



Endbericht

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE GEMEINDE KARLSFELD

Auftraggeber

Gemeinde Karlsfeld

Gartenstr. 7

85757 Karlsfeld

Tel.: +49 8131 99-202

Ansprechpartner:

Frau Reitzenstein

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Richard-Strauss-Straße 71

81679 München

Tel. +49 892 4268916

Ansprechpartner:

Herr Dr.-Ing. Sebastian Weck-Ponten

Gemeinde

Karlsfeld



### **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 .....	10
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
1.1 Hintergrund & Motivation .....	11
1.2 Wärmeplanungsgesetz .....	11
1.3 Projektstruktur .....	12
<b>2 Bestandsanalyse.....</b>	<b>13</b>
2.1 Datengrundlage .....	13
2.2 Charakterisierung der Gemeinde Karlsfeld .....	14
2.2.1 Demographische Entwicklung.....	14
2.2.2 Wirtschaft.....	15
2.2.3 Gebäudebestand .....	15
2.2.4 Gemeindeentwicklung .....	16
2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz .....	18
2.3.1 Grundlagen der Bilanzierung .....	18
2.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Gemeinde Karlsfeld .....	18
2.3.3 THG-Emissionen .....	22
2.3.4 Vergleich Bilanz und Wärmeverbrauch .....	26
2.4 Kartografische Darstellungen .....	27
2.4.1 Überwiegende Gebäudenutzung .....	27
2.4.2 Überwiegende Baualtersklasse .....	28
2.4.3 Überwiegende Flächennutzung .....	30
2.4.4 Wärmeverbrauch /-bedarf .....	31
2.4.5 Wärmeliniendichte.....	35
2.4.6 Überwiegender Energieträgeranteil .....	36
2.4.7 Infrastrukturanalyse.....	39
2.4.8 KWK-Anlagen und weitere Wärmeerzeuger .....	41
<b>3 Potenzialanalyse .....</b>	<b>43</b>
3.1 Einsparpotenzial .....	44
3.2 Biomasse .....	51
3.2.1 Biogene Festbrennstoffe .....	51

3.2.2	Biogaspotenzial.....	53
3.3	Umweltwärme.....	53
3.3.1	Abwasserwärmenutzung .....	53
3.3.2	Wärme aus Oberflächengewässern .....	55
3.3.3	Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	56
3.4	Geothermie .....	57
3.4.1	Tiefengeothermie.....	57
3.4.2	Oberflächennahe Geothermie.....	60
3.5	Solarthermie .....	64
3.6	Abwärme .....	67
3.6.1	Industrielle Abwärme .....	68
3.6.2	Abwärme an der Kläranlage.....	70
3.7	Wasserstoff .....	71
3.8	Sektorenkopplung .....	73
3.9	Stromerzeugungstechnologien für die Wärmenutzung .....	73
3.9.1	Photovoltaik.....	73
3.9.2	Windenergie.....	76
3.9.3	Wasserkraft.....	78
4	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario .....	78
4.1	Gebietseinteilung .....	78
4.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....	80
4.2.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz.....	80
4.2.2	Eignung für dezentrale Versorgung.....	81
4.2.3	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff.....	84
4.2.4	Prüfgebiete.....	84
4.2.5	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	84
4.3	Zielszenario .....	85
5	Wärmewendestrategie.....	89
5.1	Maßnahmenkatalog .....	89
5.2	Teilgebietssteckbriefe.....	92
5.2.1	Bestand, Energie- und THG-Bilanz.....	92
5.2.2	Wärmewendestrategie, Zielbild, Rahmenbedingungen für die Transformation und Maßnahmen .....	94
5.2.3	Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen.....	98

