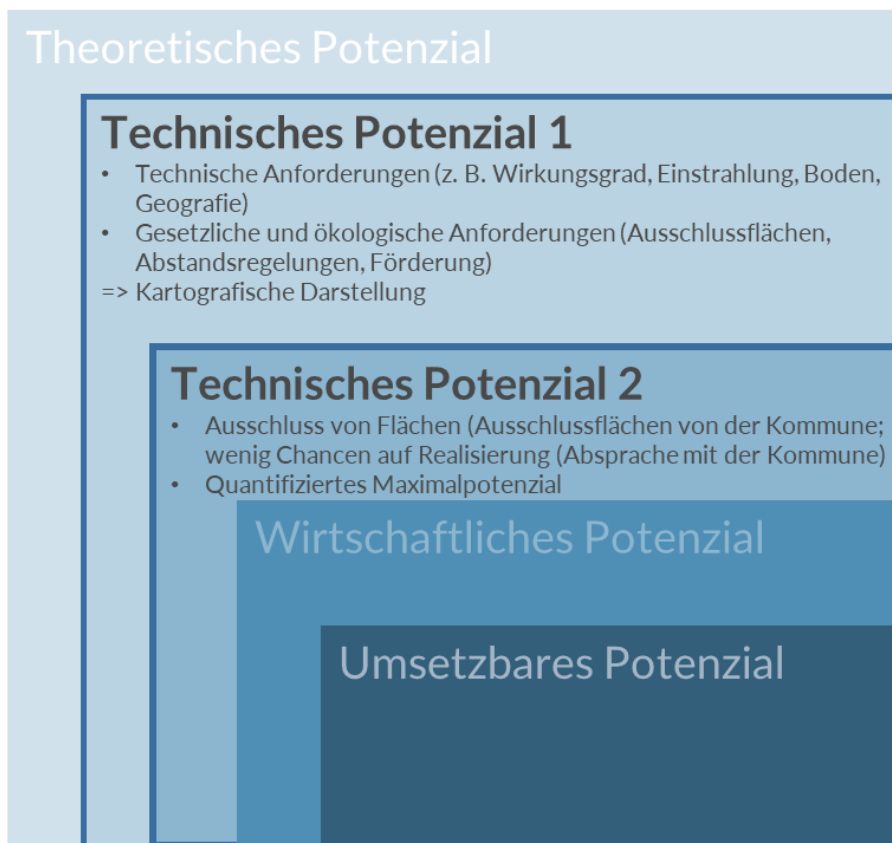


Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe

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.

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 Gemeinde Rettenberg 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 Gemeinde Rettenberg 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 Gemeinde 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 aufgliedert. 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 / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	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 / m ²]	Einsparung [kWh / m ²]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	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 / m ²]	Mittlere Jährliche Reduktion [%]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m ²]	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 Gemeinde Rettenberg 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 545 Gebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Dies entspricht ca. 39 % des Gebäudebestands. Im Klimaschutzszenario ergibt sich für 987 Gebäude ein Sanierungspotenzial, das entspricht ca. 70 % des Gebäudebestands der Gemeinde Rettenberg.

In Abbildung 3-2 sind beide Szenarien gegenübergestellt.

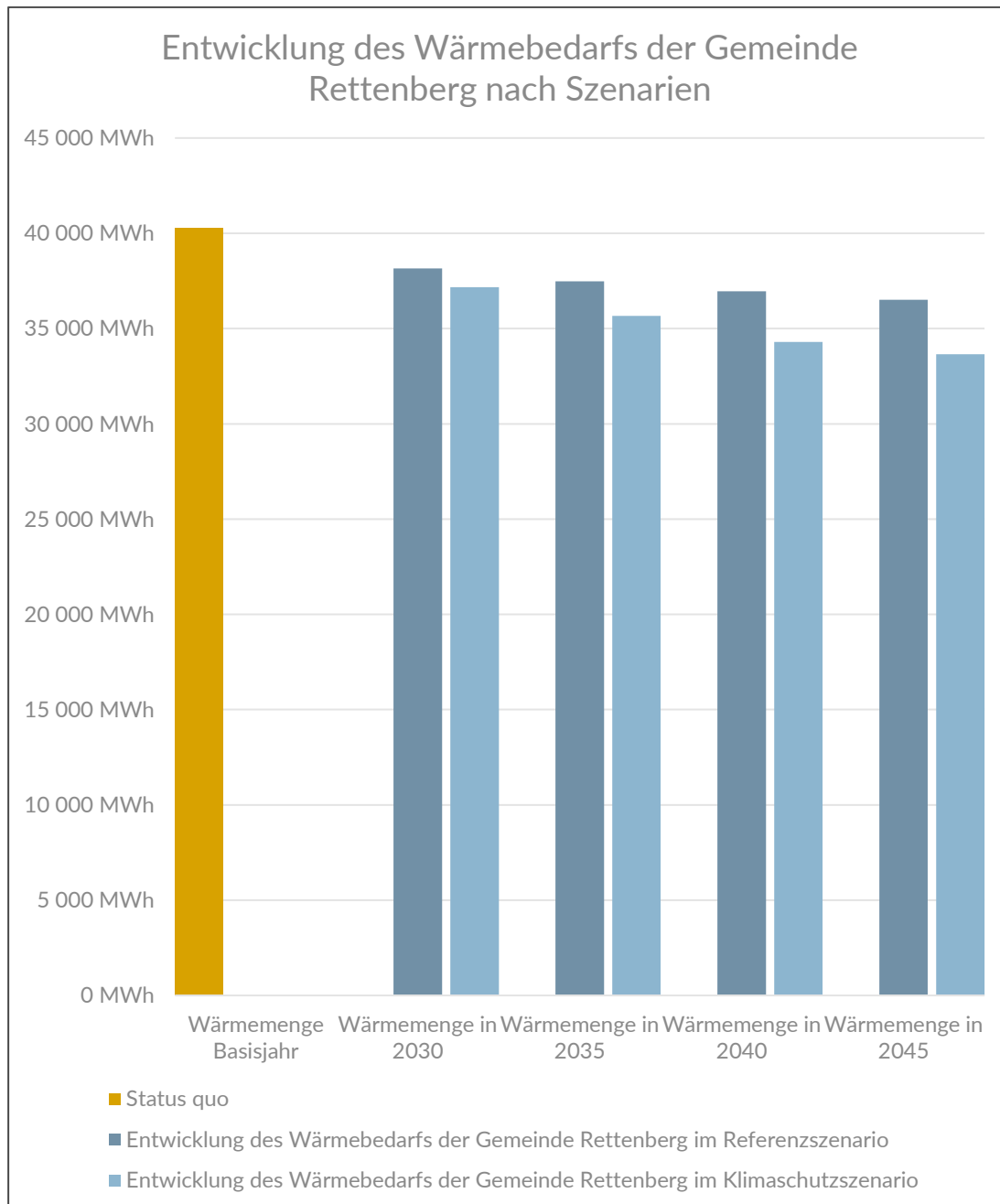


Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der beiden Sanierungsszenarien für die Gemeinde Rettenberg

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, Holz hackschnitzel 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 Gemeinde Rettenberg 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 Gemeinde Rettenberg

Art der Biomasse	Jährliches Energiepotenzial	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Waldderbholz	53.300 GJ / 14.806 MWh	11,401 GWh / a
Flur- / Siedlungsholz	6.400 GJ / 1.778 MWh	1,370 GWh / a
Kurzumtriebsplantagen (Pappeln)	0 GJ / 0 MWh	0 GWh / a
Summe		12,8 GWh / a

Die im Energie-Atlas Bayern ausgewiesenen Biomassepotenziale für die Gemeinde Rettenberg betragen insgesamt rund 12,8 GWh pro Jahr. Davon entfallen etwa 11,4 GWh/a auf Waldderbholz und rund 1,4 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 Gemeinden 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 Nährstoffein- bzw. Nährstoffausträge ist. In Bayern ist für die Wärmeentnahme aus Oberflächengewässern eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Tiefgreifende Analysen unterliegen einer Fachplanung.

In der Gemeinde Rettenberg gibt es keine größeren stehenden Gewässer und somit auch kein Potenzial für die Wärmenutzung aus stehenden Gewässern.

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). Durch das Gemeindegebiet fließt die Iller. 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.

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

Nach der Studie Wärmepumpen an Fließgewässern könnte die Iller 75 % bis 100 % des Wärmebedarfs von Rettenberg 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).

Als Standort für eine Wärmeentnahme aus der Iller ist aufgrund der Nähe insbesondere der Ortsteil Rottach prädestiniert. Hier könnte ein durch Wärme aus der Iller gespeistes Wärmenetz über eine BEW-Machbarkeitsstudie näher analysiert werden. Der Ort Untermaiselstein als zweitnächster Ort an der Iller in Rettenberg ist aufgrund seiner Entfernung und der Trennung von der Iller durch die B19 wahrscheinlich ungeeignet für eine Wärmeversorgung aus der Iller. Alle weiteren Ortschaften werden ebenfalls für die Nutzung der Wärme aus der Iller ausgeschlossen.

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.

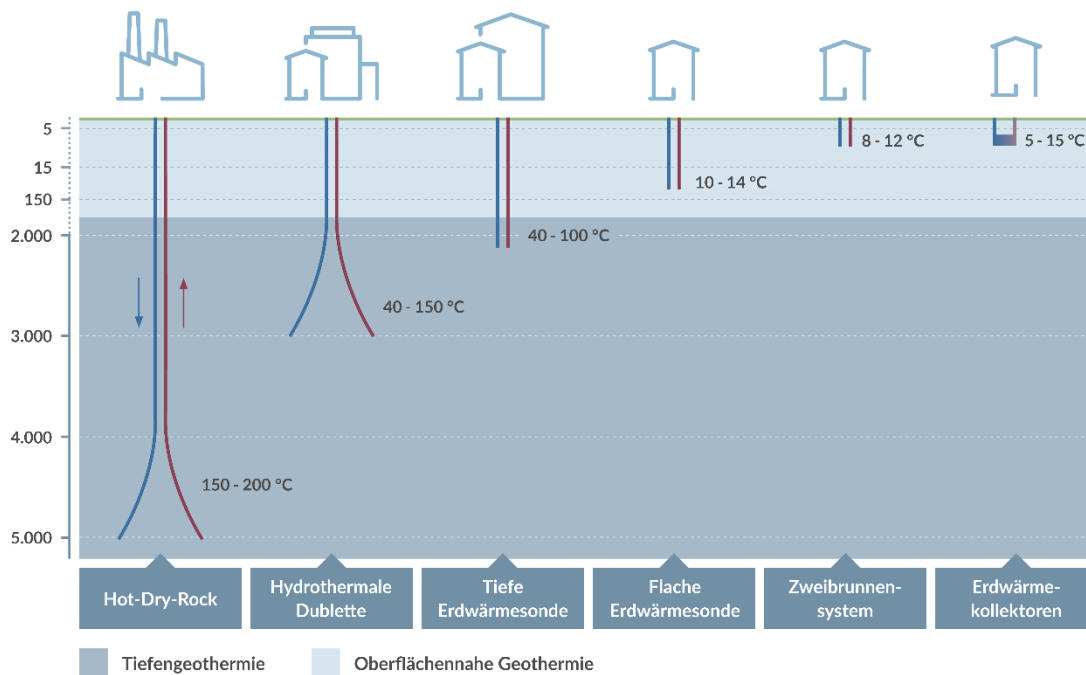


Abbildung 3-3: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025))

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 Gemeindegebiet 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 Gemeindegebiets von Rettenberg gibt es keine bestehende Tiefengeothermiebohrung. Zudem sind nach dem Energie-Atlas Bayern in der Region um Rettenberg keine Potenziale für Tiefengeothermie ausgewiesen. Des Weiteren wurden in der Region auch keine seismischen Messungen oder sonstige Aktivitäten bezüglich Tiefengeothermie angegangen, sodass von keinem Tiefengeothermiepotenzial für die Gemeinde Rettenberg 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 Wärmequellensysteme werden hauptsächlich Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen eingesetzt. Darüber hinaus gibt es noch weitere Quellensysteme 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. Grundlegend 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 auf den Flurstücken der bebauten Gebiete dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten 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 Rettenberg eine Bohrtiefenbegrenzung von 60 m angenommen. Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von insgesamt 909 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 1.460 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Potenzialfläche	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	53,2 ha	85 GWh /a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	856 ha	1.374 GWh /a

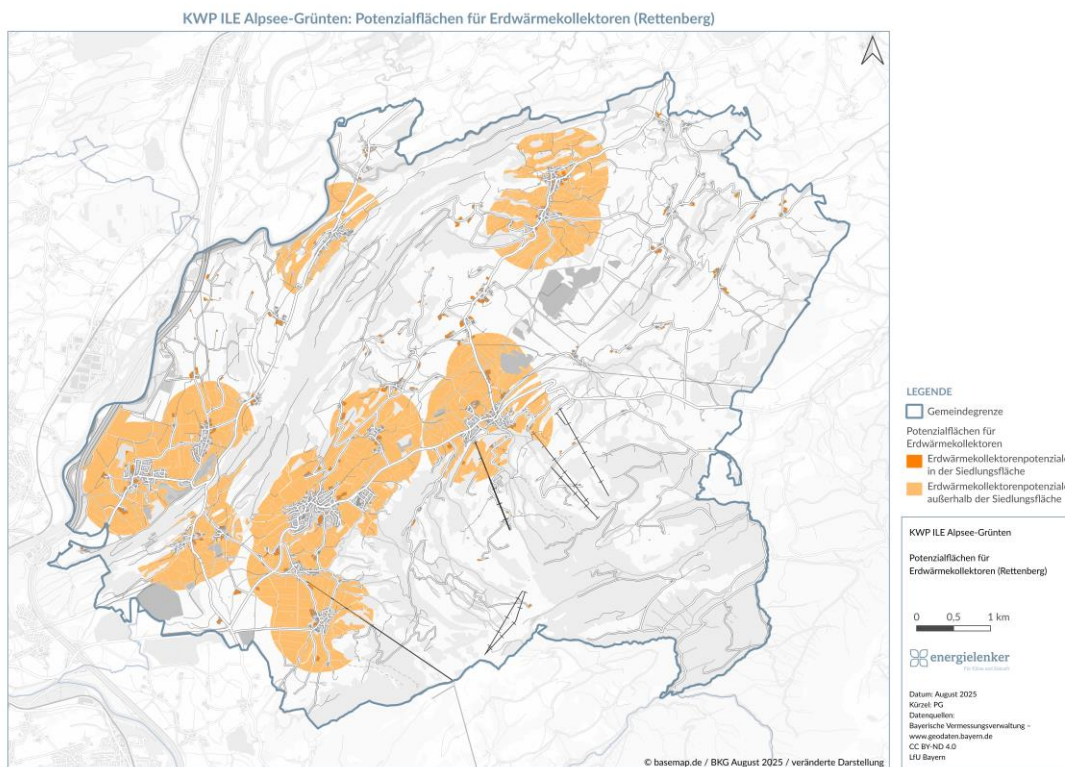


Abbildung 3-4: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gemeindegebiet von Rettenberg

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 Gemeindegebiet von Rettenberg dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebauten 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 926 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 375 GWh/a. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-8: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden für die Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Potenzialfläche	Möglicher Wärmeertrag über Wärmepumpen
Siedlungsfläche	20 ha	8 GWh /a
Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete	906 ha	367 GWh /a

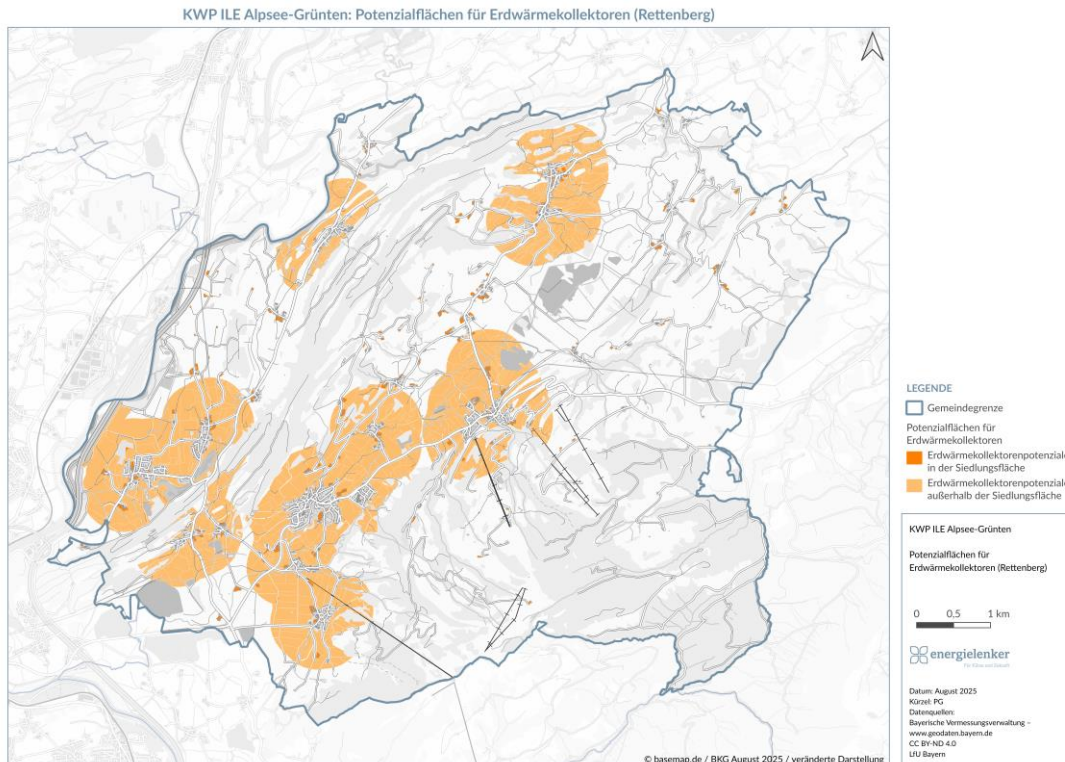


Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gemeindegebiet von Rettenberg

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 Potenzial 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 Rettenberg dargestellt.

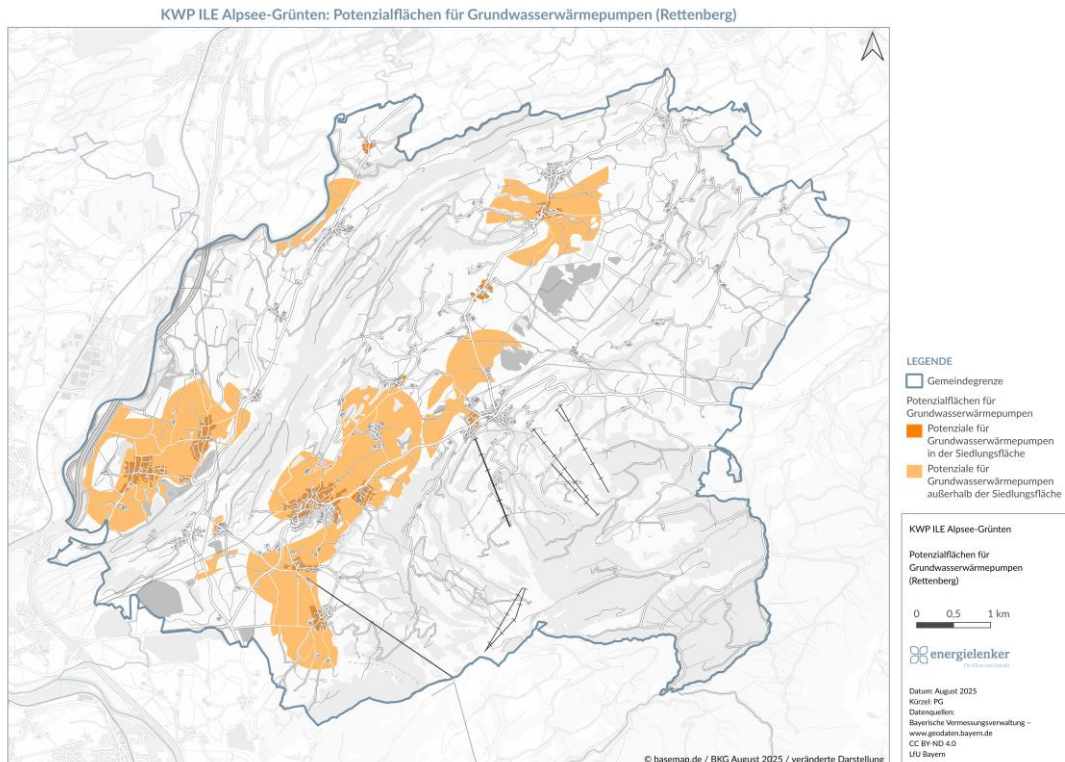


Abbildung 3-6: Potenzialflächen für Grundwasserwärmepumpen in Rettenberg

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 Solarthermieanlagen 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 Solarthermieanlagen 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 Dachflächen im Gebiet umfassen insgesamt 18 ha, die laut Solarkataster für Solarthermie nutzbar sind. Auf diesen Flächen lassen sich pro Jahr rund 60 GWh Wärme gewinnen (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 Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Potenzialfläche laut Solarkataster	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Dachflächen	18 ha	60 GWh/a

Solarthermie auf Freiflächen

Neben Dachanlagen können Solarthermieanlagen 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 Solarthermieanlagen nur durch den Einsatz von Speichersystemen die Wärmebereitstellung in den Wintermonaten unterstützen.

Für Solarthermieanlagen 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 Aufständering, die eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche unterhalb noch zulässt (z. B. als Weidefläche). In der Wirkungsweise und im Ertrag bestehen keine Unterschiede.

In Abbildung 3-7 sind die Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermieanlagen dargestellt.

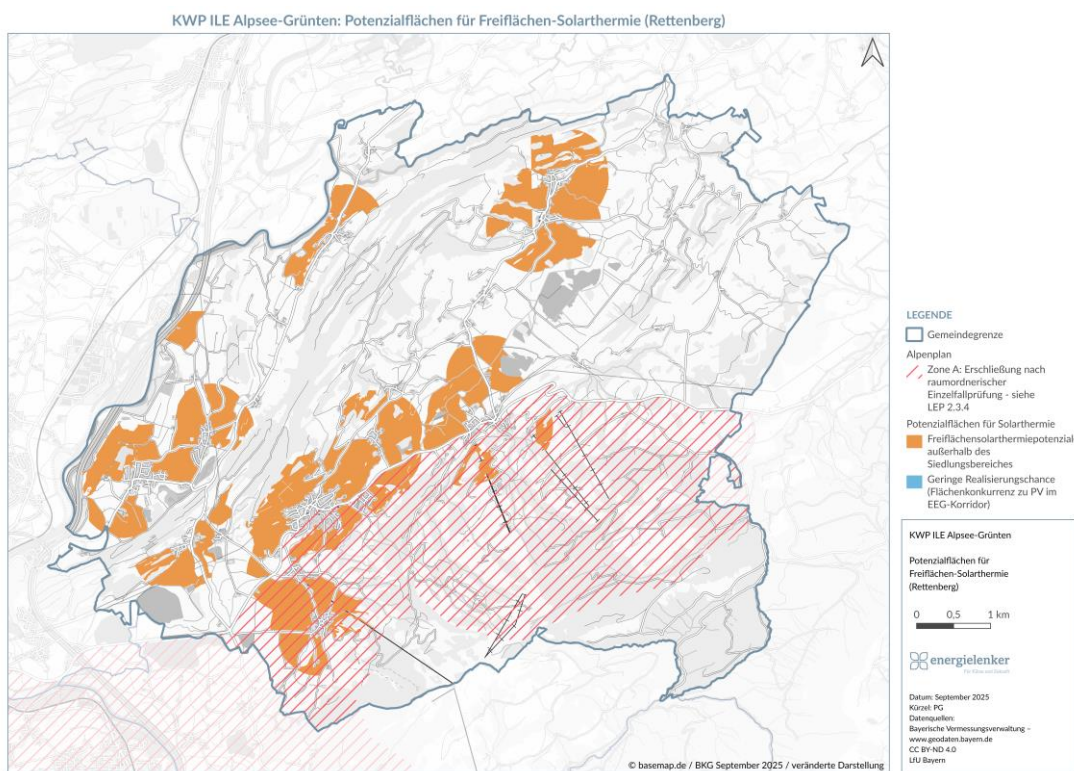


Abbildung 3-7: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieanlagen in der Gemeinde Rettenberg

Für die Freiflächen-Solarthermie wurden Potenzialflächen außerhalb des Siedlungsbereichs ermittelt. 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. Diese 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.

Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Freiflächen Solarthermie-Potenziale	748 ha	249 GWh /a

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 Abwärmennutzung 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.

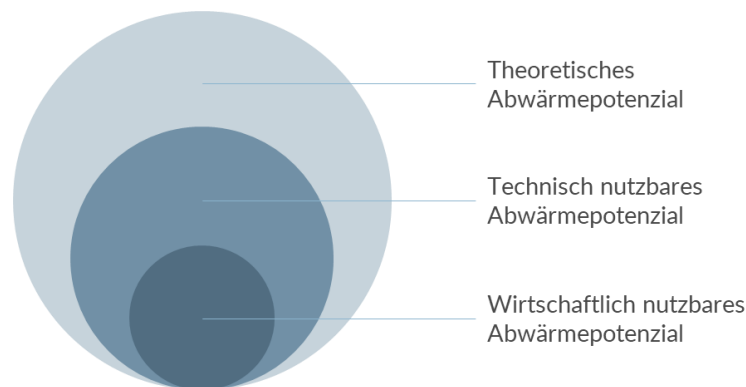


Abbildung 3-8: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme

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 3-9* sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische

Abwärmequellen mit großem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt (siehe Abbildung 3-9).