5.3	Fokusgebiete .....	100
5.3.1	Fokusgebiet 9 .....	101
5.3.2	Fokusgebiet 14 .....	103
5.3.3	Fokusgebiet 16 .....	106
5.4	Kosten der Transformation .....	110
5.5	Kommunikationsstrategie .....	112
5.6	Controllingkonzept .....	113
5.6.1	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz .....	113
5.6.2	Monitoring von Hauptindikatoren .....	114
5.6.3	Indikatoren für die Maßnahmen .....	114
5.6.4	Indikatoren für den Prozess .....	115
5.7	Verstetigungsstrategie .....	115
5.7.1	Rollierende Planung .....	115
5.7.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen .....	116
5.7.3	Politische Absicherung .....	117
5.7.4	Weitere Regelungen .....	117
6	Zusammenfassung .....	118
7	Literaturverzeichnis .....	119
Anhang	.....	122
	Maßnahmensteckbriefe .....	122
	Teilgebietssteckbriefe .....	140

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Gemeinde Karlsfeld .....	15
Abbildung 2-2: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach der Nutzung .....	16
Abbildung 2-3: Gemeindeentwicklung Gemeinde Karlsfeld .....	17
Abbildung 2-4: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren für 2022 .....	19
Abbildung 2-5: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld .....	20
Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Karlsfeld.....	20
Abbildung 2-7: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Karlsfeld.....	21
Abbildung 2-8: Genutzte Energieträger für die Wärmeerzeugung der Fernwärme der Gemeinde Karlsfeld in 2022.....	22
Abbildung 2-9: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld für 2022.....	23
Abbildung 2-10: THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld.....	24
Abbildung 2-11: Anteil THG-Emissionen nach Energieträger .....	24
Abbildung 2-12: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Energieträger.....	25
Abbildung 2-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern in Karlsfeld .....	26
Abbildung 2-14 Überwiegende Gebäudenutzung in der Gemeinde Karlsfeld.....	28
Abbildung 2-15 Überwiegende Baualtersklassen in der Gemeinde Karlsfeld.....	29
Abbildung 2-16 Überwiegende Flächennutzung in der Gemeinde Karlsfeld .....	30
Abbildung 2-17: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr 2022 der Gemeinde Karlsfeld .....	32
Abbildung 2-18: Heatmap 2022 des Wärmeverbrauch in der Gemeinde Karlsfeld .....	33
Abbildung 2-19: Wärmedichte 2022 auf Baublockebene in der Gemeinde Karlsfeld.....	34
Abbildung 2-20: Wärmeverbrauch nach Gebäudetypen im Basisjahr 2022 .....	35
Abbildung 2-21: Wärmelinien-dichte der Gemeinde Karlsfeld für das Basisjahr .....	36
Abbildung 2-22: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Gemeinde Karlsfeld.....	38
Abbildung 2-23: Gasnetzverlauf der Gemeinde Karlsfeld .....	39
Abbildung 2-24: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen Karlsfeld .....	40
Abbildung 2-25: Wärmeerzeuger in der Gemeinde Karlsfeld, die in Wärmenetze einspeisen bzw. zukünftig einspeisen können .....	42
Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe .....	43
Abbildung 3-2: Gegenüberstellung der beiden Sanierungsszenarien für die Gemeinde Karlsfeld... ..	49
Abbildung 3-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Referenzszenario nach Gebäudenutzung in Karlsfeld.....	50
Abbildung 3-4: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario nach Gebäudenutzung in Karlsfeld.....	50
Abbildung 3-5 Biomassepotenzial Waldflächen Gemeinde Karlsfeld .....	52
Abbildung 3-6: Darstellung der Abwasserkanäle der Gemeinde Karlsfeld .....	54
Abbildung 3-7: Darstellung der Kläranlage und Handwerkersiedlung der Gemeinde Karlsfeld .....	55
Abbildung 3-8: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025) .....	57