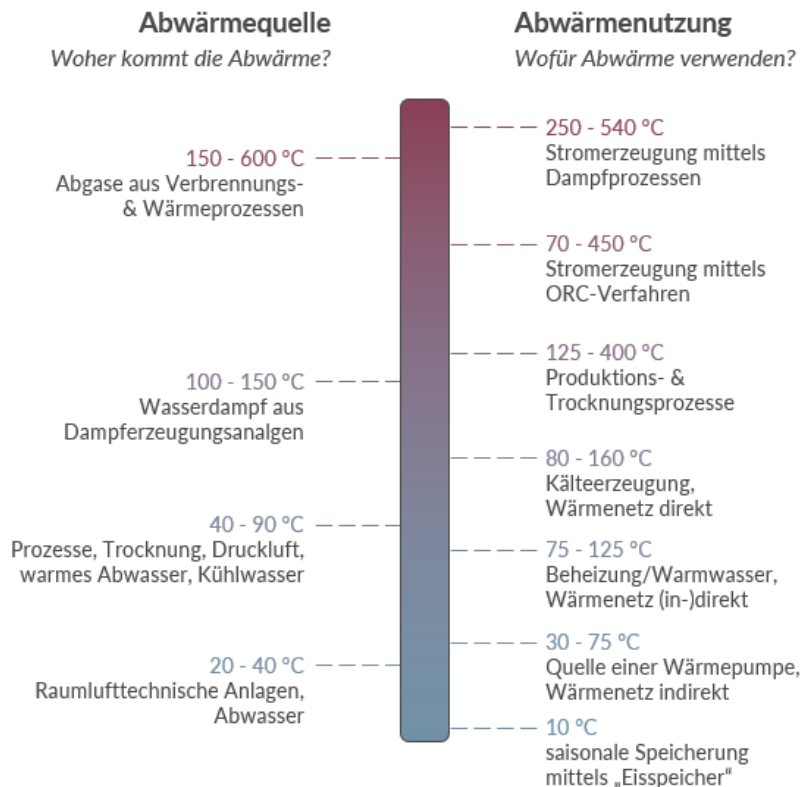


Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus eigene Darstellung

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.

Ermittlung industrieller Abwärmepotenziale durch Portalabfrage und Akteursgespräche

Zur Identifizierung industrieller Abwärmepotenziale wurden sowohl die in der Plattform für Abwärme des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle hinterlegten Daten als auch Informationen aus direkten Akteursgesprächen ausgewertet. Auf diese Weise konnten bestehende und potenzielle unvermeidbare Abwärmequellen erfasst und hinsichtlich ihrer Eignung für eine kommunale Wärmeversorgung eingeordnet werden.

Die Plattform für Abwärme weist keinen Eintrag für die Gemeinde Rettenberg auf.

Ein Akteursgespräch mit der Brauerei Engelbräu Rettenberg Felix Widenmayer e. K. hat ergeben, dass ungenutzte Abwärme im Abwasser ganzjährig von Montag bis Freitag mit etwa 40 °C anfällt, die Energiemenge derzeit jedoch nicht quantifizierbar ist.

Die zweite Brauerei - die Privat-Brauerei Zötler GmbH - nutzt Wärmerückgewinnungsprozesse und verfügt über kein unvermeidbares Abwärmepotenzial.

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 3-10 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.

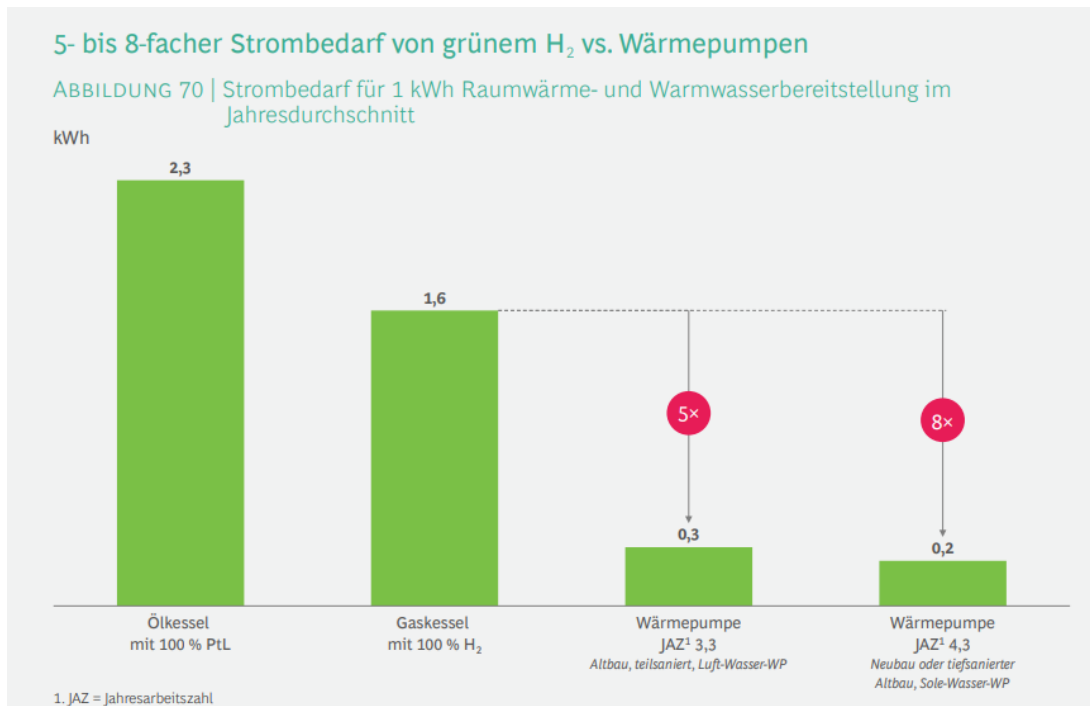


Abbildung 3-10: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

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 CO₂ 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.

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.

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 Gemeinde 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.**

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.

Auf der anderen Seite ist nach Akteursinformationen eine Anbindung der Region an das überregionale H₂-Kernnetz (siehe Abbildung 3-11) 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.

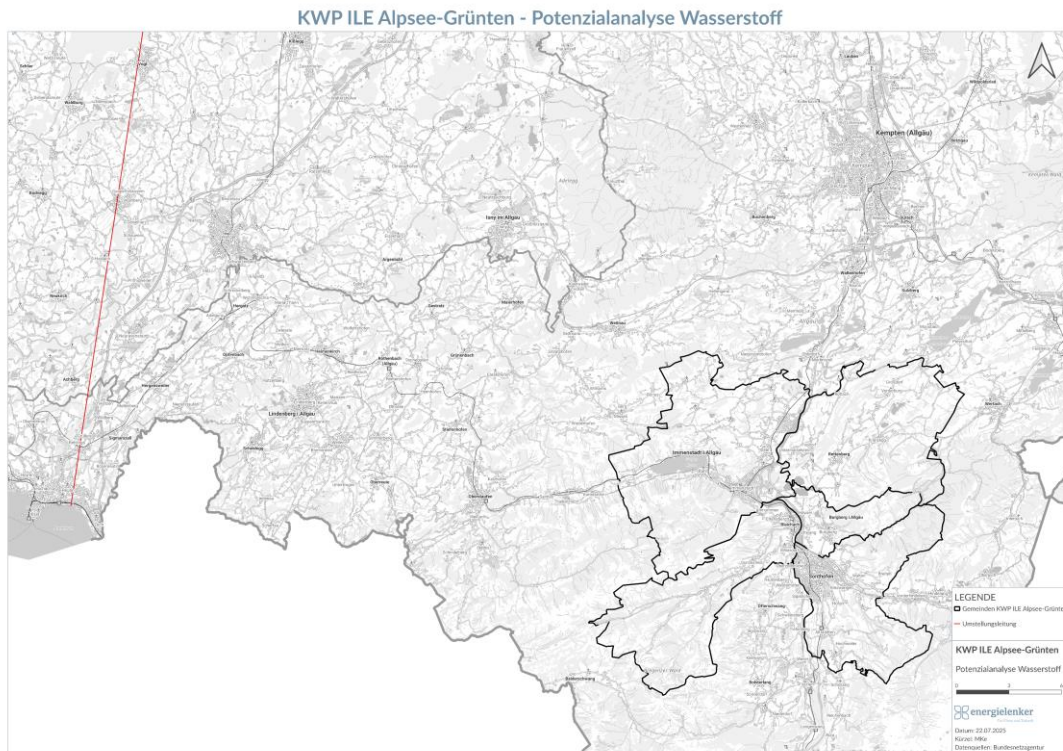


Abbildung 3-11: Wasserstoffkernnetz (eigene Darstellung)

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

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
- ▶ Topographie
- ▶ 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 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 der Gemeinde Rettenberg sind insgesamt 2.183 ha als Potenzialfläche für Photovoltaik ausweisbar mit einem Stromertrag in Höhe von ca. 507 GWh pro Jahr. Im Bereich der 200 m sowie der 500 m – Korridore gibt es kein verfügbares Potenzial (siehe Tabelle 3-11 und Abbildung 3-12). 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 Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
200 m- Korridor (§ 35 BauGB)	-	-
500 m- Korridor (§ 37 EEG)	-	-
Außerhalb	2.183 ha	506,5 GWh /a
Gesamtes Potenzial	2.183 ha	506,5 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.

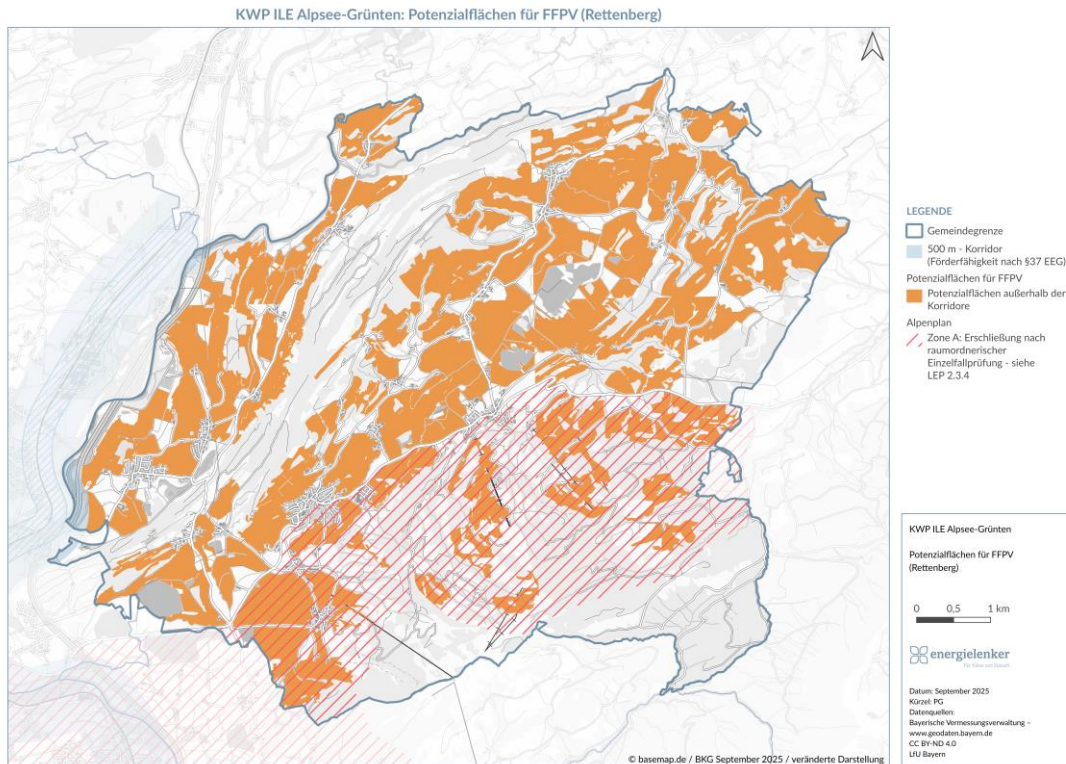


Abbildung 3-12: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse Gemeinde Rettenberg

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.

Für Dach-PV-Anlagen wurde ein Modul mit einer Nennleistung von etwa 450 W_p und einer Fläche von rund 2 m² angenommen. Bei einer mittleren solaren Strahlungsleistung von 1.000 kWh/m² ergibt dies einen spezifischen Jahresertrag von ungefähr 222 kWh/m². Dieser Wert liefert eine praxisnahe Grundlage, um die Stromerzeugung von Dachflächen-PV realistisch abzuschätzen.

Tabelle 3-12: Übersicht der Flächenpotenziale für Photovoltaik auf Dachflächen für die Gemeinde Rettenberg

Flächenart	Potenzialfläche laut Solarkataster	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
Dachflächen	28 ha	61 GWh/a

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.

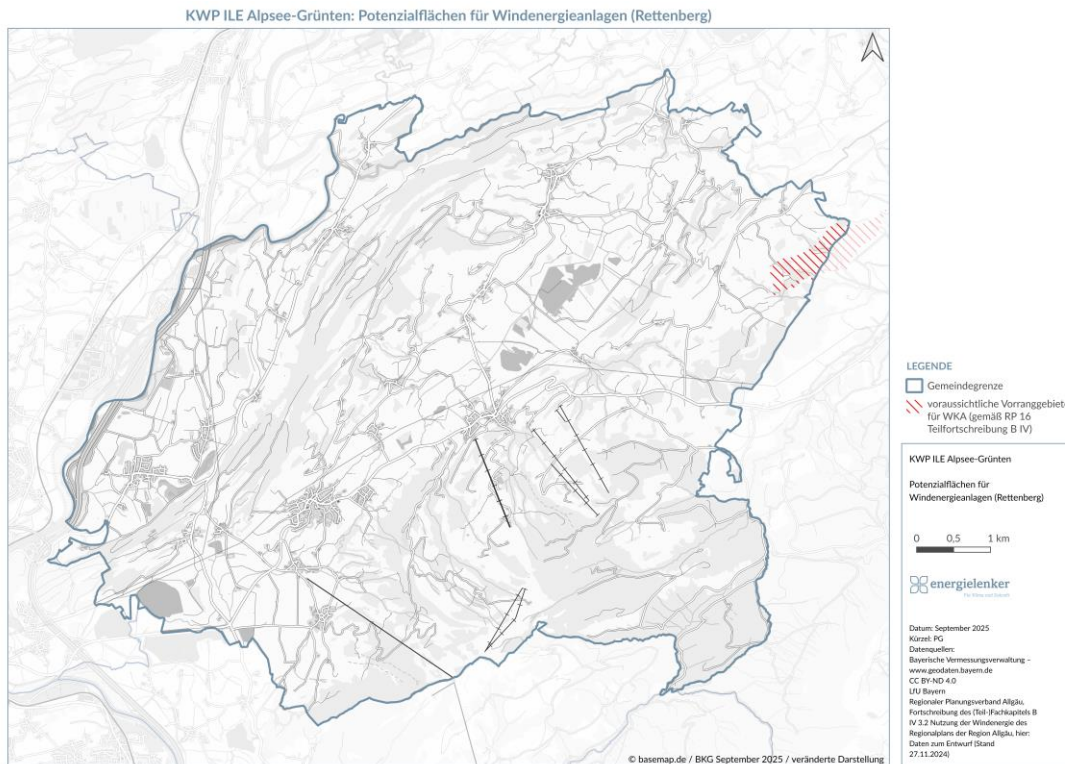


Abbildung 3-13: Potenzialflächen für Windenergieanlagen (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Analyse wurden für das Gemeindegebiet Rettenberg potenzielle Vorrangflächen für Windenergieanlagen identifiziert, die im Regionalplan (Teilfortschreibung B IV, RP 16) verzeichnet sind. Diese liegen überwiegend in den nordöstlichen Gemeindegebiet entlang der Gemeindegrenze zu Wertach (siehe Abbildung 3-13).

Es liegen derzeit keine quantitativen Angaben zur Größe der ausgewiesenen Potenzialflächen sowie zum möglichen Stromertrag aus Windenergieanlagen vor. Eine fundierte Abschätzung erfordert eine tiefere Analyse, die insbesondere standortspezifische Gegebenheiten und die technische Auslegung der Anlagen berücksichtigt.

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.

In Rettenberg gibt es nach Angaben des Energie-Atlas Bayern kein bestehendes Laufwasserkraftwerk und auch folglich kein Ausbaupotenzial.

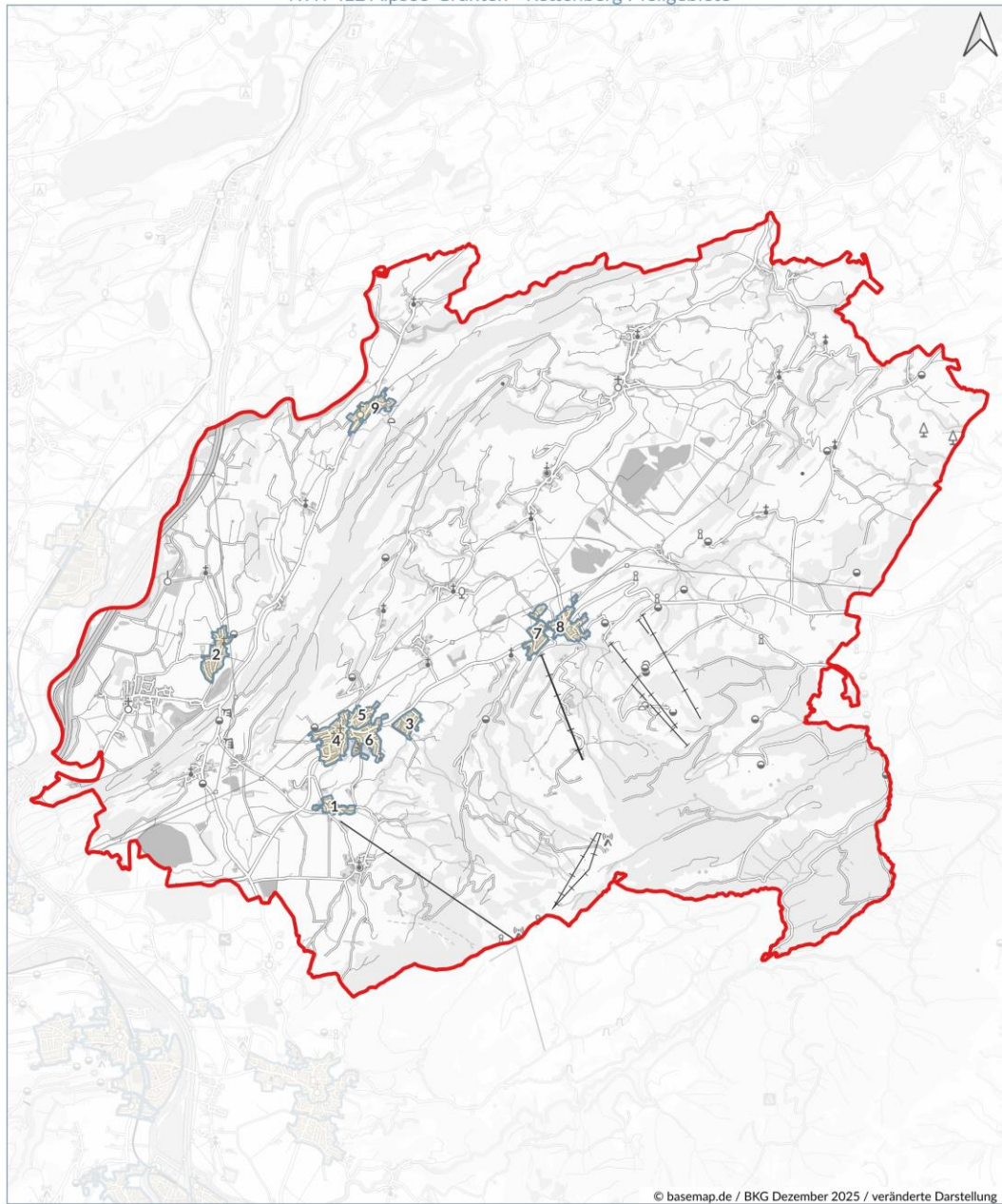
4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario

Eins der Hauptergebnisse der kommunalen Wärmeplanung ist die Einteilung der Kommune in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Dazu wurde das Gemeindegebiet 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 Gemeinde- 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.

KWP ILE Alpsee-Grünten - Rettenberg : Teilgebiete



© basemap.de / BKG Dezember 2025 / veränderte Darstellung

LEGENDE

-  Gemeindegrenze
-  Teilgebiete

KWP ILE Alpsee-Grünten -
Rettenberg
Teilgebiete

0 0,5 1 km



Datum: Dezember 2025
Kürzel: MK
Datenquellen: OpenData BY

Abbildung 4-1 Einteilung der Gemeinde Rettenberg in Teilgebiete (Gesamtansicht)

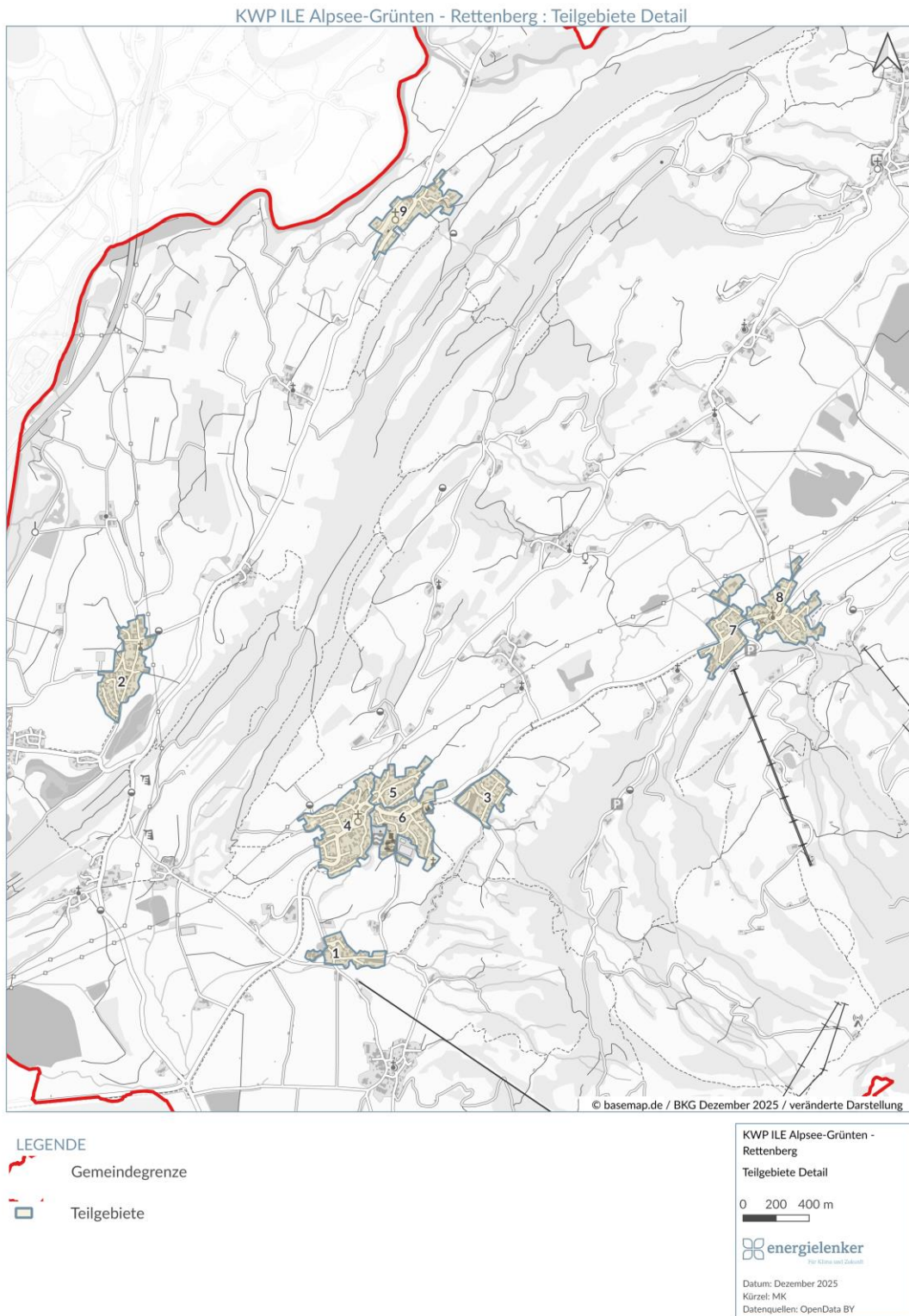


Abbildung 4-2 Einteilung der Gemeinde Rettenberg in Teilgebiete (Zoom)

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. Wärmeliniedichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmeliniedichte 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 2, 3, 4, 6 und 8 wurden als wahrscheinlich geeignet und die Gebiete 1, 5, 7 und 9 als wahrscheinlich ungeeignet für ein Wärmenetz eingestuft. Kein Gebiet ist für eine Wärmenetzversorgung sehr wahrscheinlich ungeeignet bzw. sehr wahrscheinlich geeignet. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Wärmeliniedichte in der Bewertung nach WPG nur einen Faktor darstellt, für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes aber oft ausschlaggebend ist.

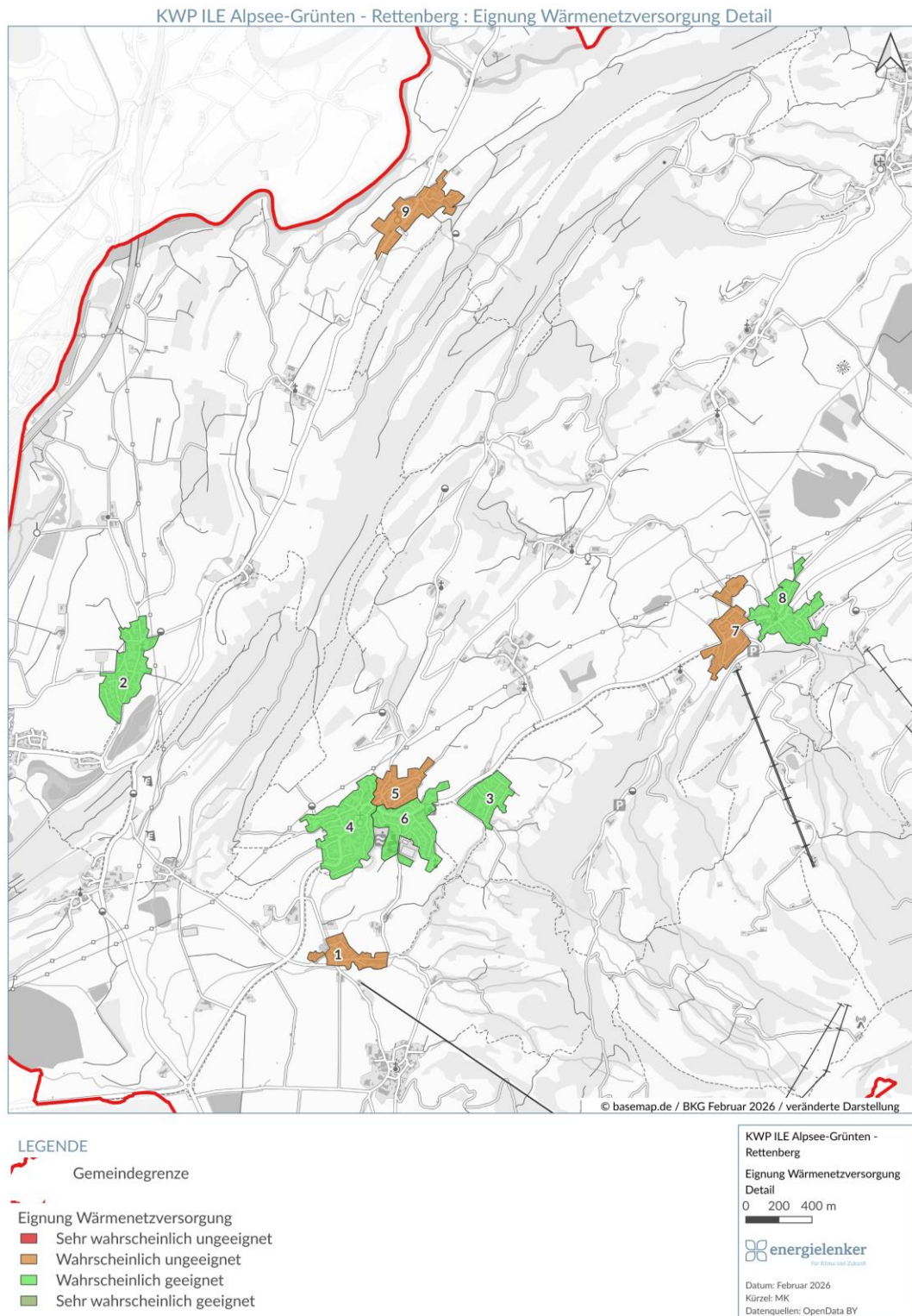


Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

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.

Die Gebiete 2, 3, 4, 6 und 8 wurden als wahrscheinlich geeignet und die Gebiete 1, 5, 7 und 9 als sehr wahrscheinlich geeignet für eine dezentrale Versorgung eingestuft. Kein Gebiet ist sehr wahrscheinlich ungeeignet bzw. wahrscheinlich ungeeignet für eine dezentrale Versorgung.

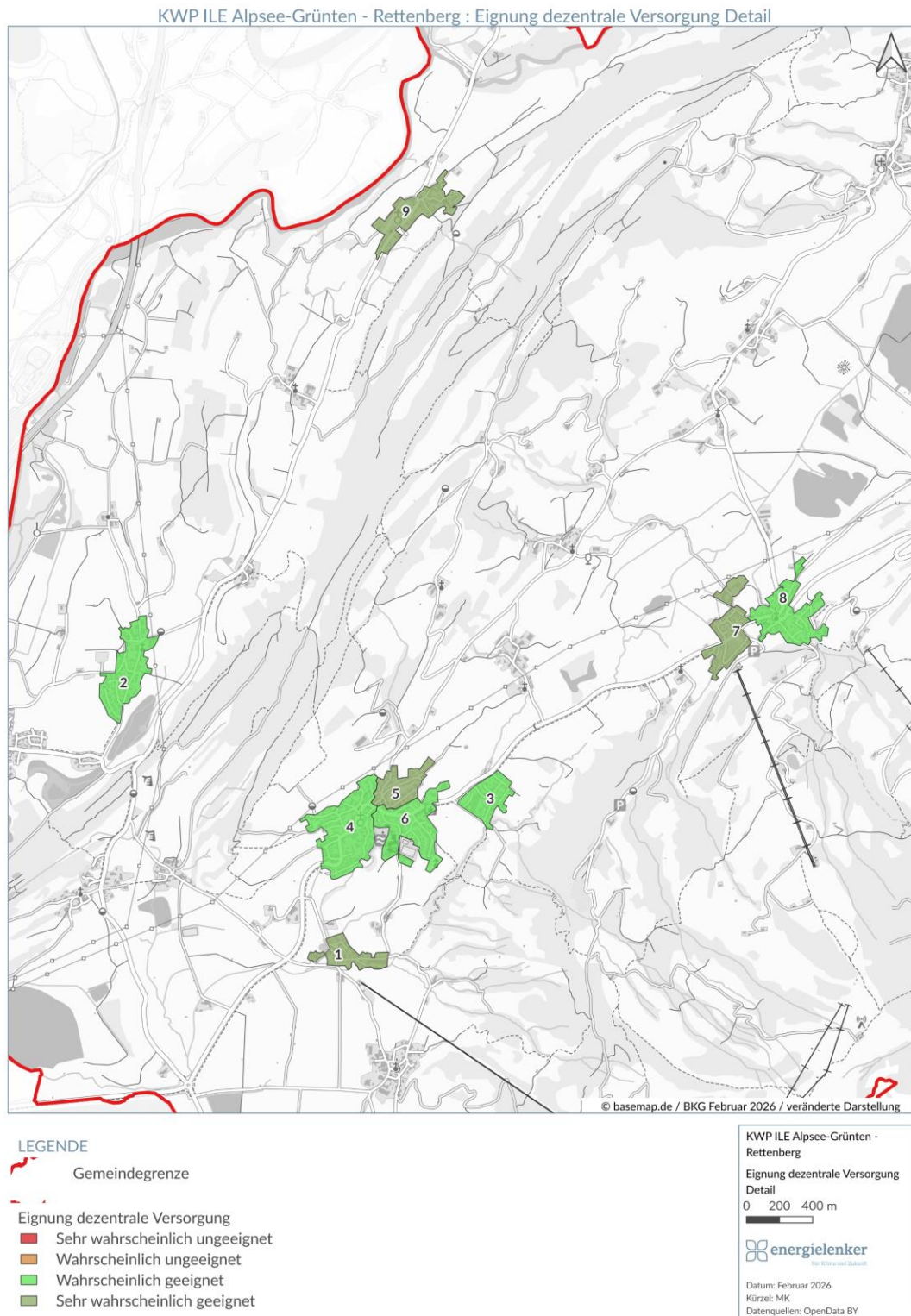


Abbildung 4-4: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

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 Gemeinde Rettenberg wurde Teilgebiet 8 als Prüfgebiet kategorisiert. Bei diesem Gebiet 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.

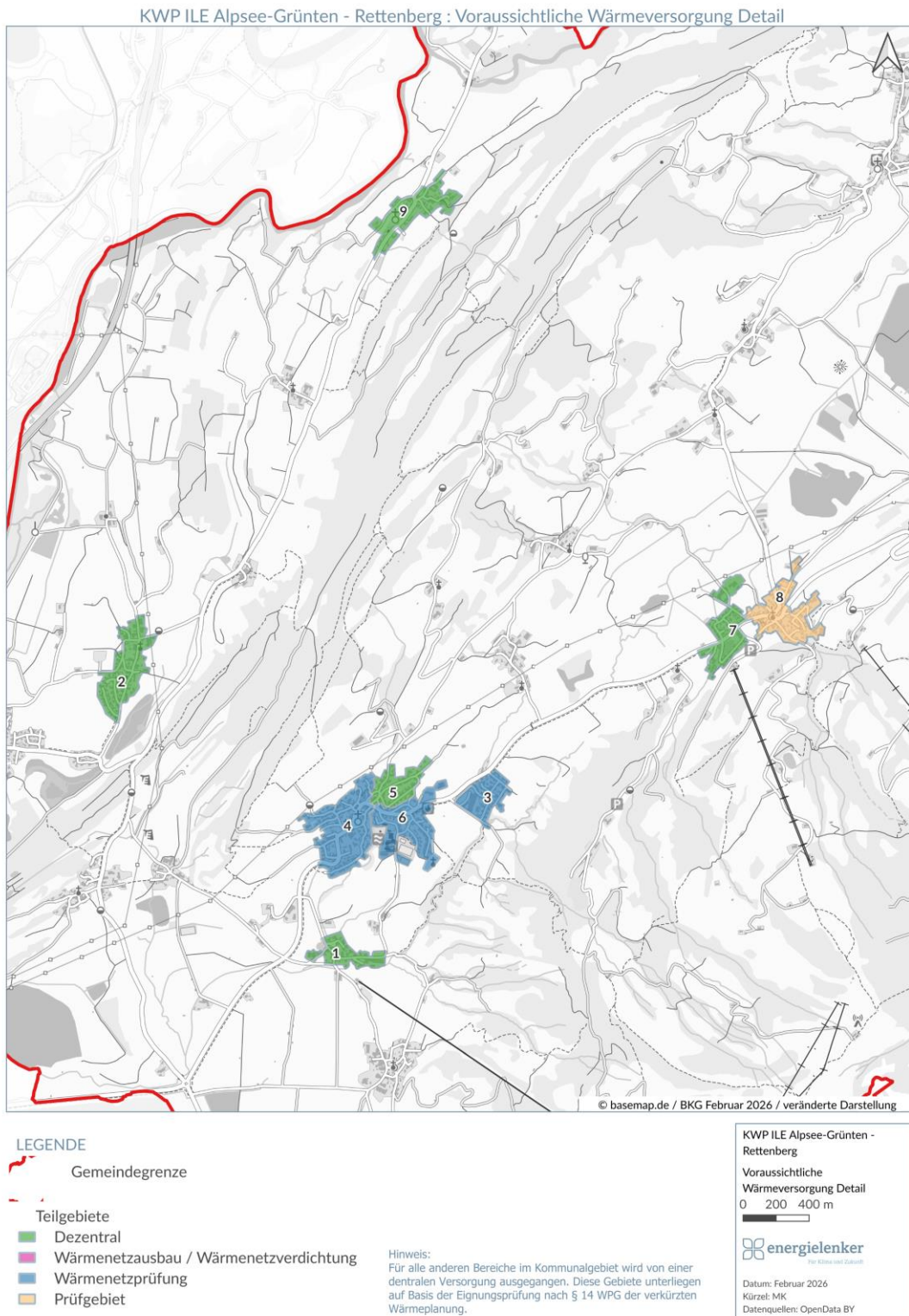


Abbildung 4-5: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Rettenberg

4.3 Zielszenario

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Gemeinde Rettenberg 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.

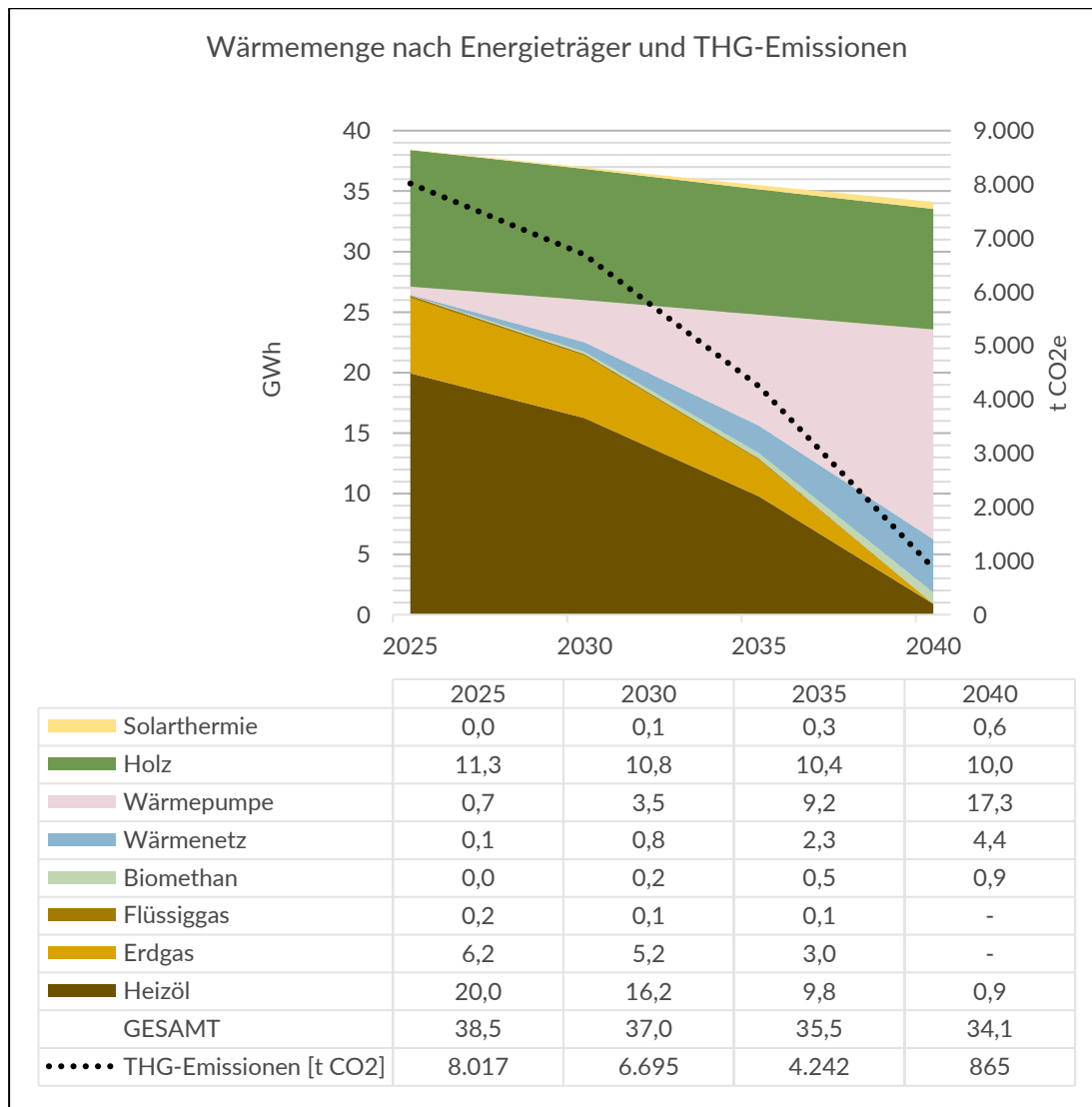


Abbildung 4-6: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Rettenberg

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

Teilgebiet	Anteil Wärme-netz	Anteil Wärme-pumpe	Anteil Biogas	Anteil Holz	Anteil Solar-thermie	Öl
1	0 %	65 %	3 %	30 %	2 %	0 %
2	0 %	56 %	0 %	40 %	2 %	2 %
3	40 %	35 %	20 %	4 %	0 %	1 %
4	40 %	33 %	0 %	25 %	2 %	0 %
5	0 %	59 %	0 %	35 %	2 %	4 %
6	40 %	33 %	0 %	25 %	2 %	0 %
7	0 %	59 %	0 %	35 %	2 %	4 %
8	0 %	59 %	0 %	35 %	2 %	4 %
9	0 %	59 %	0 %	35 %	2 %	4 %
10	0 %	59 %	0 %	35 %	2 %	4 %

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. Für die THG-Emissionen von zukünftigen Wärmenetze wird angenommen, dass diese mit 90 % Biomasse und 10 % Biomethan betrieben werden.

Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2040 in fünfjahresritten 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 Rettenberg	32	31	31	31

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

5 Wärmewendestrategie

Die Erreichung des Ziels einer Wärmeversorgung allein aus erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme bedarf eines koordinierten, strategischen Vorgehens für die gesamte Gemeinde. 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 Förderkulisse,
- ▶ 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 Gemeinden.

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, das ihre Investitionen unterstützt und so auch die lokale Wertschöpfung stärkt.

5.1 Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen bilden die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Rettenberg. 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).

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

Handlungsfelder	Nr.	Maßnahme	Teilgebiete	Priorität
Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	7	Wärmenetzprüfung	3, 4, 6	hoch
	14	Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende	-	hoch
Unternehmen für die Wärmewende	8	Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale	4	hoch
	6	Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen	1, 3, 4	niedrig
Leuchtturmwirkung, Vorbildfunktion der Kommune	3	Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	6	mittel
	15	PV auf kommunalen Dächern	6	mittel
	13	Einrichtung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften	6	niedrig
Information, Beratung, Kooperation	2	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	5	hoch
	11	Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	-	hoch
	1	Motivation Bürger*innen für die Energiewende	1 - 9	mittel
	12	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch	1 - 9	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 ist das Teilgebiet sowie vorhandene Gas- und Wärmenetze dargestellt.

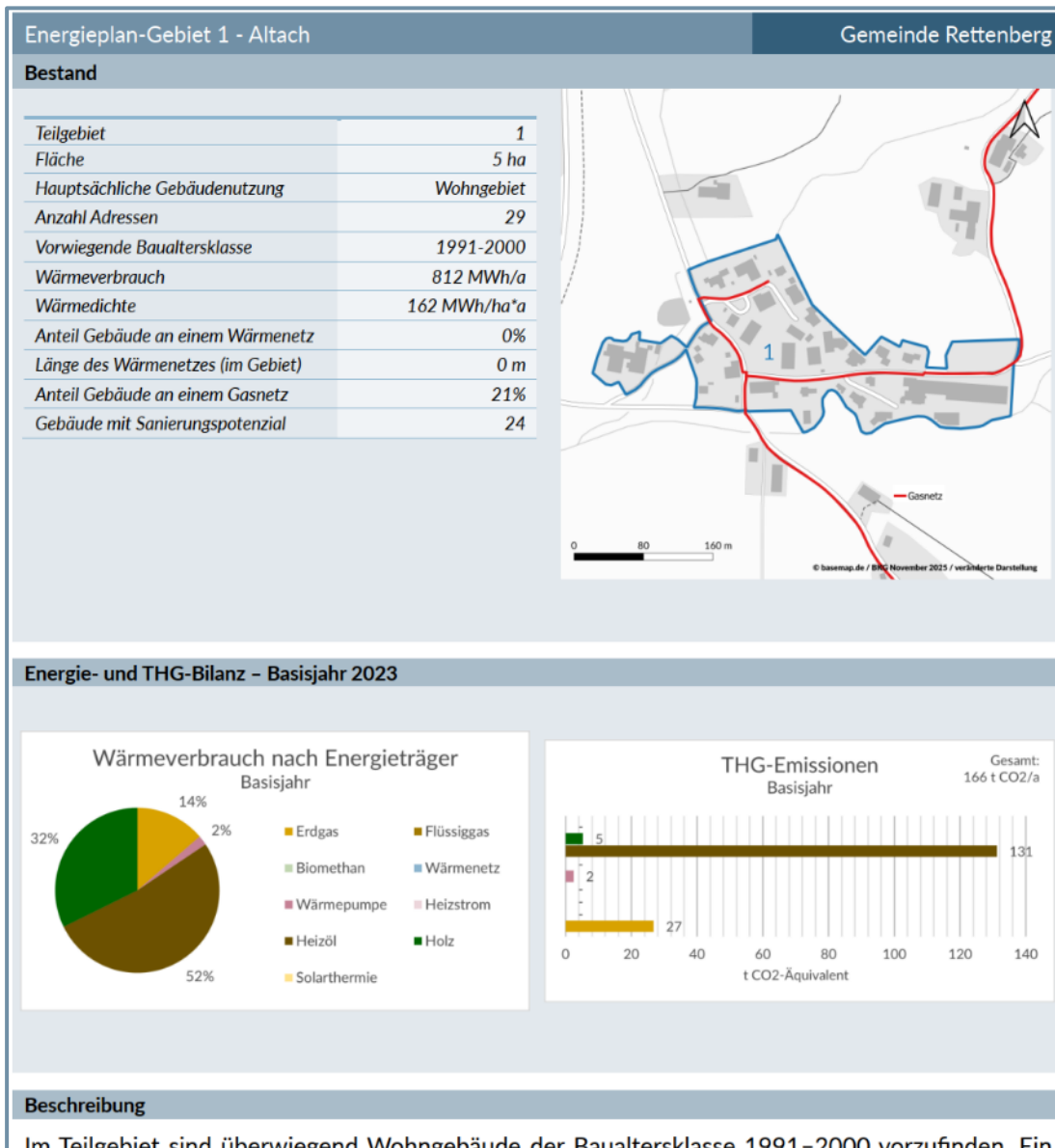


Abbildung 5-2: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

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 3.1 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 Wärmebedarf sowie den aufgeführten Emissionsfaktoren. Die unbekannt, 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.

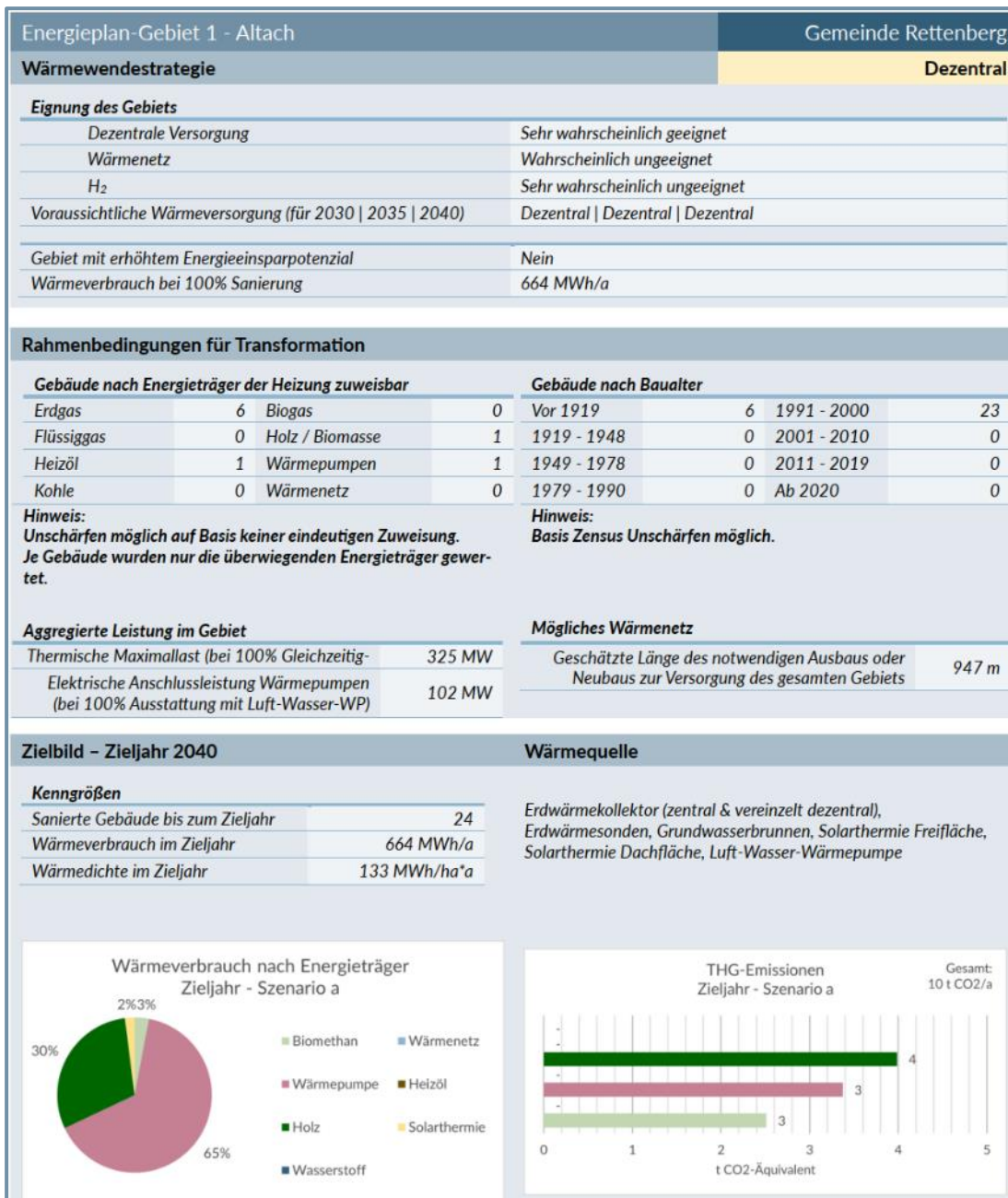


Abbildung 5-3: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

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, Wärmenetzausbauggebiet, 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 Gemeinde 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 Klimaschutzszenarios, 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
<i>Für jedes umzurüstende Gebäude</i>	<i>Wärmepumpe</i>	<i>Brennwertkessel</i>	<i>Indirekte Hausübergabestation</i>
	<i>Installation</i>	<i>Installation</i>	<i>Installation</i>
	<i>Geringinvestive Maßnahmen und Heizungsflächentausch</i>	<i>Geringinvestive Maßnahmen</i>	<i>Geringinvestive Maßnahmen</i>
		<i>Schornsteinertüchtigung</i>	<i>Hausanschlussleitung (15m) teilbefestigtes Terrain</i>
		<i>Pelletlagerkosten</i>	
	<i>Pufferspeicher</i>	<i>Pufferspeicher</i>	
<i>Im Gebiet</i>			<i>Verteilnetz nach Länge der Wärmelinien abzüglich vorhandene Netzlänge</i>

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 Wärmelinienichten des Teilgebietes dargestellt.