Abbildung 3-9: Potenziale für die hydrothermale Tiefengeothermie und Verortung der geplanten Tiefenbohrung.....	60
Abbildung 3-10: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gemeindegebiet von Karlsfeld .....	62
Abbildung 3-11: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gemeindegebiet von Karlsfeld.....	63
Abbildung 3-12: Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen in Karlsfeld.....	64
Abbildung 3-13: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieranlagen in der Gemeinde Karlsfeld	67
Abbildung 3-14: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme.....	67
Abbildung 3-15: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus eigene Darstellung .....	68
Abbildung 3-16: Abwärmepotenziale in Karlsfeld (baublocksbasiert) .....	70
Abbildung 3-17: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021) .....	72
Abbildung 3-18: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse Gemeinde Karlsfeld.....	75
Abbildung 4-1 Einteilung der Gemeinde Karlsfeld in Teilgebiete .....	79
Abbildung 4-2: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung .....	81
Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung .....	83
Abbildung 4-4: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Karlsfeld.....	85
Abbildung 4-5: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Karlsfeld.....	86
Abbildung 5-1: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen .....	90
Abbildung 5-2: Zeitliche Darstellung der Maßnahmen samt Meilensteinen .....	90
Abbildung 5-3: Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs .....	92
Abbildung 5-4: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs .....	94
Abbildung 5-5: Kartografische Darstellungen Wärmelinien, Gasnetz- und Wärmenetzverläufe sowie Neubaugebietsflächen in näherer Umgebung des Teilgebiets.....	98
Abbildung 5-6: Beispiel der lokalen Potenziale eines Teilgebietssteckbriefs.....	99
Abbildung 5-7: Darstellung der Fokusgebiete im Gesamtgemeindegebiet .....	100
Abbildung 5-8: Lage des Fokusgebietes 9 in der Gemeinde.....	101
Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzweiterung im Fokusgebiet 9 ....	102
Abbildung 5-10: Kostenvergleich für Wärmenetz unterschiedlicher Anschlussquoten im Fokusgebiet 9 .....	103
Abbildung 5-11: Lage des Fokusgebietes 14 in der Gemeinde.....	103
Abbildung 5-12: Wärmenetzweiterung Fokusgebiet 14: Szenario 1 .....	104
Abbildung 5-13: Wärmenetzweiterung Fokusgebiet 14: Szenario 21.....	105
Abbildung 5-14: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten Fokusgebiet 14.....	106
Abbildung 5-15: Lage des Fokusgebietes 16 in der Gemeinde.....	107
Abbildung 5-16: Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 16: Szenario 1.....	108
Abbildung 5-17: Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 16: Szenario 2 .....	108
Abbildung 5-18: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten im Fokusgebiet 16.....	110
Abbildung 5-19: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien für den Ausbau der Solarthermie .....	111

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger in Karlsfeld .....	14
Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner in 2022 .....	21
Tabelle 2-3: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2022.....	23
Tabelle 2-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden in Karlsfeld für 2022 .....	25
Tabelle 2-5: Vergleich Bilanzierung mit KSP und gebäudescharfer Wärmeverbrauch .....	27
Tabelle 2-6: Wärmeversorgung nach Energieträgern in der Gemeinde Karlsfeld .....	37
Tabelle 2-7: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet der Gemeinde Karlsfeld.....	39
Tabelle 2-8: Übersicht Wärmeerzeuger in Wärmenetzen in der Gemeinde Karlsfeld .....	40
Tabelle 2-9: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen in Karlsfeld.....	41
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) .....	46
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) .....	47
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).....	48
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) .....	48
Tabelle 3-5: Biomassepotenziale für die Gemeinde Karlsfeld .....	52
Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Gemeinde Karlsfeld .....	65
Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Gemeinde Karlsfeld.....	66
Tabelle 3-8: Technische Daten des BHKW der Kläranlage Karlsfeld .....	71
Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für PV und Agri-PV für die Gemeinde Karlsfeld .....	76
Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Gemeinde Karlsfeld .....	76
Tabelle 3-11: Übersicht der Flächenpotenziale Windkraft für die Gemeinde Karlsfeld .....	77
Tabelle 4-1: Teilgebietsszenarien und Aufteilung der Energieträger im Zieljahr .....	87
Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2045 in fünfjahresritten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024).....	88
Tabelle 5-1: Maßnahmenübersicht samt Priorisierung .....	91
Tabelle 5-2: Bestandsdaten Teilgebiete.....	93
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) .....	96
Tabelle 5-4: Übersicht der in den Investitionskosten berücksichtigten Bestandteile .....	97
Tabelle 5-5: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes .....	102
Tabelle 5-6: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1.....	105
Tabelle 5-7: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2.....	106
Tabelle 5-8: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1.....	109
Tabelle 5-9: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2.....	109



## Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Biomasseheizkraftwerk
BP	Bebauungsplan
BWN	Bayernwerke Natur
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2e</sub>	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 Karlsfeld
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 CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen und fallen. Signifikant ist jedoch die Geschwindigkeit des aktuellen CO<sub>2</sub>-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 2045 und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Den Weg dahin sollen rund 50 Einzelmaßnahmen weisen, die zugleich den Übergang zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft bereiten.