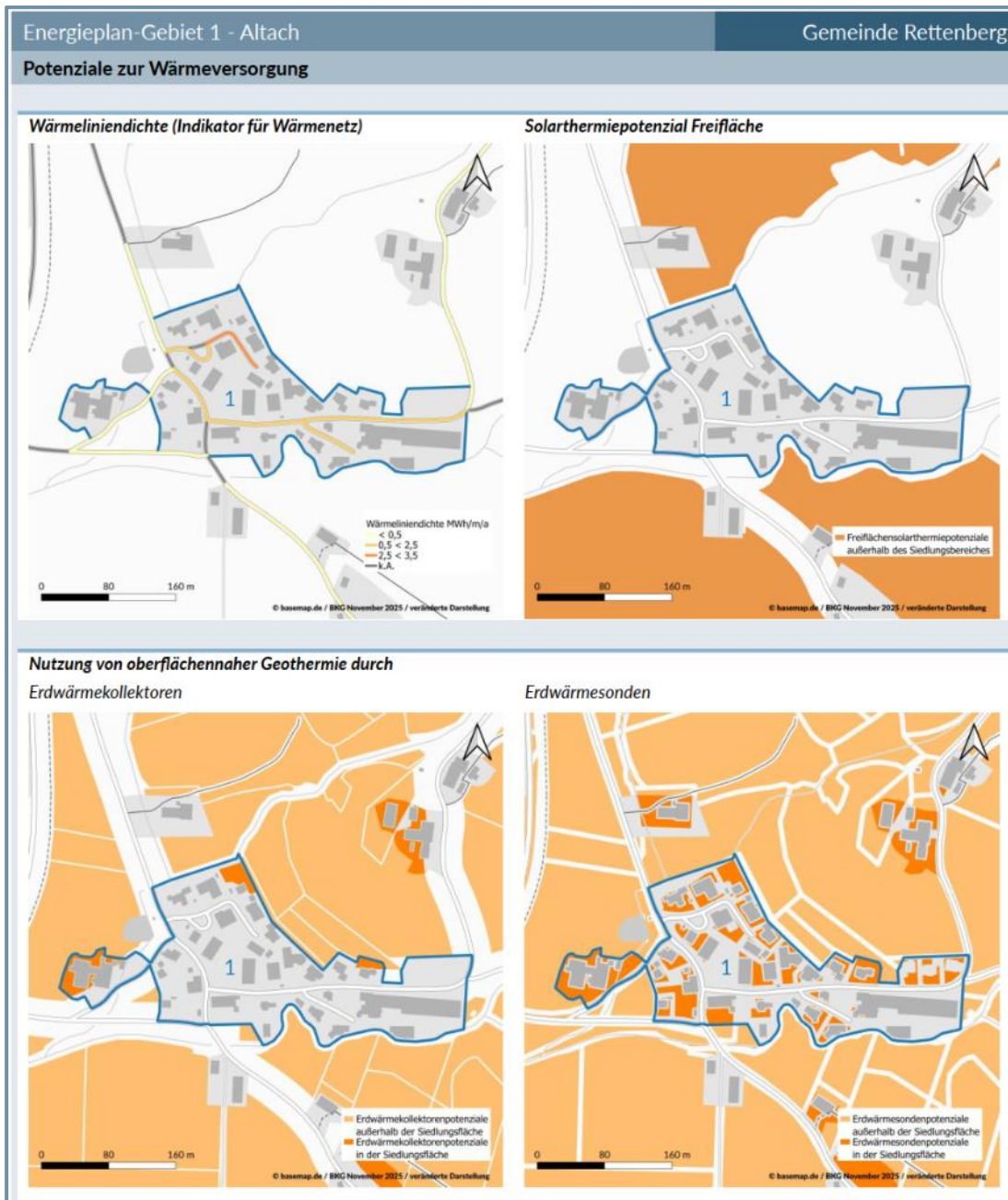


Abbildung 5-4: Kartografische Darstellungen Wärmeliniendichte sowie lokale Potenziale im Gebiet als auch in näherer Umgebung des Teilgebiets

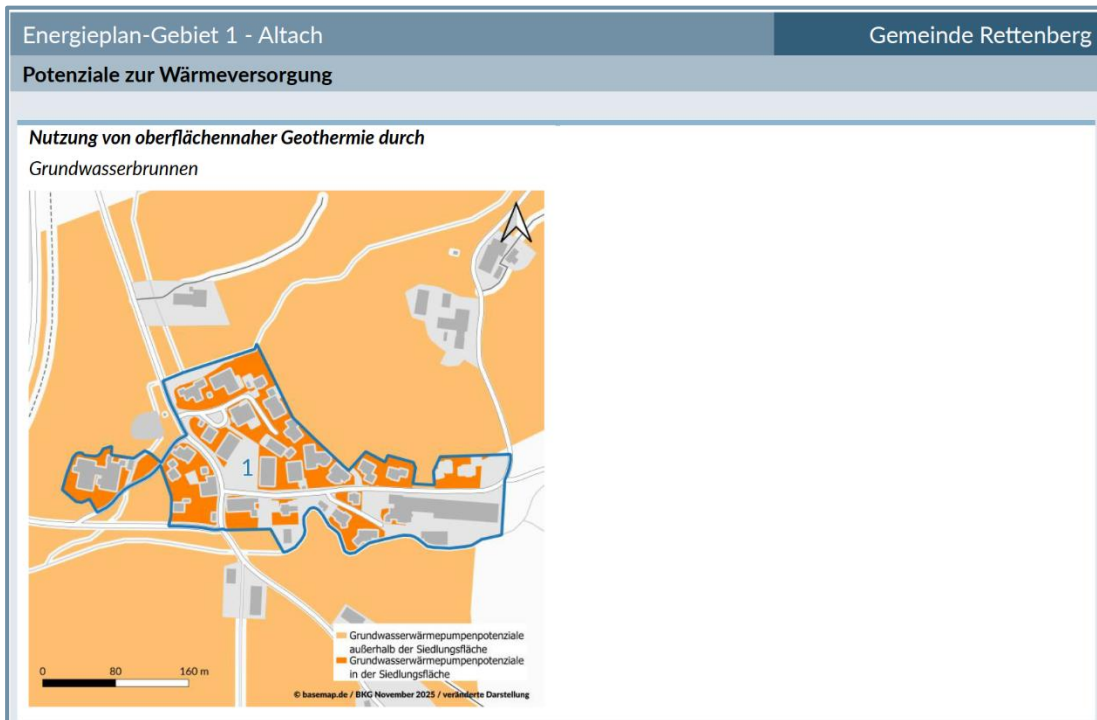


Abbildung 5-5: Beispiel der lokalen Potenziale von Grundwasserbrunnensystemen

5.3 Fokusgebiete

Folgende Gebiete wurden als Fokusgebiete deklariert.

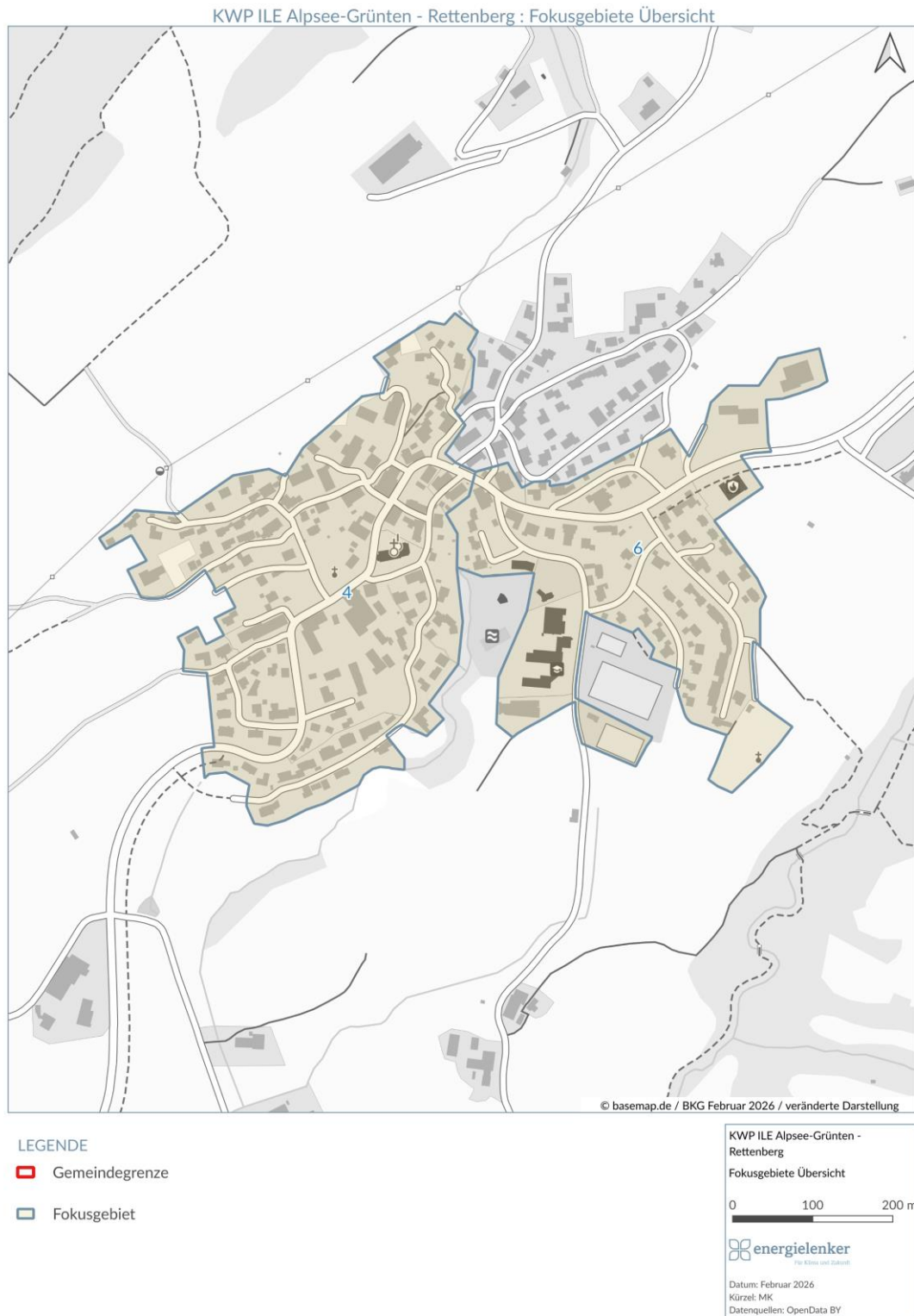


Abbildung 5-6: Darstellung der Fokusgebiete

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 – dienen anschließend als Grundlage zur Kostenschätzung. Diese erfolgte unter Bezugnahme der öffentlichen Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024). Die angegebenen Kosten umfassen die Anschlusskosten für die Haushalte, die aus Hauptleitung und Verteilnetz zusammengesetzte Rohrnetzkosten 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.

5.3.1 Fokusgebiet Teilgebiet 4

Aktuell befinden sich in diesem Gebiet 131 beheizte Adressen, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 5.107 MWh. Aufgrund hoher Wärmeliniendichten (vgl. Steckbrief im Anhang) und eines Großverbrauchers mit Abwärmepotenzial bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Aufbau 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.

Zusätzlich ist in dem Gebiet die Brauerei Engelbräu Rettenberg Felix Widenmayer e. K. mit Abwärmepotenzial vorhanden. Ein Akteursgespräch hat ergeben, dass ungenutzte Abwärme im Abwasser ganzjährig von Montag bis Freitag mit etwa 40 °C anfällt, die Energiemenge derzeit jedoch nicht quantifizierbar ist (siehe Kapitel 3.6.1). Wenn ein Heizwerk im direkten Umfeld oder auf dem Gelände der Firma errichtet wird, könnte die industrielle Abwärme für das dargestellte Wärmenetz genutzt werden. Dabei ist das Temperaturniveau der industriellen Abwärme zu beachten und die Zeitpunkte des Anfalls. Im Zuge der Planung eines gemeinsamen Heizwerkes könnten sich Synergieeffekte ergeben, einerseits für die Bedarfe des Unternehmens und zum anderen für die Bedarfe der Anschlussnehmer an das dargestellte Wärmenetz. Bei weiteren Analysen oder Planungen sollte die Brauerei mit einbezogen werden.

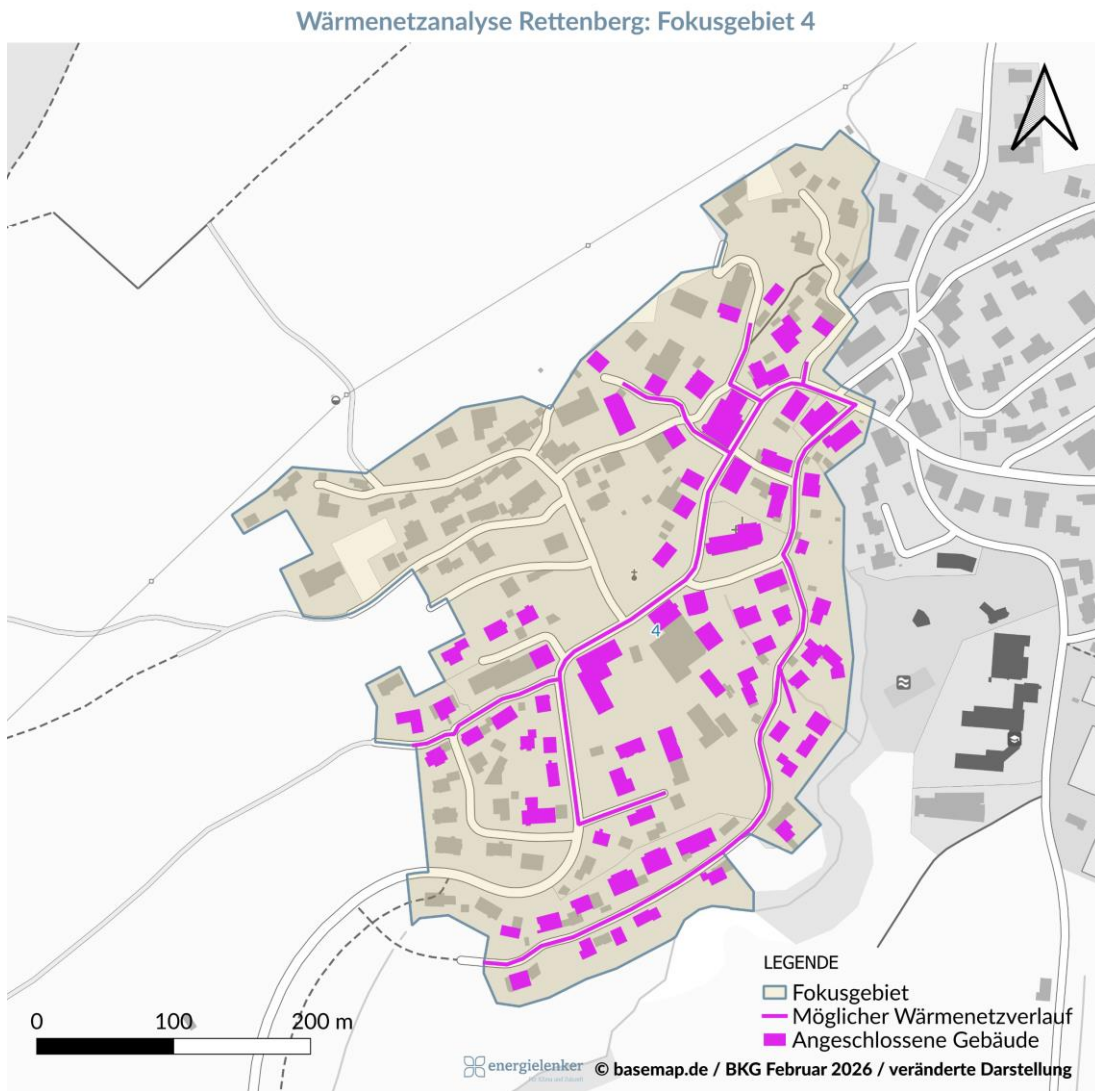


Abbildung 5-7: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes im Teilgebiet 4

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

Tabelle 5-5: Energietechnische Übersicht des potenziellen Wärmenetzes

	Variante Minimum	Variante Durchschnitt	Variante Ambitioniert	Variante Maximum
Anschlussquote	25 %	40 %	60 %	100 %
Anzahl Hausanschlüsse	20	32	48	80
Energiemenge [MWh/a]	979	1.567	2.351	3.918
Netzlänge ohne Hausanschlüsse [m]	1.419	1.419	1.419	1.419
Mittlere Wärmeliniedichte des Netzes [MWh/m]	0,7	1,1	1,7	2,8

Investitionskosten für das Wärmenetz

In Abbildung 5-8 sind 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.

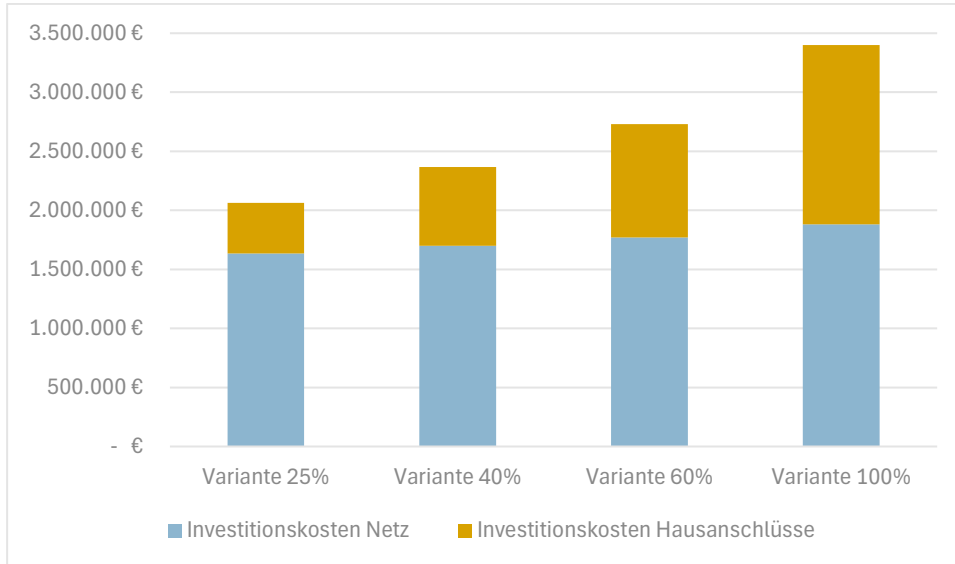


Abbildung 5-8: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten

Da sich das Gebiet tendenziell für ein Wärmenetz anbietet, jedoch manche Informationen wie z. B. die aktuell laufenden Planungen eines örtlichen Wärmenetzplaners für den Aufbau von Wärmenetzen in diesem Gebiet nicht vorliegen, wird ein intensiver Austausch der Stadt mit den beteiligten Akteuren im Gebiet empfohlen, bevor eine vertiefende Machbarkeitsstudie (BEW-Studie) im Anschluss an die Wärmeplanung beantragt werden soll.

5.3.2 Fokusegebiet Teilgebiet 6

Das Fokusegebiet 6 beinhaltet den Großteil der kommunalen Gebäude der Gemeinde Rettenberg. Aktuell befinden sich in diesem Gebiet 79 beheizte Adressen, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 2.723 MWh. Aufgrund der kompakten Struktur und hoher Wärmeliniendichten (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 Rettenberg: Fokusgebiet 6

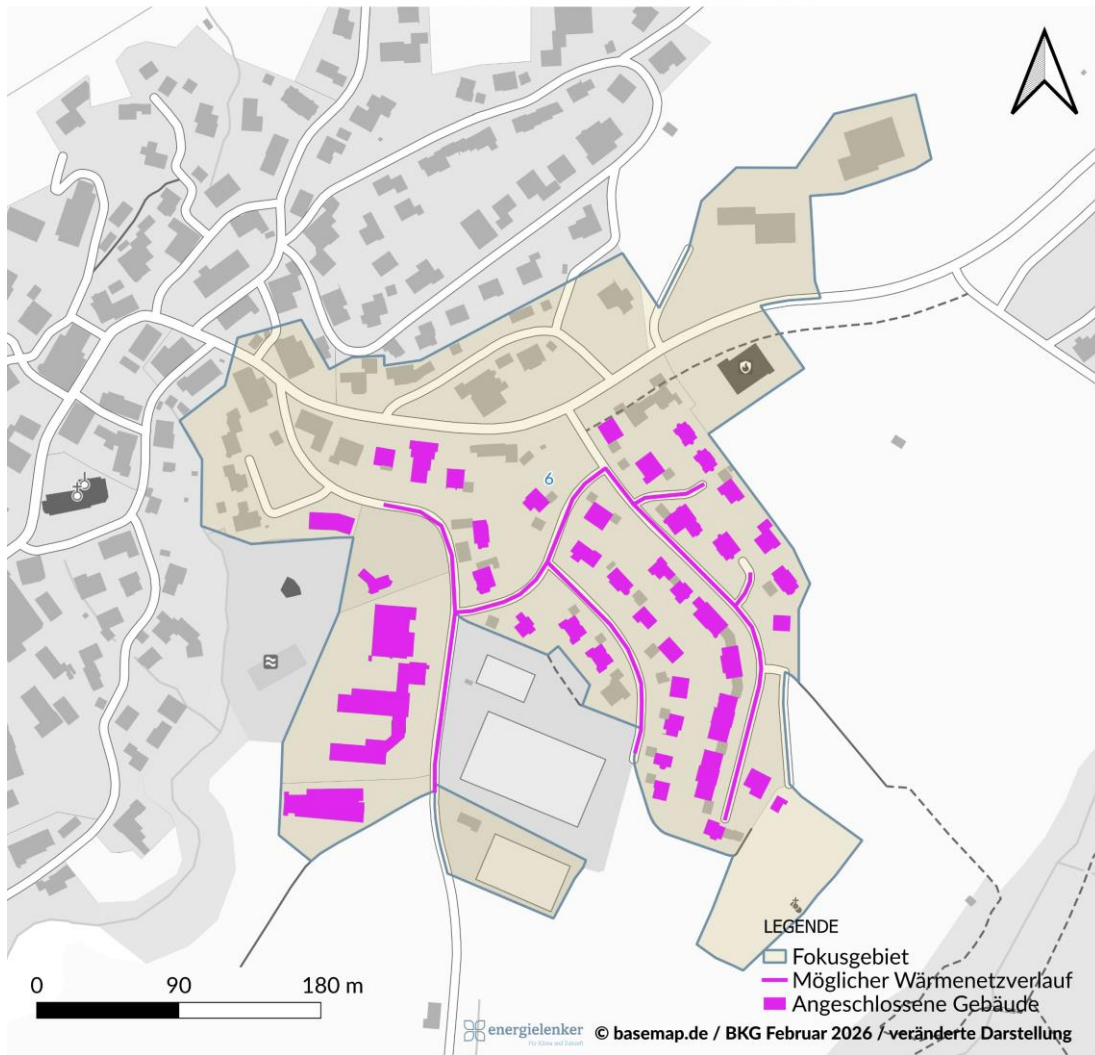


Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf des Wärmenetzes im Teilgebiet 6

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	23	34	57
Energiemenge [MWh/a]	446	714	1.071	1.785
Netzlänge ohne Hausanschlüsse [m]	823	823	823	823
Mittlere Wärmelinien-dichte des Netzes [MWh/m]	0,5	0,9	1,3	2,2

Investitionskosten für das Wärmenetz

In Abbildung 5-10 sind 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.