Die Gemeinde Karlsfeld hat sich bereits in der Vergangenheit aktiv mit verschiedenen Konzepten (z. B. integriertes Klimaschutzkonzept 2023) zur zukünftigen Gestaltung ihres Gemeindegebiets auseinandergesetzt. Diese Bemühungen wurzeln in der Notwendigkeit, die Entwicklung der Gemeinde nachhaltig und zukunftsweisend zu gestalten. Angesichts der sich verändernden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Rahmenbedingungen ist es von entscheidendem Vorteil, dass die Gemeinde eine klare Vision und Strategie für ihre Entwicklung hat. Dazu bedarf es einer langfristigen Planung und einer umfassenden Berücksichtigung der Befugnisse und Interessen aller Bürgerinnen und Bürger.

## 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 2045 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. Es ist darauf hinzuweisen, dass für die Gemeinde Karlsfeld der Prozessschritt der Eignungsprüfung nicht durchgeführt wurde und somit im Folgenden nicht beschrieben wird.

## 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 Karlsfeld, 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 Karlsfeld 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 der Erdgas- und Wärmenetze inkl. Ausbauplänen
- ▶ Kommunale Gebäudestatistiken
- ▶ Beschlossene, noch nicht umgesetzte Projekte der Wärmeversorgung
- ▶ Laufende und geplante Infrastrukturmaßnahmen (u. a. Netzausbau, Modernisierung von Netzen sowie Tief- und Straßenbau)
- ▶ Weitere Daten u. a. zu Abwasserleitungen, unvermeidbaren Abwärmepotenzialen, Biomasse, Biogas, Wasserstoff, Denkmalschutz, Siedlungsentwicklung (z. B. ausgewiesene Neubaugebiete)
- ▶ Daten des Energie-Atlas Bayern
- ▶ Daten des Umweltatlas Bayern
- ▶ Weitere angefragte Daten und Layer (z. B. shapes) von verschiedenen Informationsquellen

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 und 2023 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.

Bei der Erhebung, Verarbeitung und Visualisierung der gesammelten Daten werden die Vorgaben an den Datenschutz stets eingehalten. Eine datenschutzrechtliche Vorgabe ist die Erstellung von Baublöcken aus mindestens fünf beheizten Gebäuden. Dadurch 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 baublocksbezogenen 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.

*Tabelle 2-1: Datenlieferanten leitungsgebundener Energieträger in Karlsfeld*

<b>Energieträger</b>	<b>Netzbetreiber</b>	<b>Wärmeverbrauch/-bedarf</b>
<i>Wärmenetz 1</i>	<i>Bayernwerke Natur GmbH</i>	<i>Baublöcke des Versorgers</i>
<i>Wärmenetz 2</i>	<i>Gemeindewerke Karlsfeld</i>	<i>Adressscharf</i>
<i>Erdgas</i>	<i>Stadtwerke München (SWM)</i>	<i>Baublöcke des Versorgers</i>
<i>Umweltwärme / Wärmepumpe</i>	<i>Bayernwerke AG</i>	<i>Gemeindescharfer Stromverbrauch aller registrierten Wärmepumpen und Nachtspeicher</i>
<i>Elek. Direktheizungen/ Nachtspeicher</i>	<i>Bayernwerke AG</i>	<i>Gemeindescharfer Stromverbrauch</i>

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 Charakterisierung der Gemeinde Karlsfeld

### 2.2.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2022 wohnten 23.000 Menschen in Gemeinde Karlsfeld. Bis zum Jahr 2039 soll die Bevölkerungszahl der Gemeinde Karlsfeld auf 24.600 Menschen steigen. Es sind die Bevölkerungszahlen des Statischen Landesamt für Bestandsanalyse herangezogen worden (Statistik B. L., 2021). Im Vergleich zum Jahr 2022 wäre das ein Bevölkerungsanstieg von etwa 6,5 %, bzw. 1.600 Personen.