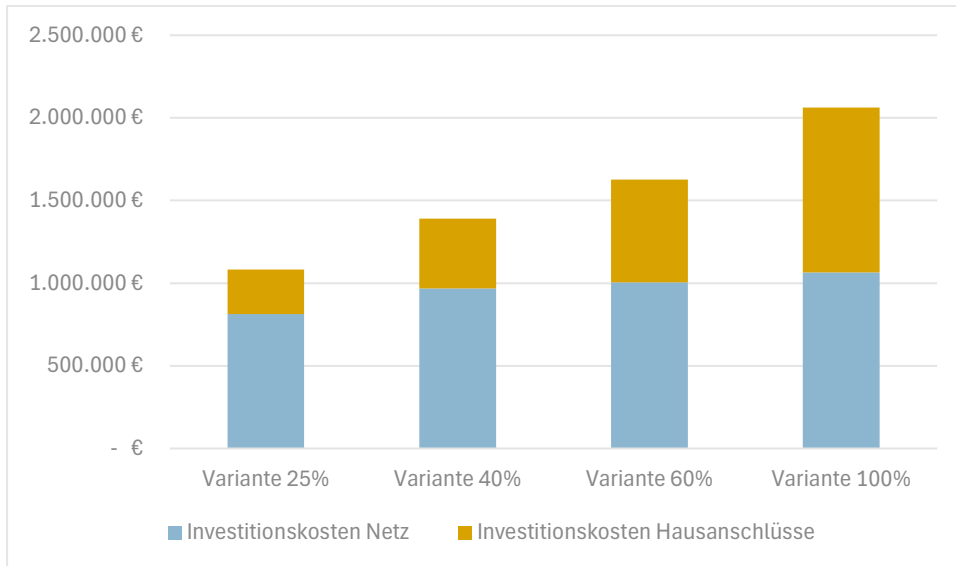


Abbildung 5-10: Investitionskostenvergleich für das Wärmenetz mit unterschiedlichen Anschlussquoten

Da sich das Gebiet tendenziell für ein Wärmenetz anbietet, jedoch manche Informationen wie z. B. die aktuell laufenden Planungen eines örtlichen Wärmenetzplaners für den Aufbau von Wärmenetzen in diesem Gebiet nicht vorliegen, wird ein intensiver Austausch der Stadt mit den beteiligten Akteuren 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 Gemeinde Rettenberg 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 Gemeinde Rettenberg und beteiligten Akteuren sinnvoll sein. Mögliche Akteure könnten u. a. 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 Gemeinderats sowie eine öffentliche Abschlussveranstaltung zur Vorstellung der Endergebnisse durchgeführt. Darüber hinaus wurden Zwischenergebnisse auf der Homepage der Gemeinde Rettenberg 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. Eine Fortschreibung dieser Bilanzierung geschieht bisher meist nicht in regelmäßigen Abständen. An dieser Stelle ist es sinnvoll einen jährlichen Rhythmus einzustellen, 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 3.1) 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.

Aufbau von Wärmenetzen

Für die klimaneutrale Wärmeversorgung ist der Aufbau von Wärmenetzen 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 Rettenberg 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 Wärmenetzaufbau 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? Erfolgt 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 Gemeinde Rettenberg. 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 Gemeinde Rettenberg und der energielenker projects GmbH implementiert worden. Hierfür braucht es verwaltungsintern eine 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)
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. des Ausbaus der Wärmenetze für alle notwendigen Akteure
- ▶ 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 Speicheranlagen 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 Gemeinde Rettenberg 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 Gemeindeentwicklung strategisch an den beschlossenen 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 Rettenberg 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 und der Aufbau von Wärmenetzen sein. Als erste Schritte werden die Unterstützung bestehender Planungen und die verstärkte Kommunikation mit aktuellen Wärmenetzplanern und Ankerkunden, die Beauftragung von Machbarkeitsstudien für den Aufbau 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&s&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
- Fraunhofer. (2024). *Endbericht Biogaspotenzial Bayern*. Kassel: Fraunhofer 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/profil/09780137> abgerufen
- ILEK Alpsee-Grüntten. (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.klimaschutzplaner.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/09780137.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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 WP 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, Wärmenetzbetreiber	Gemeinde
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		
<p>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.</p> <p>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.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 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 eingerichteten 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 Verstetigungskonzept zu erstellen, das 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		
<p>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.</p>		
Handlungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 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

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	664 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	6	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	1
Heizöl	1	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	6	1991 - 2000	23
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	0	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	325 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	102 MW

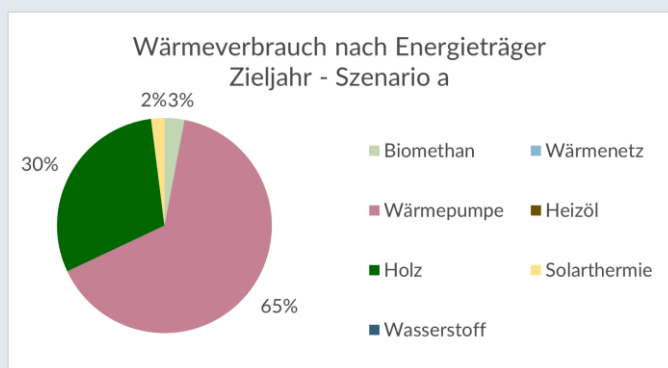
Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	947 m
---	-------

Zielbild - Zieljahr 2040

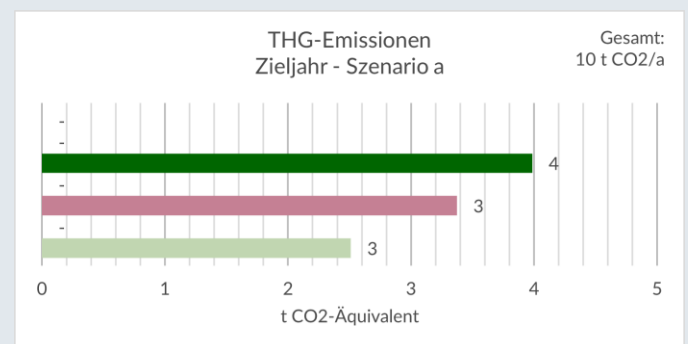
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	24
Wärmeverbrauch im Zieljahr	664 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	133 MWh/ha*a



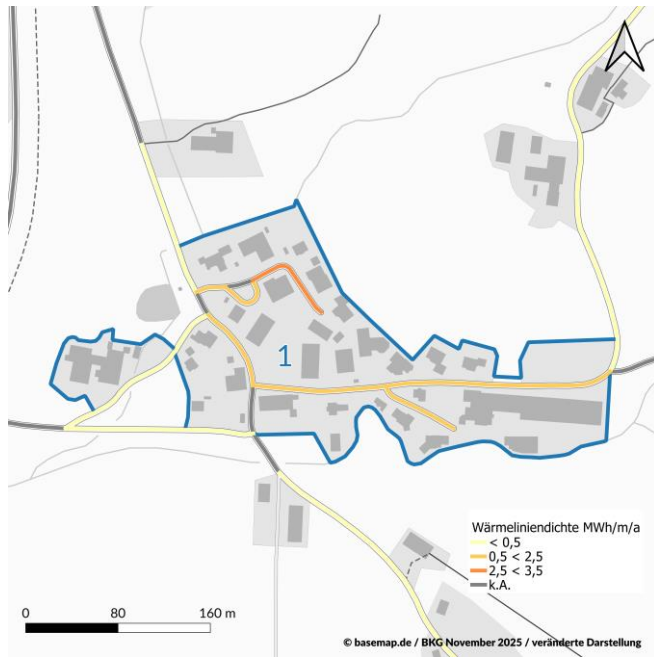
Wärmequelle

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

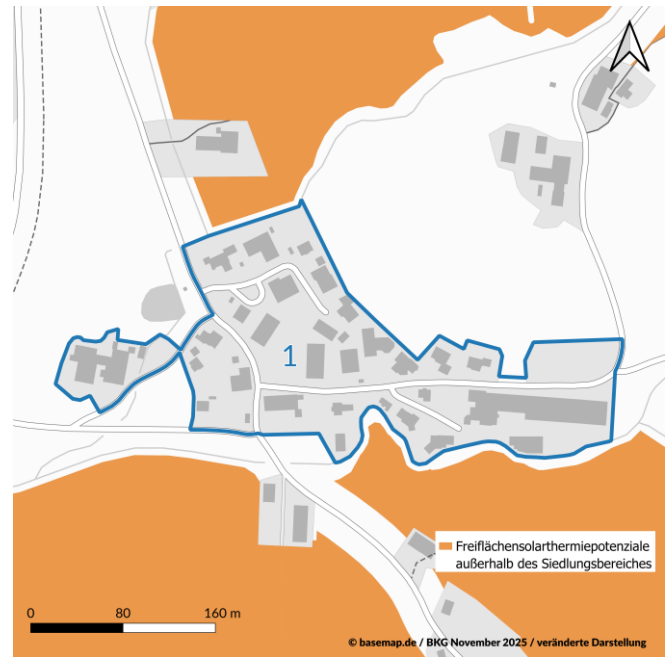


Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)

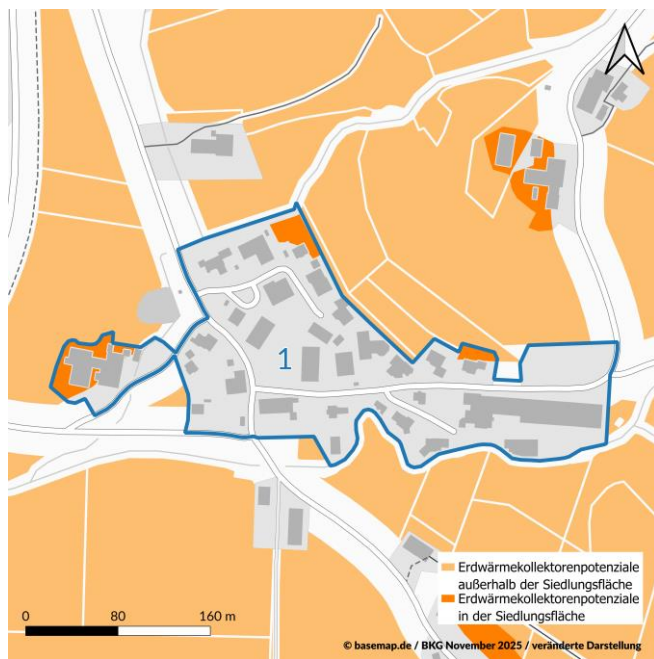


Solarthermiepotezial Freifläche

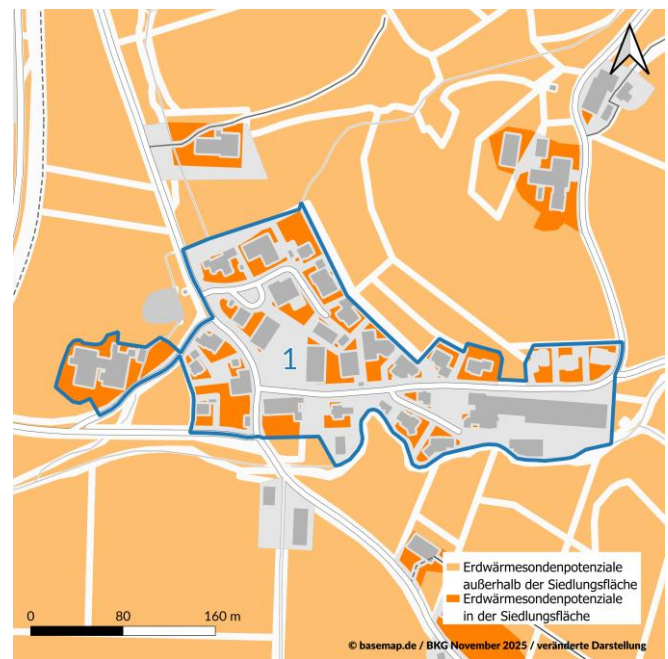


Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch

Erdwärmekollektoren

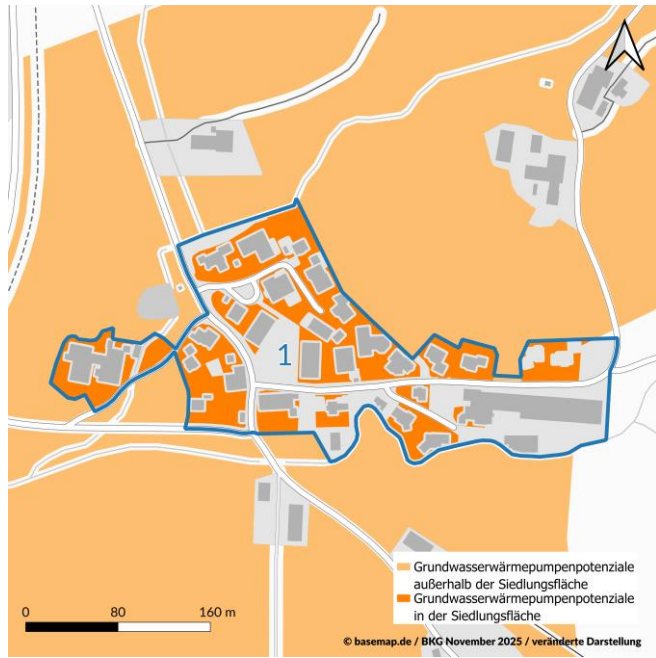


Erdwärmesonden



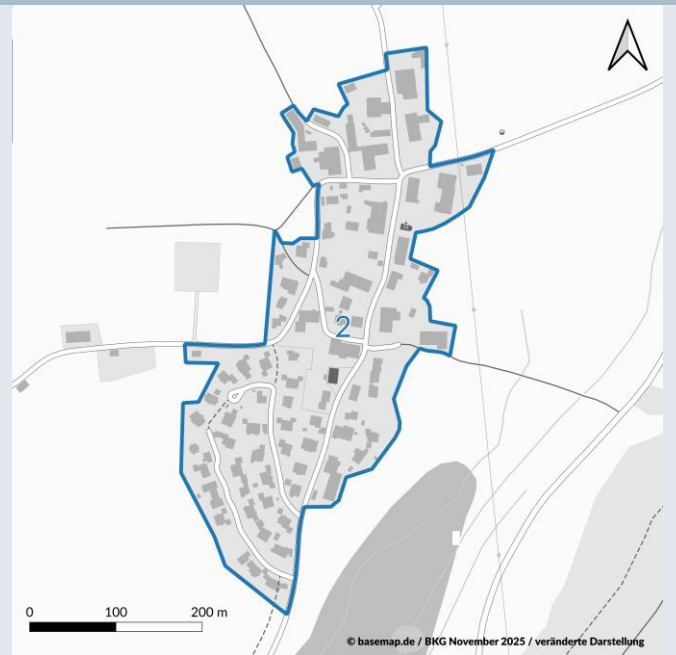
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

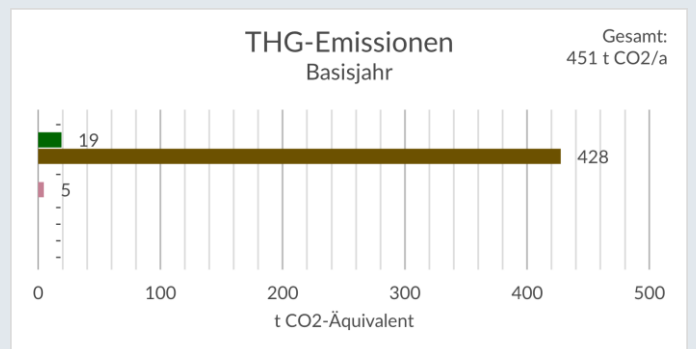
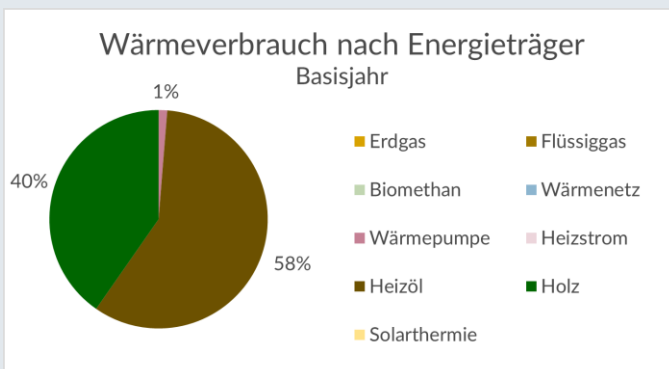


Bestand

Teilgebiet	2
Fläche	11 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	100
Vorwiegende Baualtersklasse	1991-2000
Wärmeverbrauch	2.362 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	0%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	77



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023



Beschreibung

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit Gebäuden überwiegend aus der Baualtersklasse 1991–2000. Ein Gas- oder Wärmenetz ist derzeit nicht vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt dezentral über Heizöl gefolgt von Biomasse und Wärmepumpe. Auch zukünftig wird eine dezentrale Wärmeversorgung als wahrscheinlich eingeschätzt, wobei auch ein Wärmenetz eine mögliche Option wäre.

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	1.955 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	0	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	5
Heizöl	19	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	29	1991 - 2000	35
1919 - 1948	0	2001 - 2010	22
1949 - 1978	9	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	938 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	293 MW

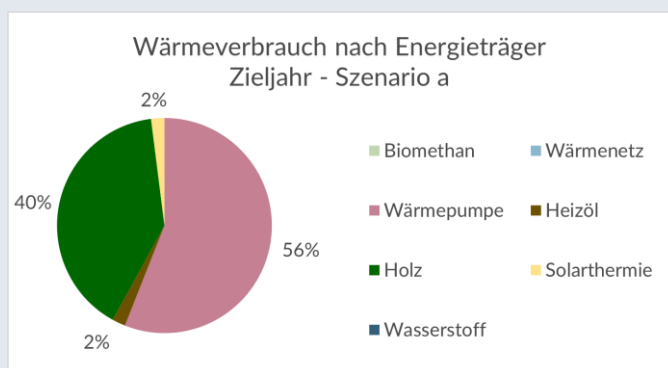
Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.856 m
---	---------

Zielbild - Zieljahr 2040

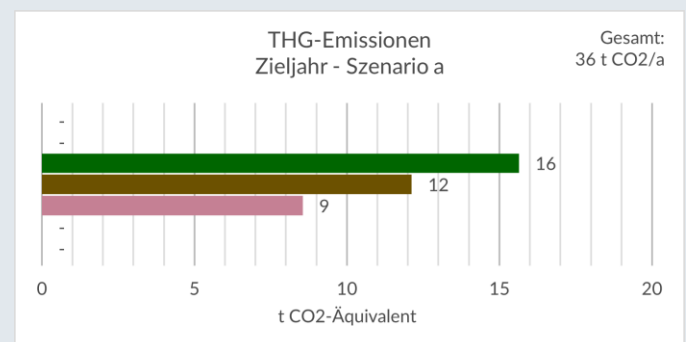
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	77
Wärmeverbrauch im Zieljahr	1.955 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	178 MWh/ha*a



Wärmequelle

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

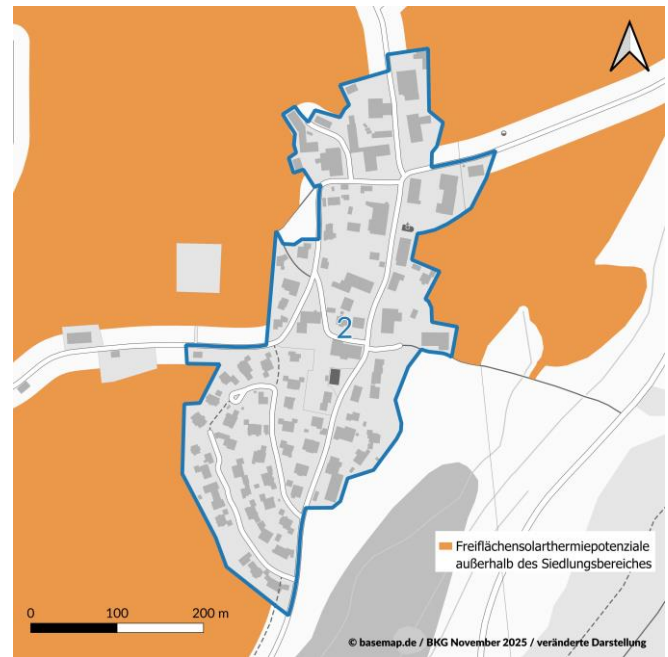


Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)

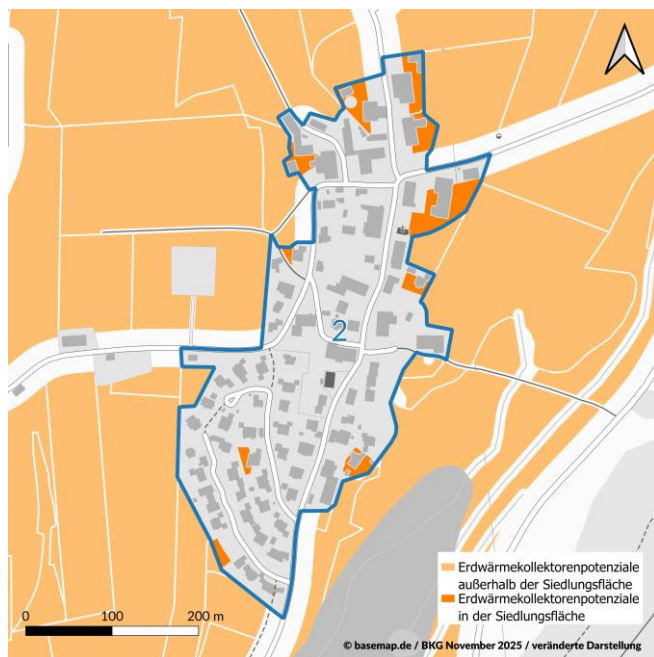


Solarthermiepotenzial Freifläche

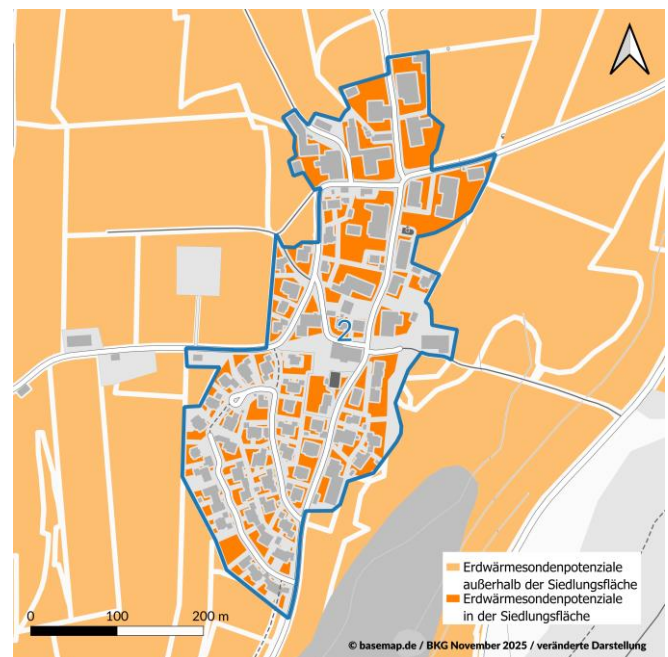


Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch

Erdwärmekollektoren

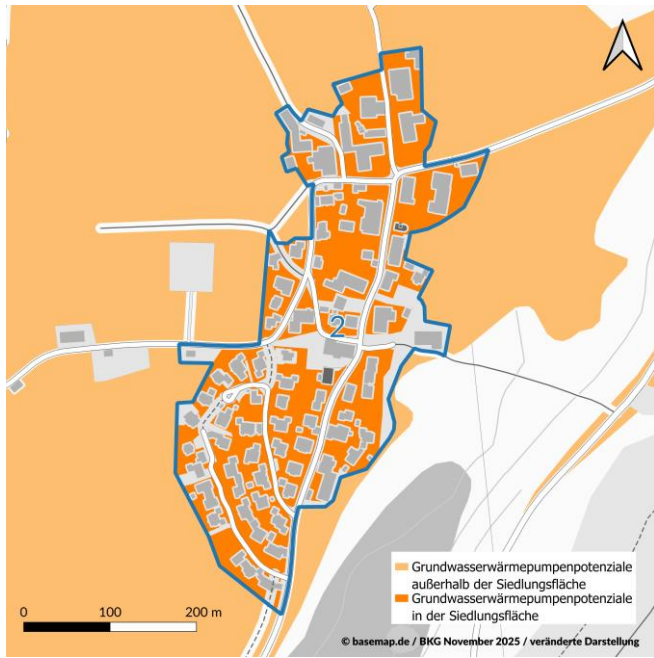


Erdwärmesonden



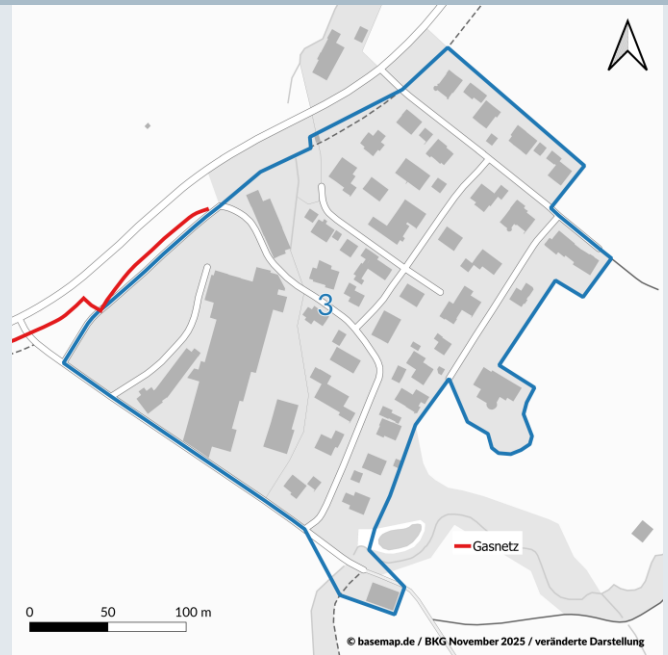
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

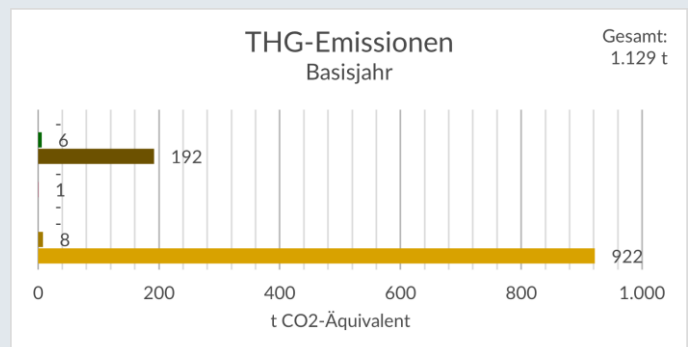
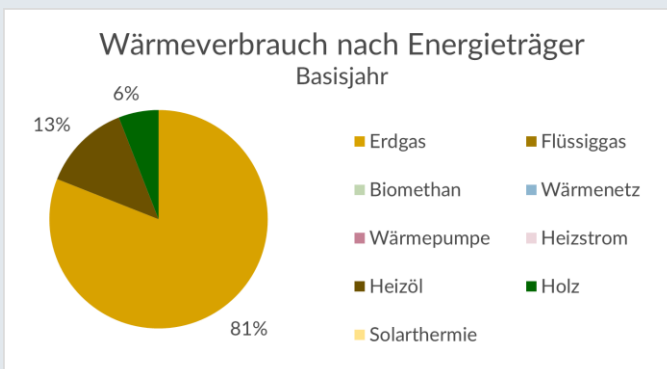


Bestand

Teilgebiet	3
Fläche	6 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	42
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	4.783 MWh/a
Wärmedichte	797 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	2%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	39



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023



Beschreibung

Im Teilgebiet überwiegen Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978. Ein Wärmenetz ist derzeit nicht vorhanden. Ein Gasnetz versorgt nur einen sehr geringen Anteil der Gebäude (2 %), jedoch mit einem Anteil an der Gesamtenergiemenge von 81 %. Hier ist ein einzelner Großverbraucher im Teilgebiet ersichtlich. Kurzfristig erfolgt die Wärmeversorgung überwiegend durch das Gasnetz, mittel- und langfristig gilt der Aufbau eines Wärmenetzes als wahrscheinlich.

Wärmewendestrategie

Wärmenetzprüfung

Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H ₂	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030 2035 2040)	Gasnetz Wärmenetz Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	4.501 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	1	Biogas	0
Flüssiggas	2	Holz / Biomasse	1
Heizöl	11	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	29	2011 - 2019	0
1979 - 1990	13	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	2.027 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	633 MW

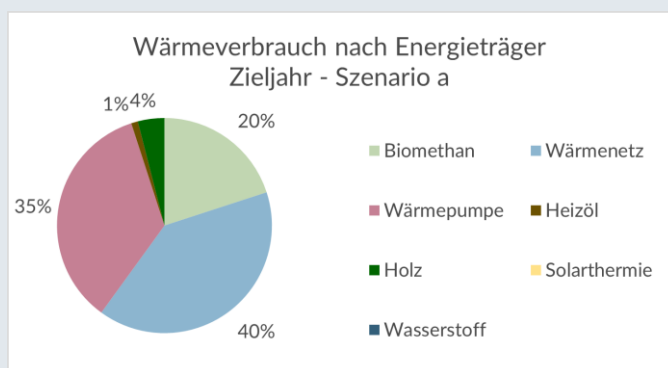
Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.280 m
---	---------

Zielbild - Zieljahr 2040

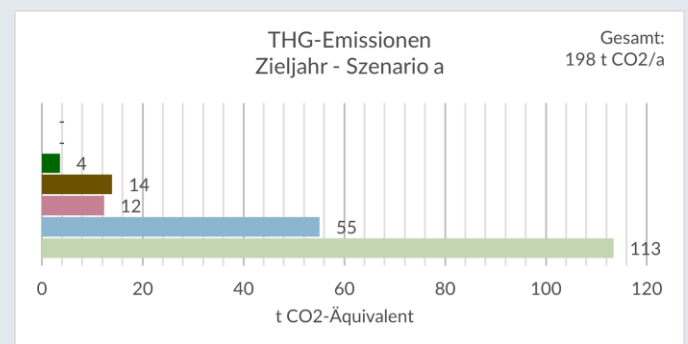
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	39
Wärmeverbrauch im Zieljahr	4.501 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	750 MWh/ha*a



Wärmequelle

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



Potenziale zur Wärmeversorgung

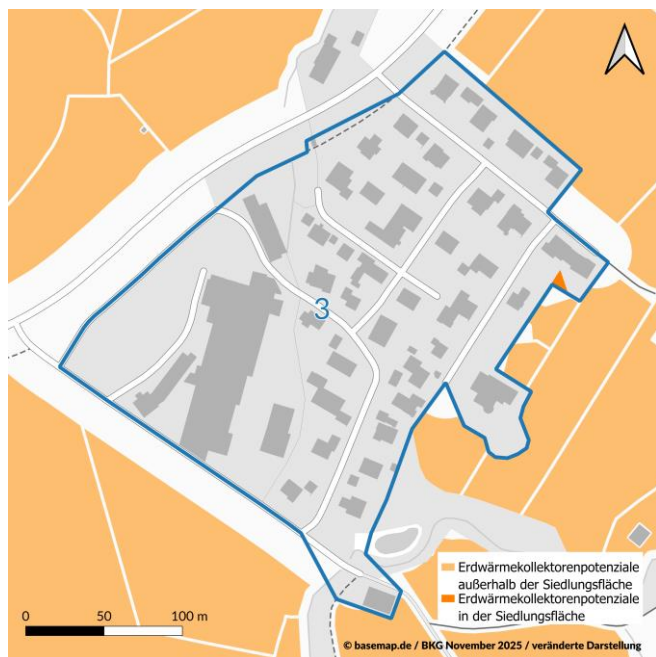
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



Erdwärmesonden



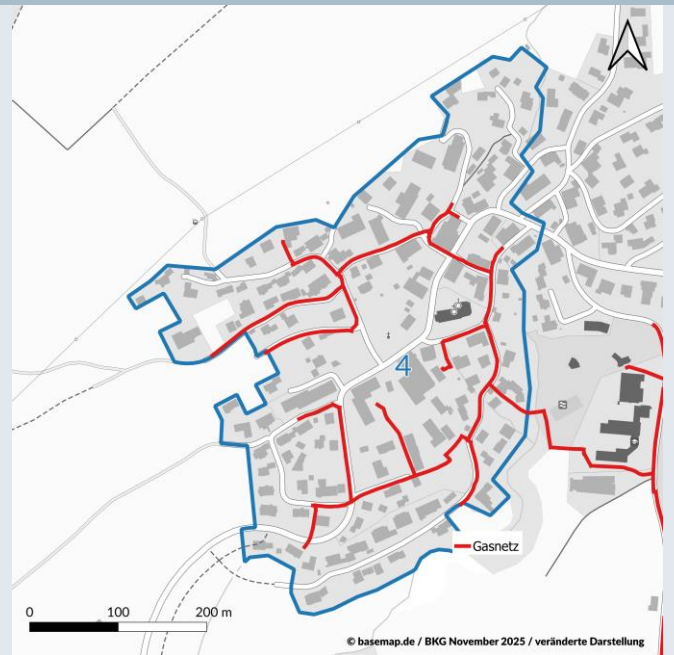
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

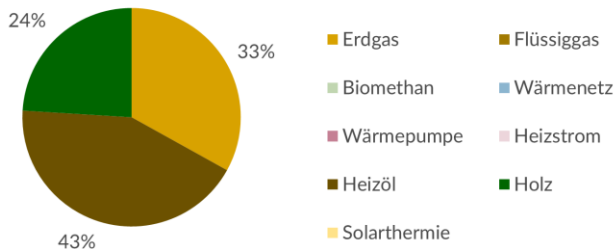
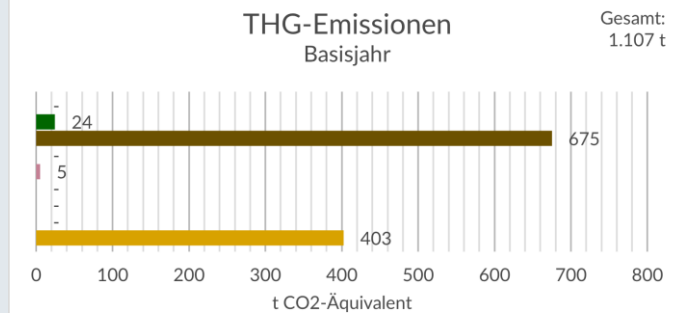


Bestand

Teilgebiet	4
Fläche	15 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	131
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	5.107 MWh/a
Wärmedichte	340 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	20%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	97



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
BasisjahrTHG-Emissionen
Basisjahr

Beschreibung

Das Teilgebiet ist überwiegend durch Wohngebäude der Baualtersklasse 1949–1978 geprägt. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 20 % der Gebäude. Ein Wärmenetz existiert nicht. Die Wärmeversorgung erfolgt aktuell dezentral mit Nutzung von Heizöl, Erdgas und Biomasse. Mittel- bis langfristig wird der Anschluss an ein Wärmenetz als wahrscheinlich eingeschätzt.

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	4.385 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	26	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	3
Heizöl	12	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	28	1991 - 2000	42
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	56	2011 - 2019	5
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	2.029 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	634 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.012 m
---	---------

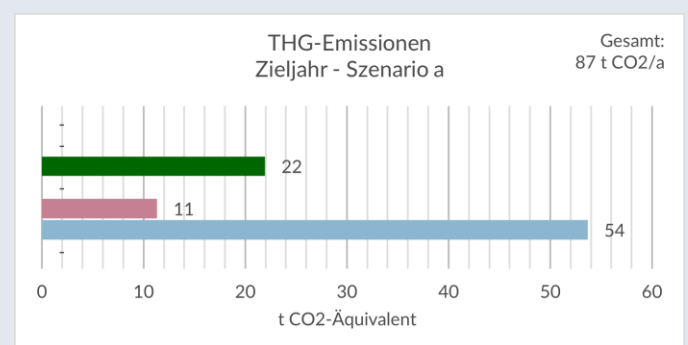
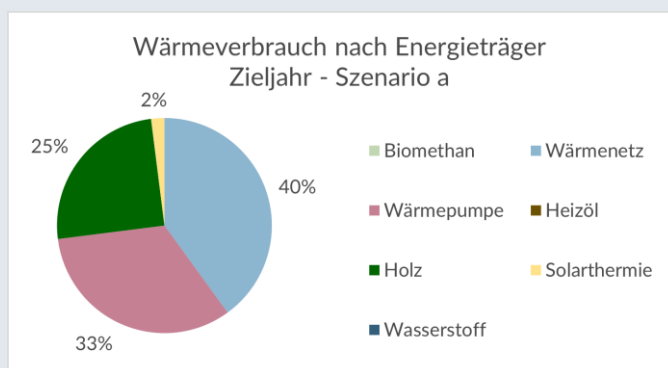
Zielbild - Zieljahr 2040

Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	97
Wärmeverbrauch im Zieljahr	4.385 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	292 MWh/ha*a

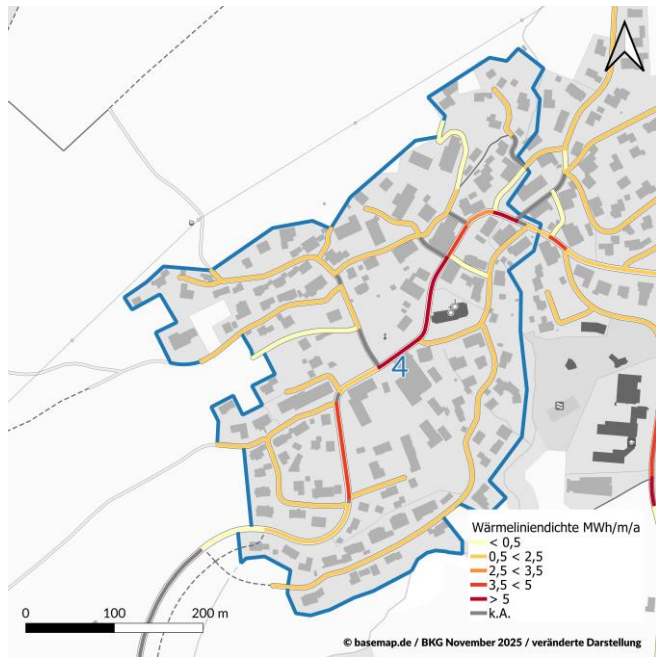
Wärmequelle

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

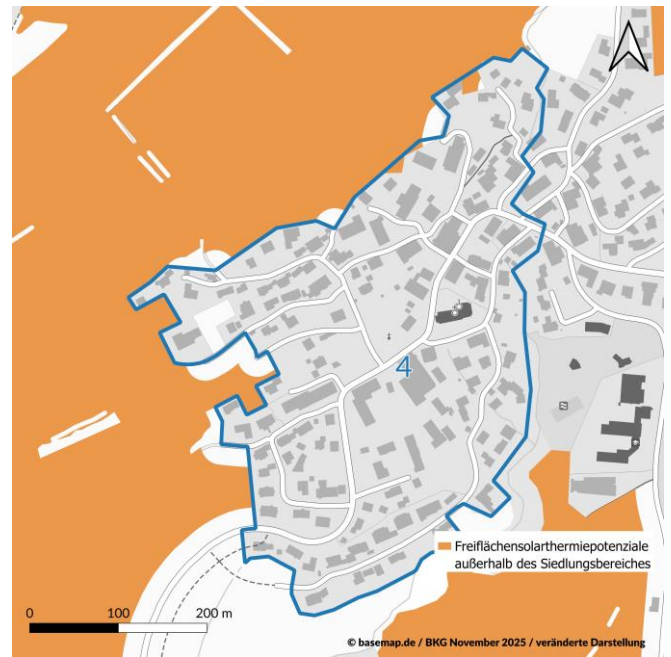


Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)

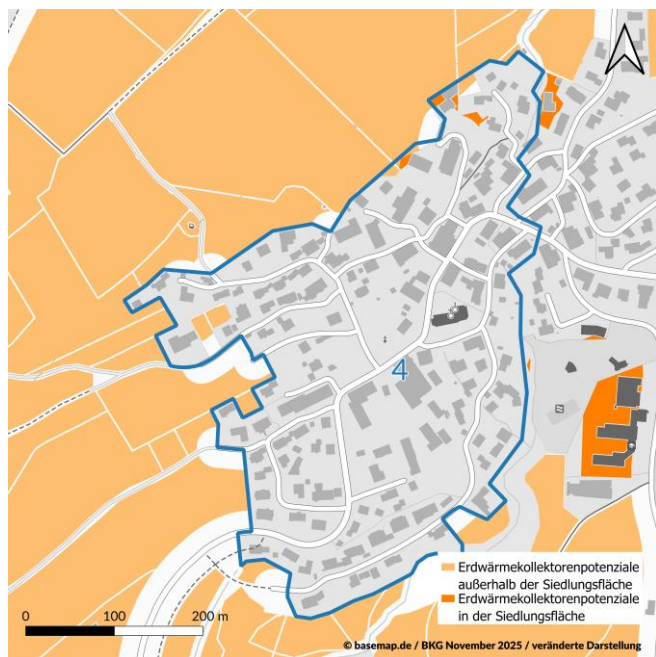


Solarthermiepotenzial Freifläche

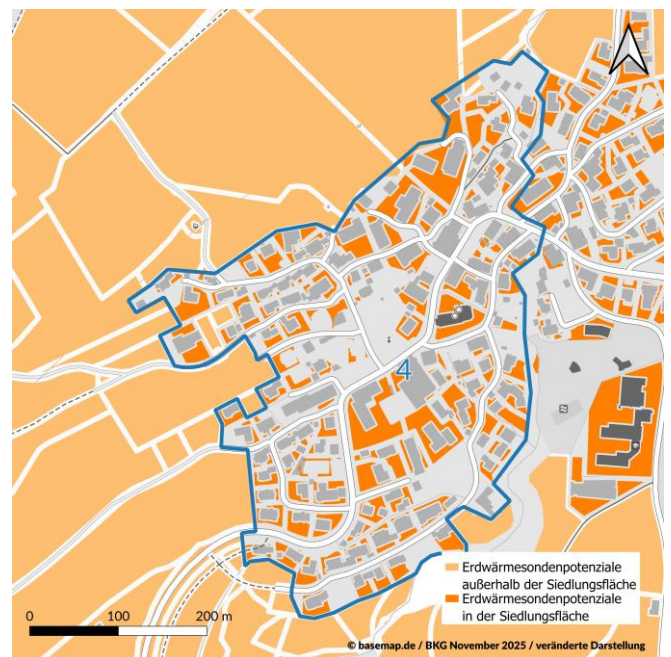


Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch

Erdwärmekollektoren

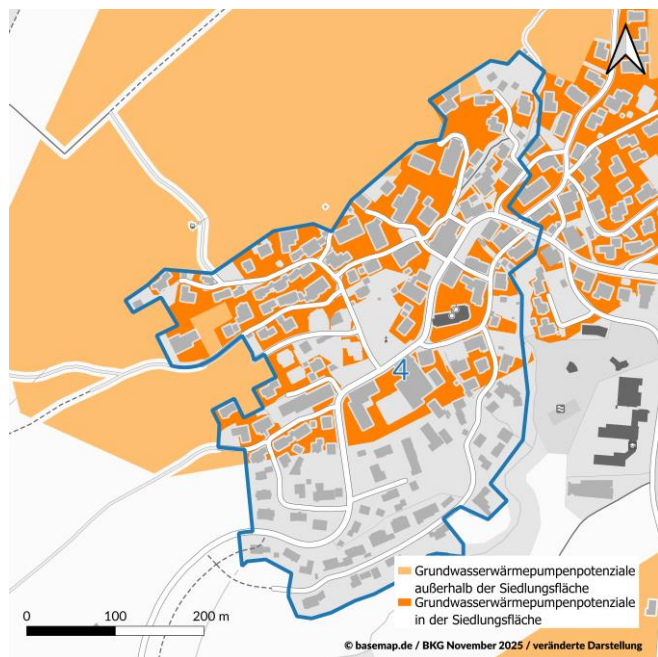


Erdwärmesonden



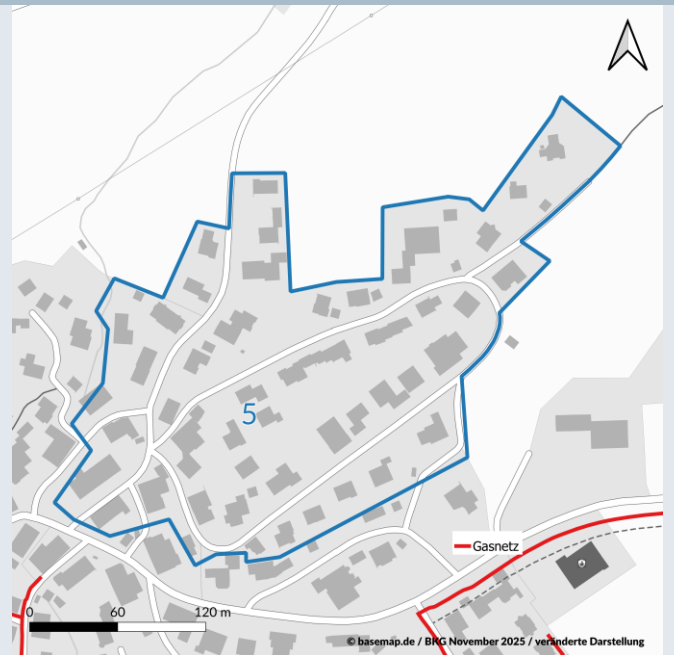
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

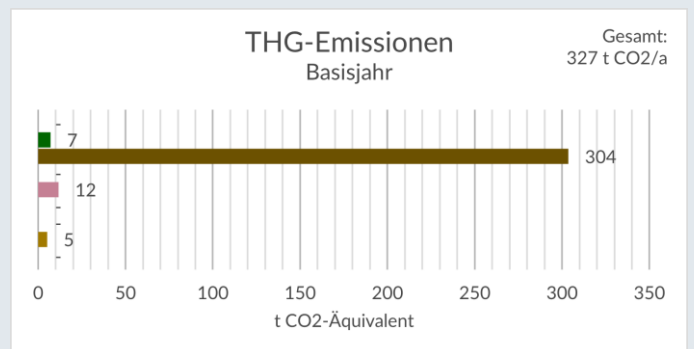
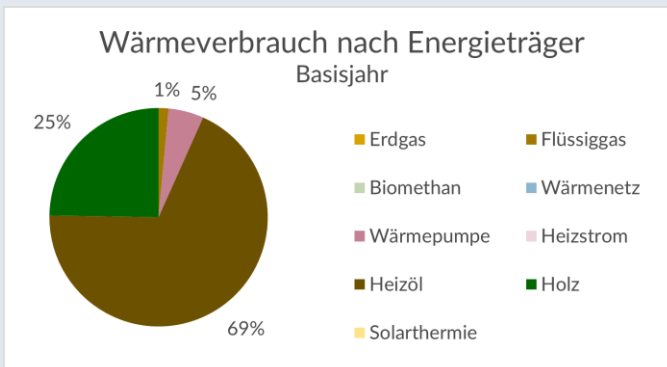


Bestand

Teilgebiet	5
Fläche	6 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	50
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	1.428 MWh/a
Wärmedichte	238 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	41



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023



Beschreibung

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude der Baualtersklasse 1979–1990. Ein Gas- oder Wärmenetz ist nicht vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt dezentral über Heizöl gefolgt von Biomasse, Wärmepumpe und Flüssiggas. Auch künftig wird eine dezentrale Wärmeversorgung als sehr wahrscheinlich angesehen.

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	Ja
Wärmeverbrauch bei 100% Sanierung	1.023 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	0	Biogas	0
Flüssiggas	1	Holz / Biomasse	1
Heizöl	13	Wärmepumpen	2
Kohle	0	Wärmenetz	0

Gebäude nach Baualter

Vor 1919	4	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	8	2011 - 2019	4
1979 - 1990	34	Ab 2020	0

Hinweis:

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

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	530 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	166 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.178 m
---	---------

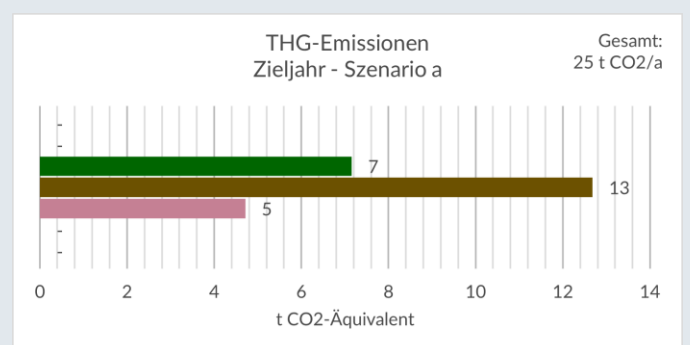
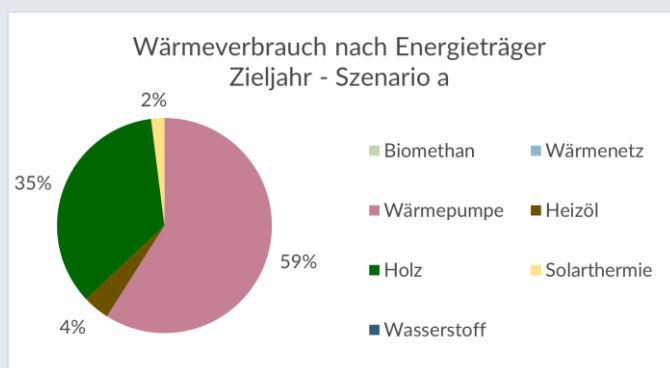
Zielbild - Zieljahr 2040

Kenngößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	41
Wärmeverbrauch im Zieljahr	1.023 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	171 MWh/ha*a

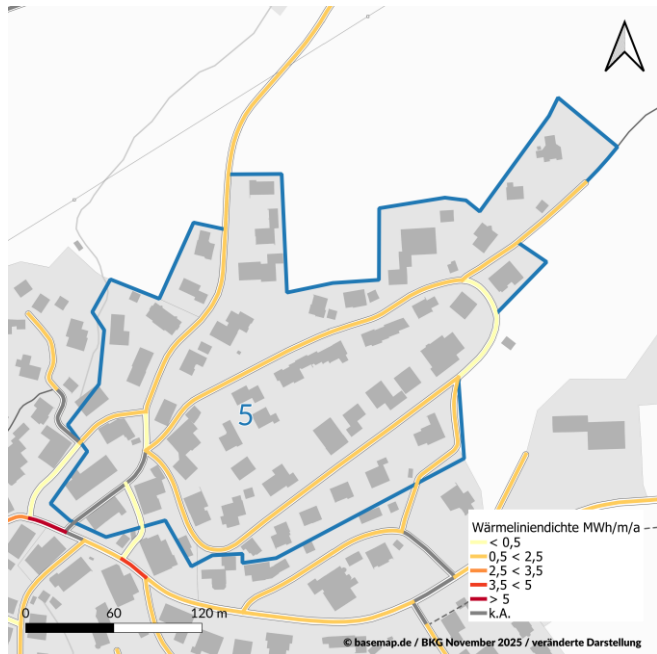
Wärmequelle

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



Potenziale zur Wärmeversorgung

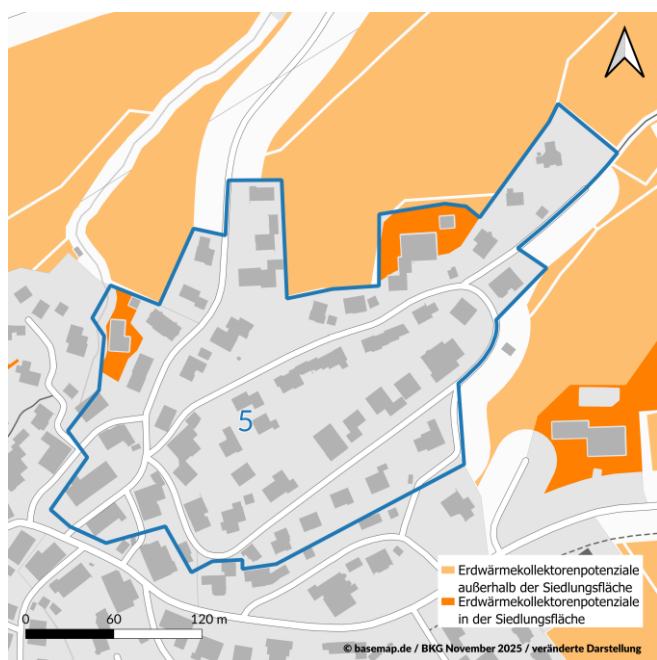
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



Erdwärmesonden



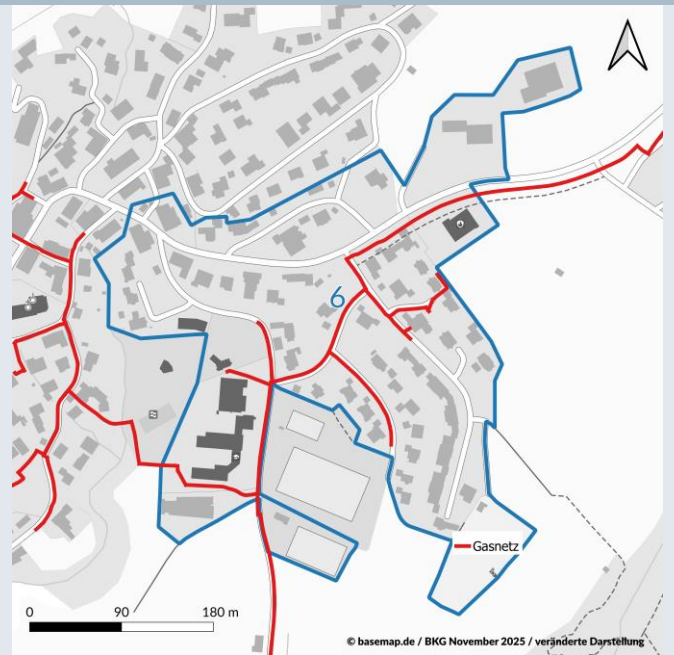
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

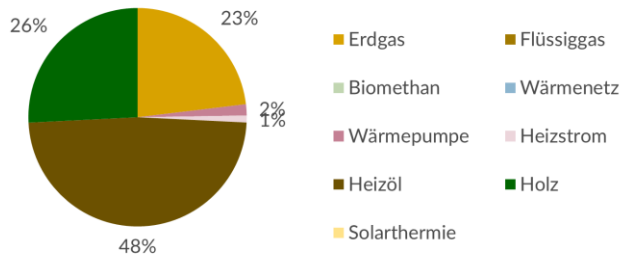
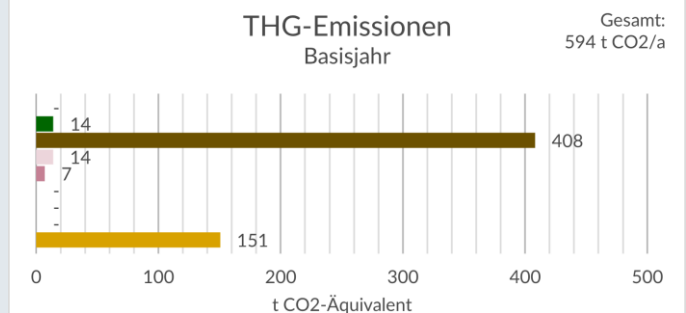


Bestand

Teilgebiet	6
Fläche	11 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	79
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	2.723 MWh/a
Wärmedichte	248 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	24%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	65



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
BasisjahrTHG-Emissionen
Basisjahr

Beschreibung

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit Gebäuden überwiegend aus der Baualtersklasse 1979–1990. Ein Gasnetz ist vorhanden und versorgt etwa 24 % der Gebäude. Ein Wärmenetz existiert nicht. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit dezentral mit Heizöl gefolgt von Biomasse, Erdgas, Wärmepumpe und Heizstrom. Mittel- bis langfristig gild der Aufbau eines Wärmenetzes als wahrscheinlich.

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	2.131 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	19	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	1
Heizöl	9	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	1	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	6	2011 - 2019	0
1979 - 1990	66	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	1.095 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	342 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.892 m
---	---------

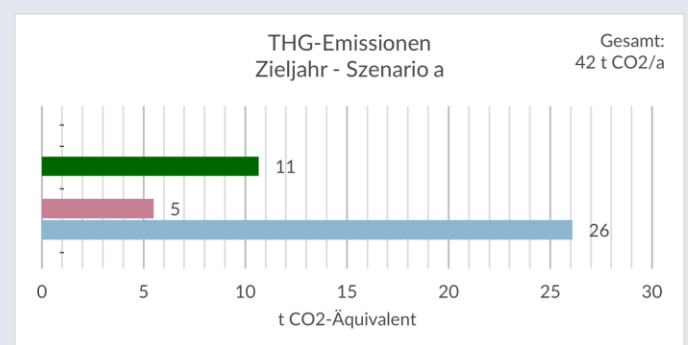
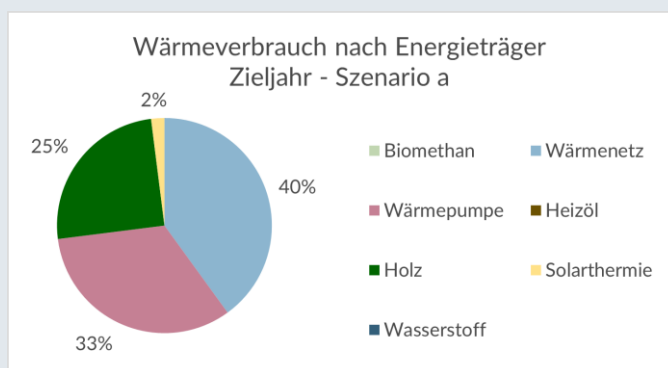
Zielbild - Zieljahr 2040

Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	65
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.131 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	194 MWh/ha*a

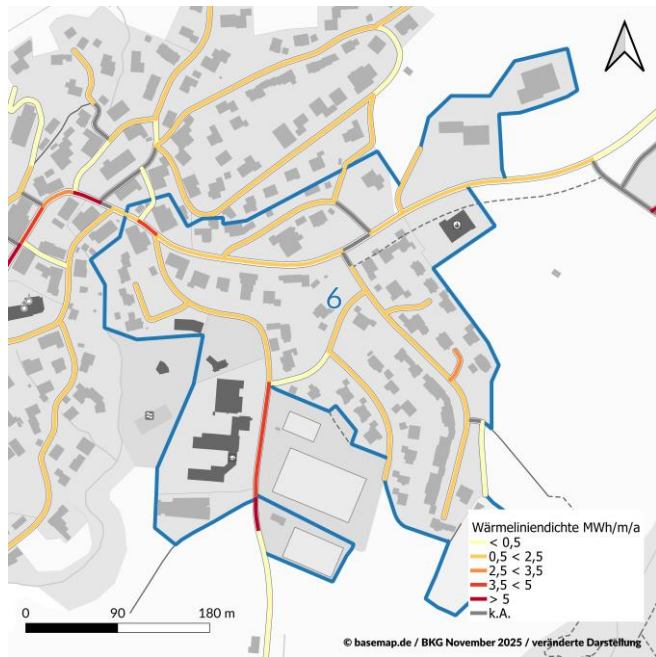
Wärmequelle

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



Potenziale zur Wärmeversorgung

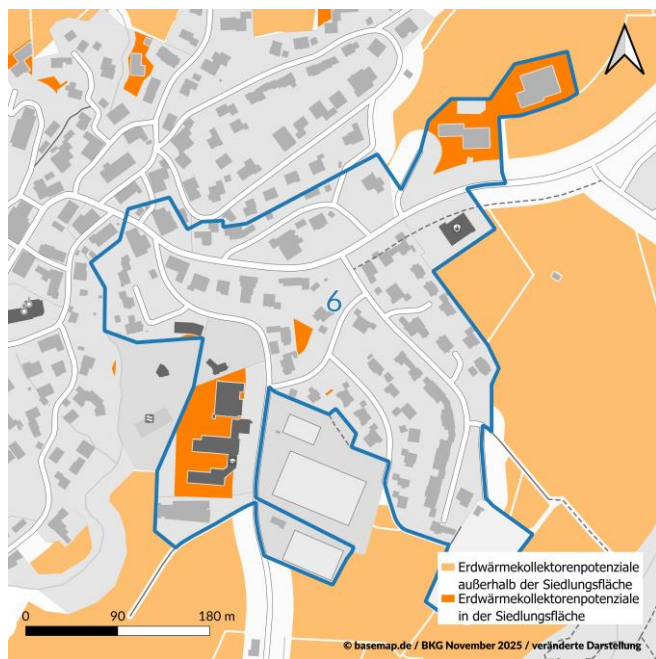
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



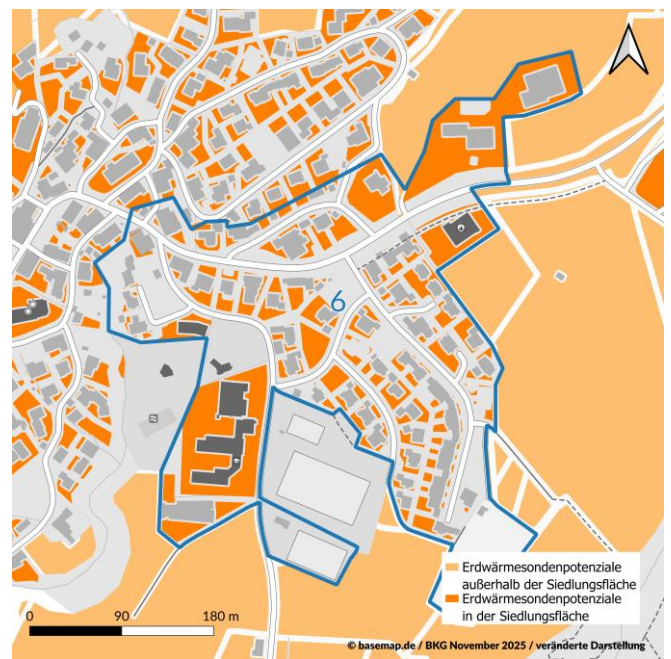
Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren

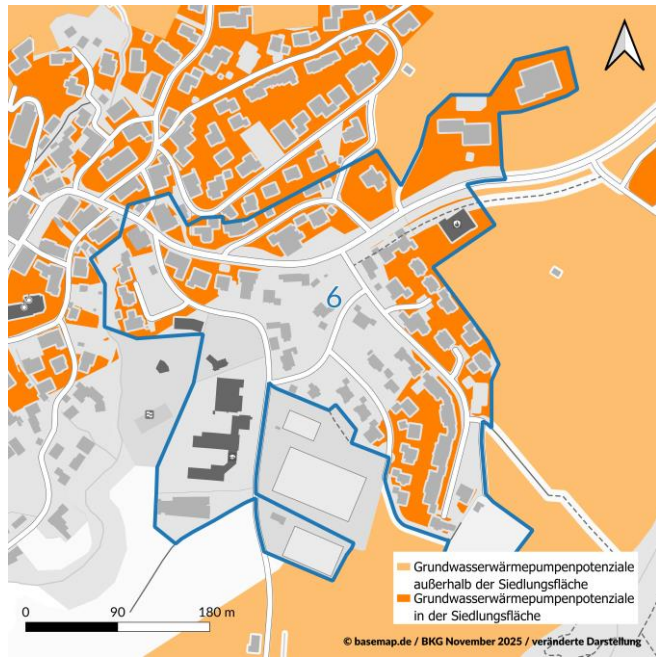


Erdwärmesonden



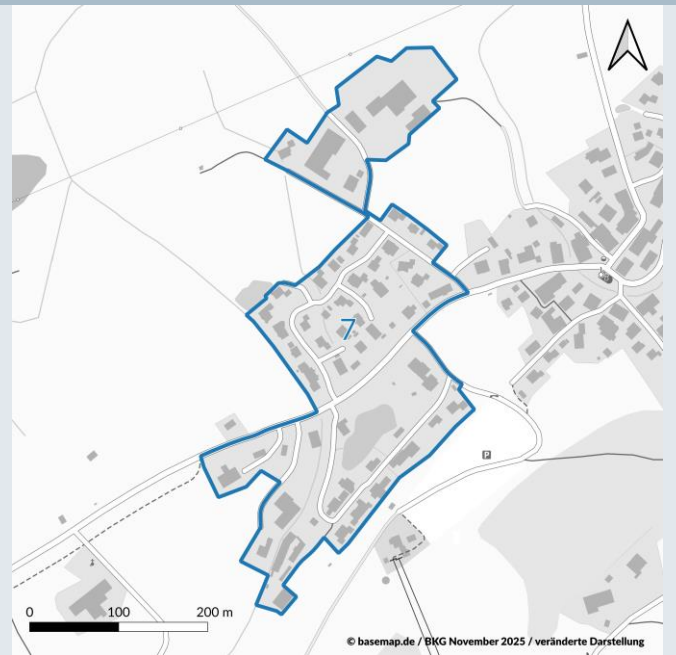
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen



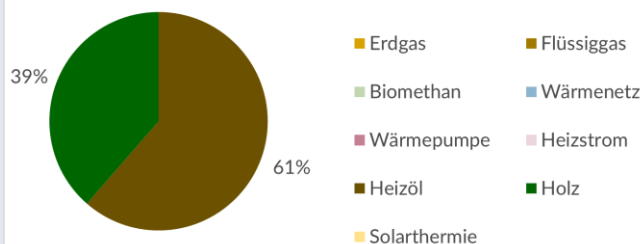
Bestand

Teilgebiet	7
Fläche	8 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	62
Vorwiegende Baualtersklasse	2001-2010
Wärmeverbrauch	1.114 MWh/a
Wärmedichte	139 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	58

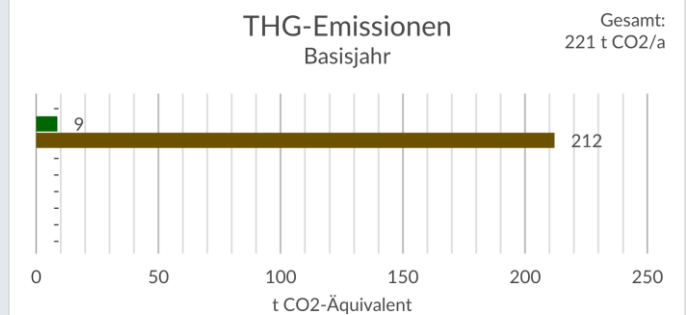


Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
Basisjahr



THG-Emissionen
Basisjahr



Beschreibung

Im Teilgebiet dominieren Wohngebäude der Baualtersklasse 2001–2010. Ein Gas- oder Wärmenetz ist nicht vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral über Heizöl und Biomasse. Auch in Zukunft 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	871 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	0	Biogas	0
Flüssiggas	0	Holz / Biomasse	3
Heizöl	3	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	20
1919 - 1948	0	2001 - 2010	42
1949 - 1978	0	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	450 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	141 MW

Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.761 m
---	---------

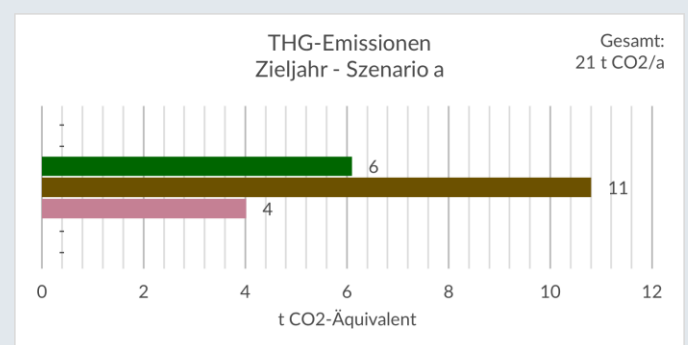
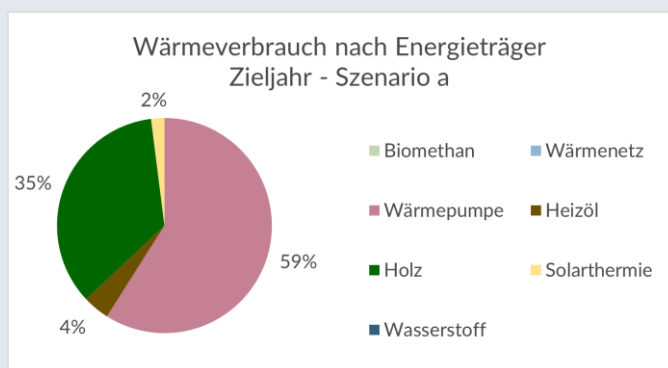
Zielbild - Zieljahr 2040

Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	58
Wärmeverbrauch im Zieljahr	871 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	109 MWh/ha*a

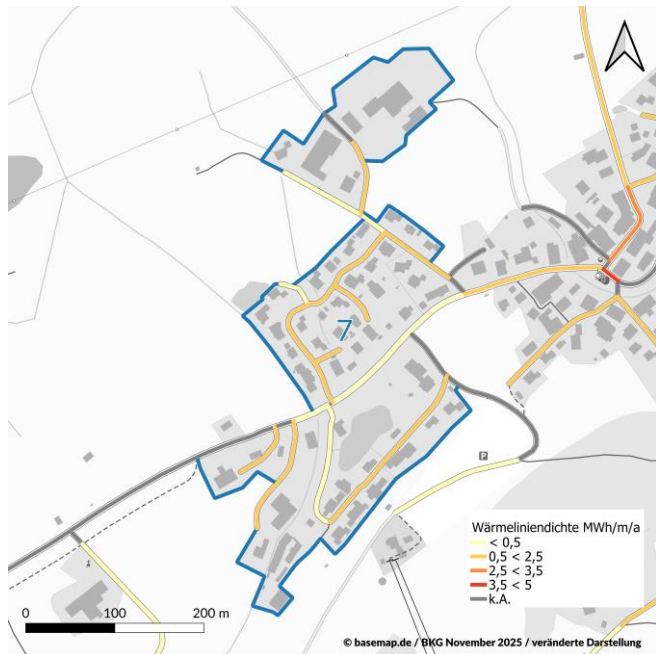
Wärmequelle

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

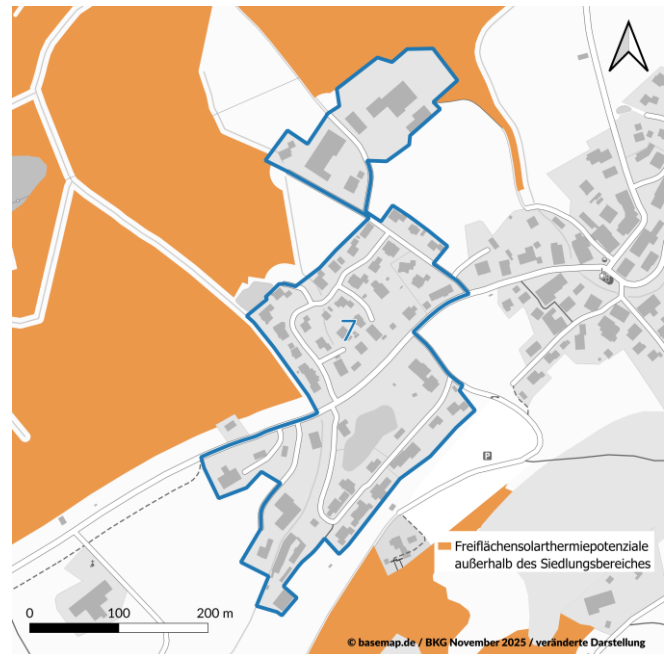


Potenziale zur Wärmeversorgung

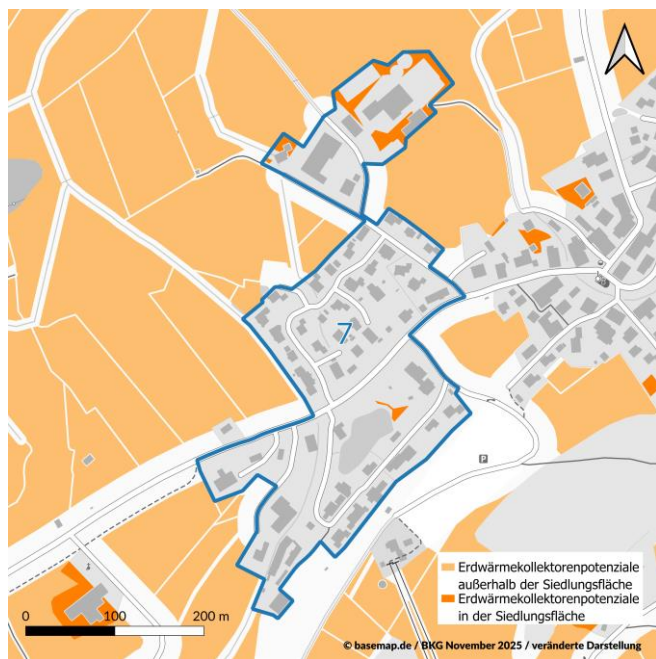
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



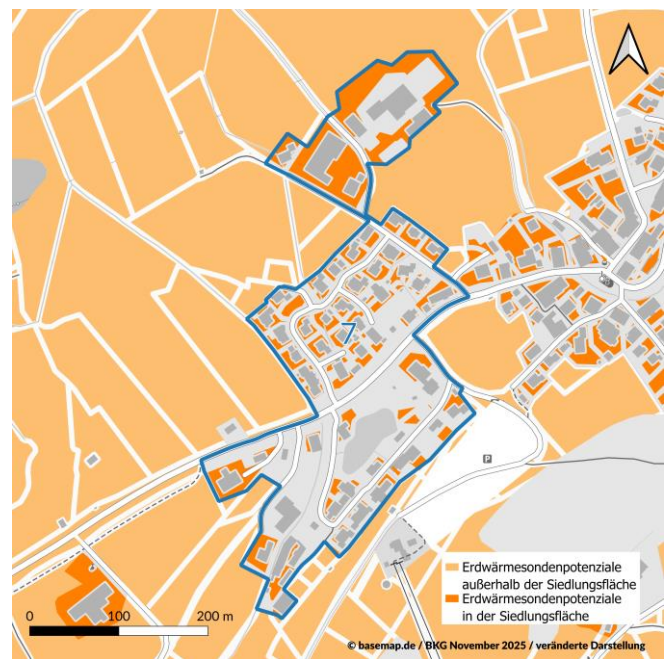
Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren

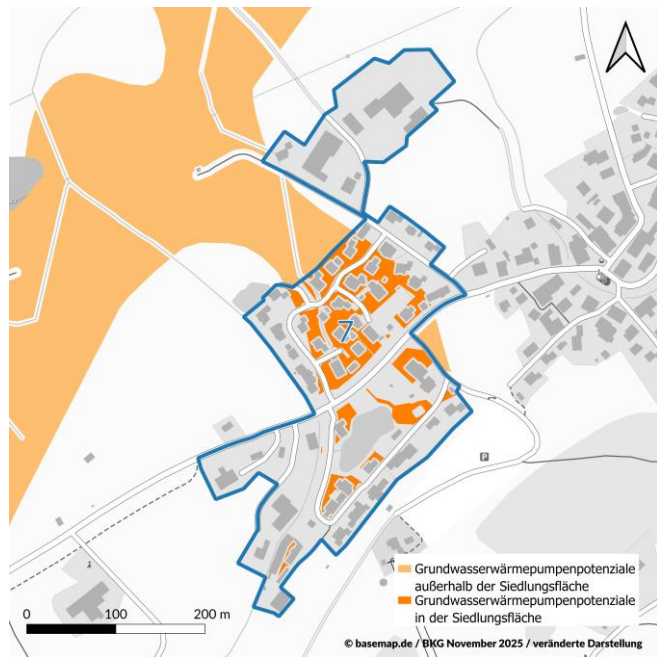


Erdwärmesonden



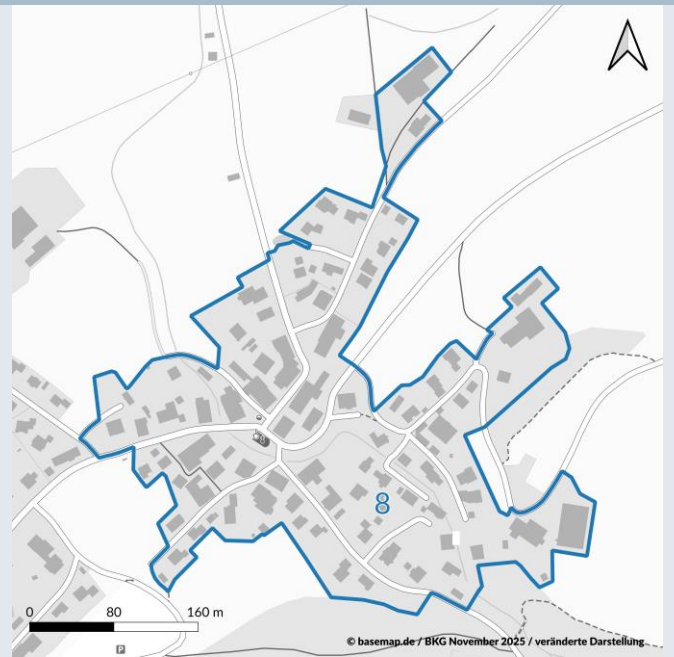
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

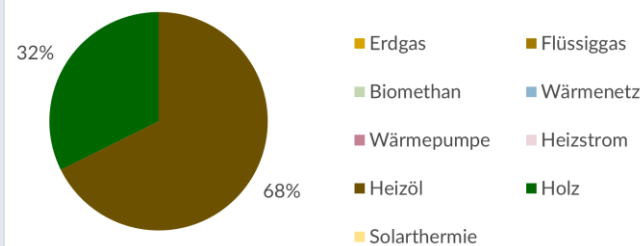
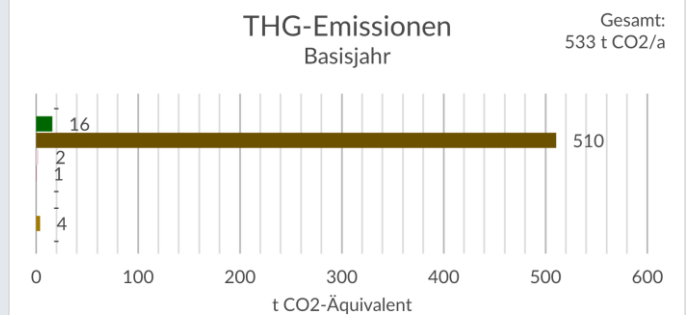


Bestand

Teilgebiet	8
Fläche	10 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	80
Vorwiegende Baualtersklasse	vor 1919
Wärmeverbrauch	2.461 MWh/a
Wärmedichte	246 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	59



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023

Wärmeverbrauch nach Energieträger
BasisjahrTHG-Emissionen
Basisjahr

Beschreibung

Das Teilgebiet ist ein Wohngebiet mit überwiegend sehr altem Gebäudebestand vor 1919. Ein Gas- oder Wärmenetz ist nicht vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt dezentral mit Nutzung von Heizöl und Biomasse. Langfristig ist neben der dezentralen Versorgung auch ein Wärmenetz als mögliche Option 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	2.208 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	0	Biogas	0
Flüssiggas	1	Holz / Biomasse	4
Heizöl	6	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	61	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	0
1949 - 1978	0	2011 - 2019	12
1979 - 1990	7	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	980 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	306 MW

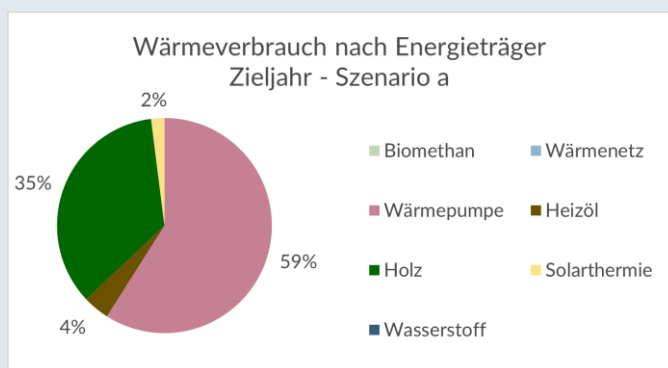
Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	2.032 m
---	---------

Zielbild - Zieljahr 2040

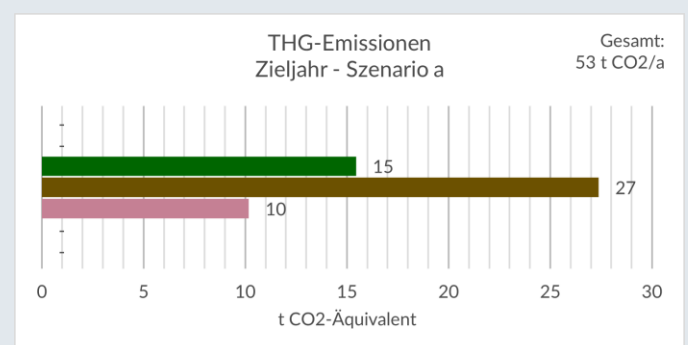
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	59
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.208 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	221 MWh/ha*a



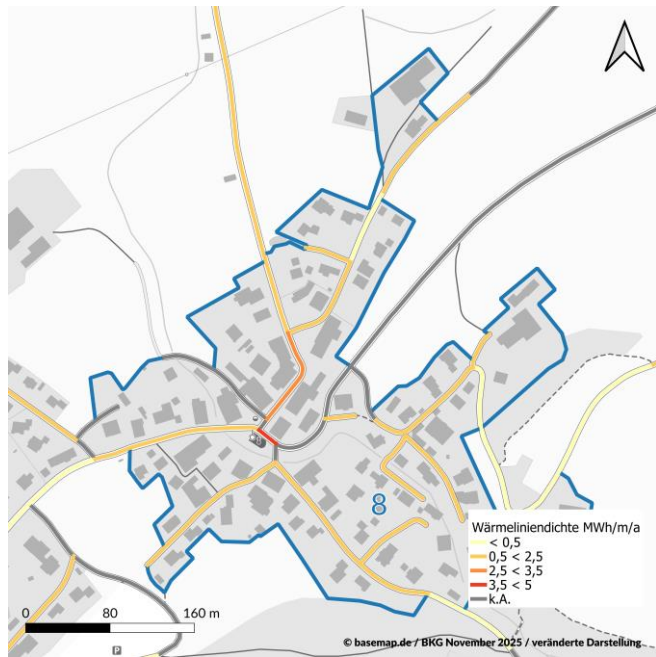
Wärmequelle

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

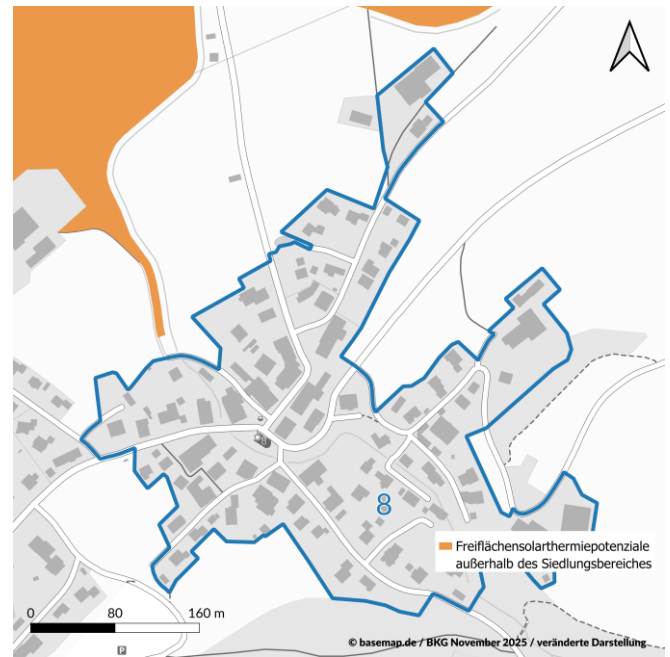


Potenziale zur Wärmeversorgung

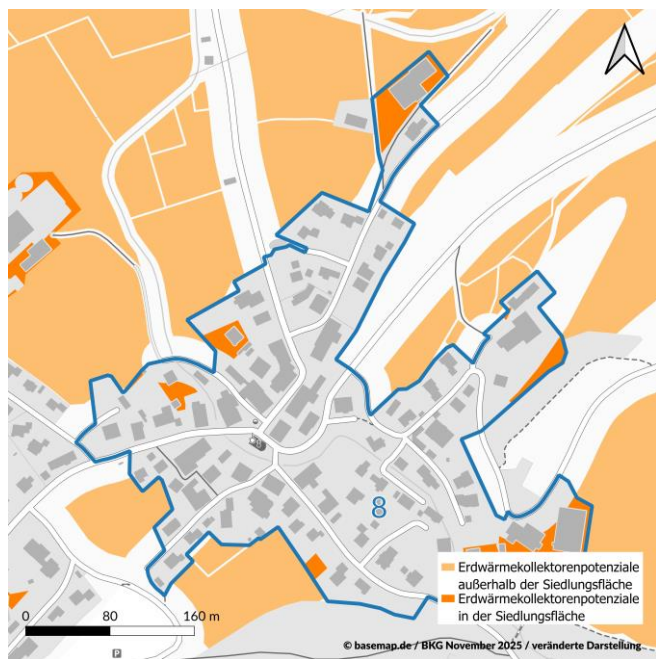
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



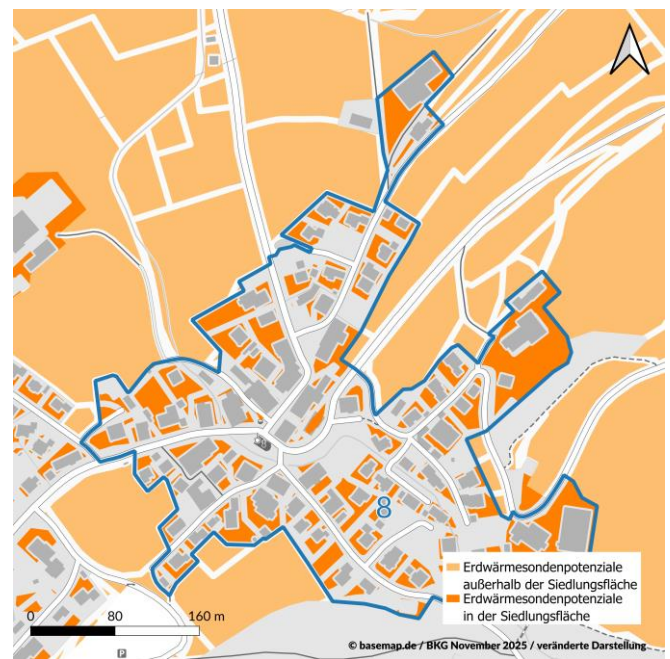
Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren

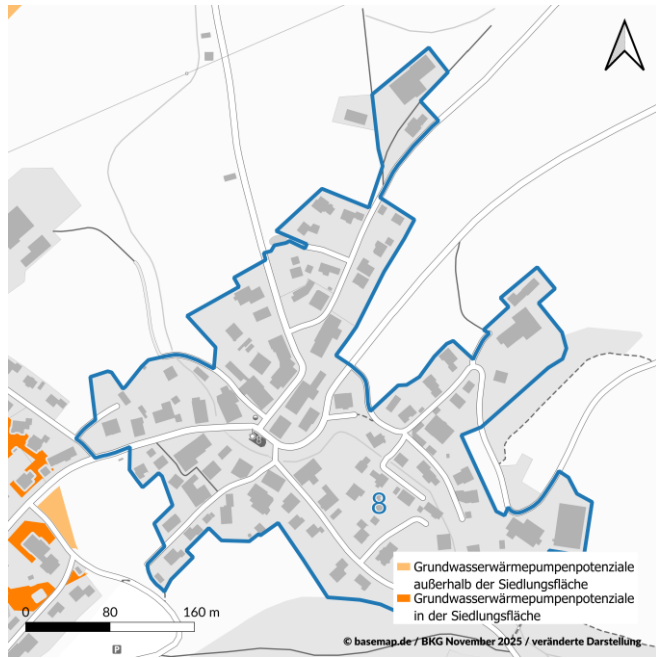


Erdwärmesonden



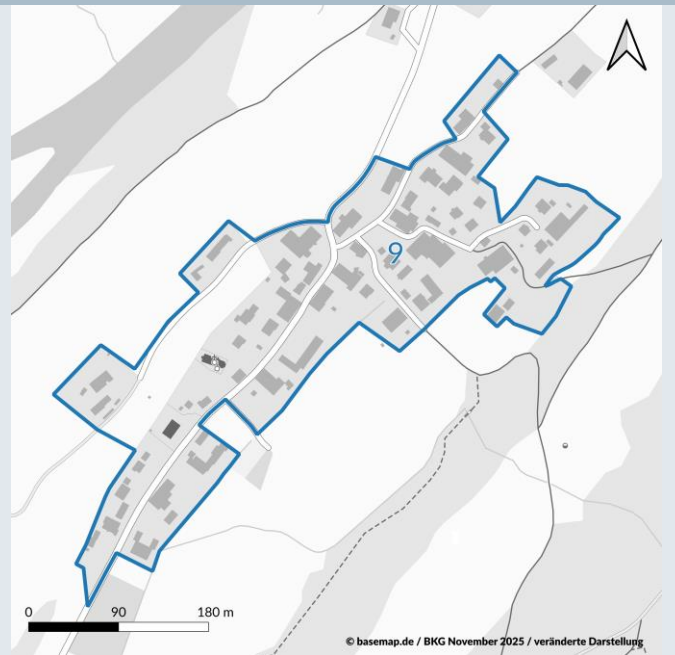
Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

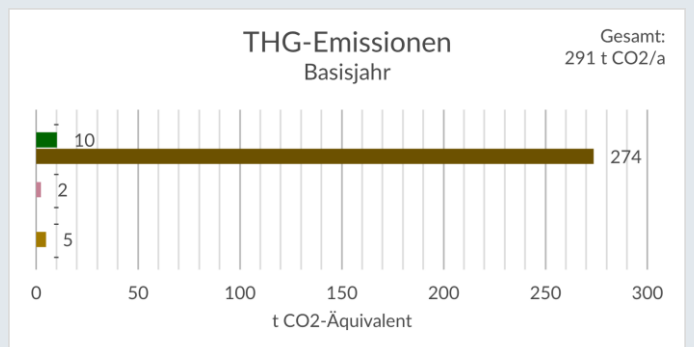
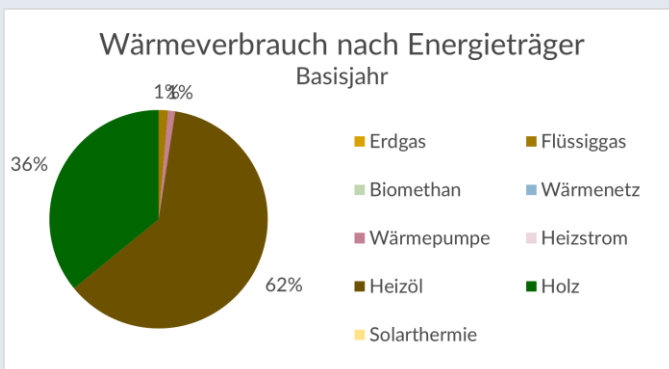


Bestand

Teilgebiet	9
Fläche	9 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	54
Vorwiegende Baualtersklasse	vor 1919
Wärmeverbrauch	1.431 MWh/a
Wärmedichte	159 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0%
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0%
Gebäude mit Sanierungspotenzial	45



Energie- und THG-Bilanz – Basisjahr 2023



Beschreibung

Im Teilgebiet befinden sich überwiegend Wohngebäude mit Baujahr vor 1919. Ein Gas- oder Wärmenetz ist nicht vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt dezentral mit der Nutzung von Heizöl und Biomasse gefolgt von Flüssiggas und Wärmepumpe. Auch langfristig wird eine dezentrale Wärmeversorgung erwartet.

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	1.268 MWh/a

Rahmenbedingungen für Transformation

Gebäude nach Energieträger der Heizung zuweisbar

Erdgas	0	Biogas	0
Flüssiggas	1	Holz / Biomasse	2
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	39	1991 - 2000	0
1919 - 1948	0	2001 - 2010	2
1949 - 1978	13	2011 - 2019	0
1979 - 1990	0	Ab 2020	0

Hinweis:

Basis Zensus Unschärfen möglich.

Aggregierte Leistung im Gebiet

Thermische Maximallast (bei 100% Gleichzeitig-)	560 MW
Elektrische Anschlussleistung Wärmepumpen (bei 100% Ausstattung mit Luft-Wasser-WP)	175 MW

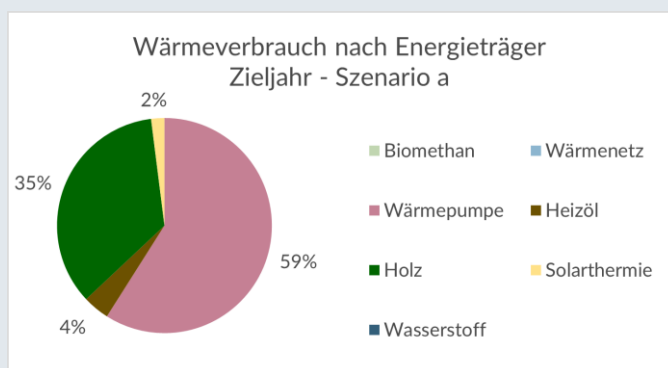
Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.416 m
---	---------

Zielbild - Zieljahr 2040

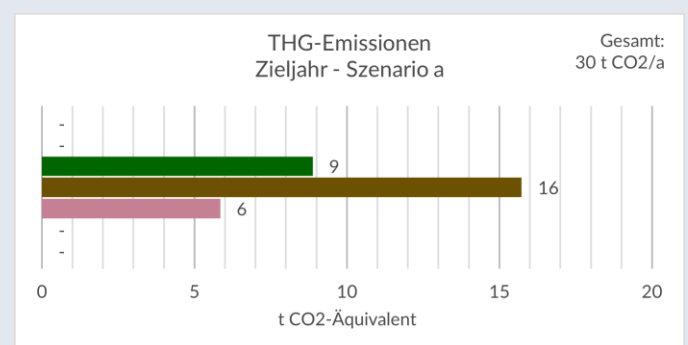
Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	45
Wärmeverbrauch im Zieljahr	1.268 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	141 MWh/ha*a



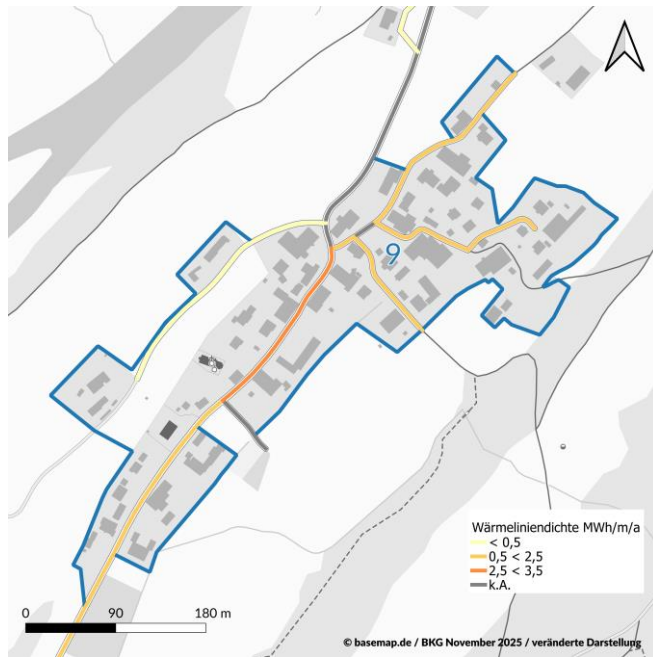
Wärmequelle

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

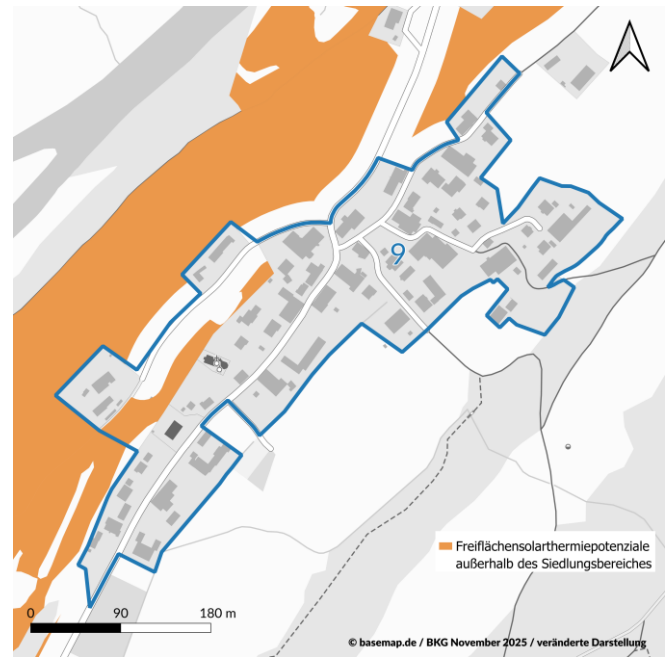


Potenziale zur Wärmeversorgung

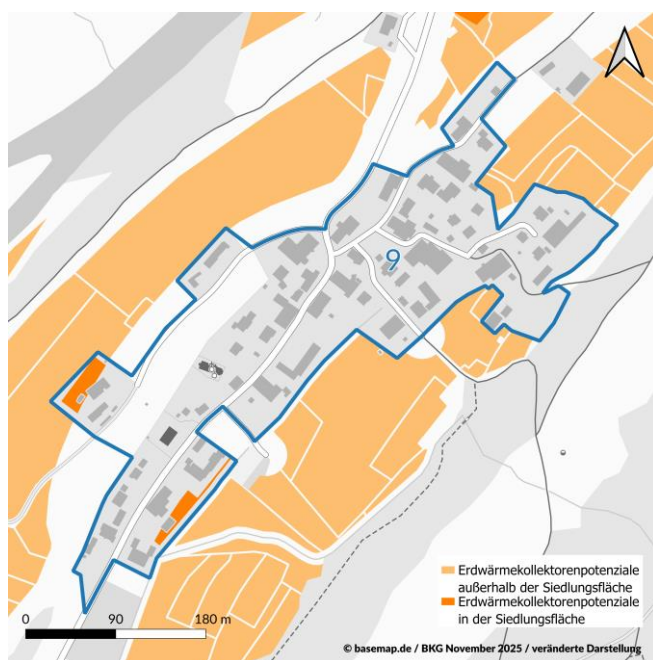
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



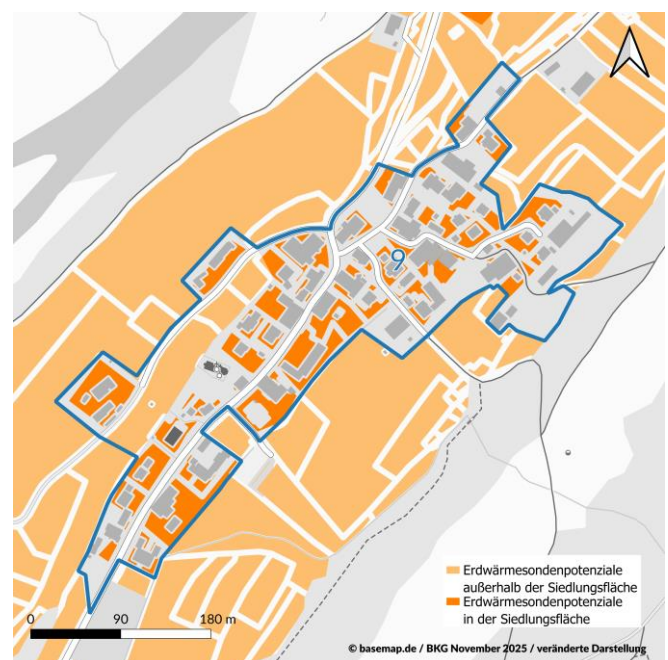
Solarthermiepotenzial Freifläche



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



Erdwärmesonden



Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