## 2.2.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in der Gemeinde Karlsfeld 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, 2024):

- ▶ Industrie (Anzahl: 190)
- ▶ Einzelhandel (172)
- ▶ Großhandel (184)
- ▶ Verkehr und Logistik (73)
- ▶ Gastgewerbe (65)
- ▶ Dienstleistungen für Unternehmen (422)
- ▶ Dienstleistungen für Personen (296)

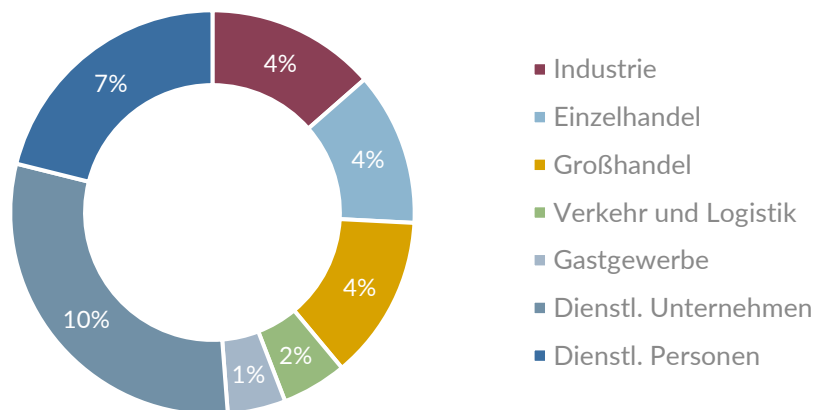


Abbildung 2-1: Prozentualer Anteil Wirtschaftssektoren Gemeinde Karlsfeld

## 2.2.3 Gebäudebestand

Für die Auswertung des Gebäudebestands konnte auf das von der Gemeinde Karlsfeld bereitgestellte Baualterskataster zurückgegriffen werden. In Abbildung 2-2 ist die prozentuale Aufteilung der Gebäude nach der Nutzung dargestellt. Insgesamt gibt es auf dem Gebiet der Gemeinde Karlsfeld knapp 4.344 beheizte Gebäude. 3.977 hiervon sind Wohngebäude und können in Einfamilienhäuser (3.301 Gebäude; 76 %) und Mehrfamilienhäuser (676 Gebäude; 16 %) eingeordnet werden. Dem Sektor GHD werden 237 Gebäude (5 %) als Nichtwohngebäude (NWG) zugeordnet. Die restlichen 130 NWG (3 %) sind beispielsweise Kirchen, kommunale Einrichtungen und Gebäude mit besonderer Nutzung.

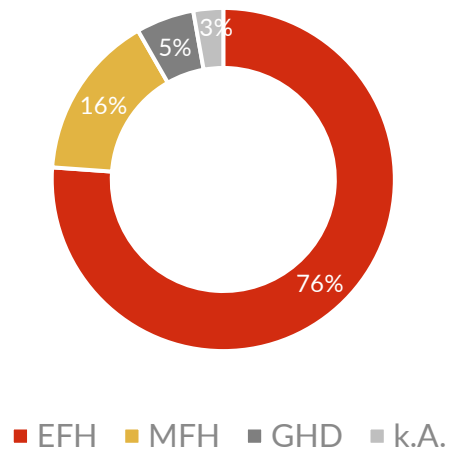


Abbildung 2-2: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach der Nutzung

#### 2.2.4 Gemeindeentwicklung

Für Karlsfeld wurden die Entwicklungspotenziale der Gemeinde hinsichtlich Neubaugebiete aufbereitet und in *Abbildung 2-3* auf Basis der beiden Quellen Flächennutzungsplan (FNP) und Bebauungsplan (BP) dargestellt. Es erfolgte eine Kategorisierung in die Rubriken Wohnen, Gemischte Nutzung und Gewerbe.

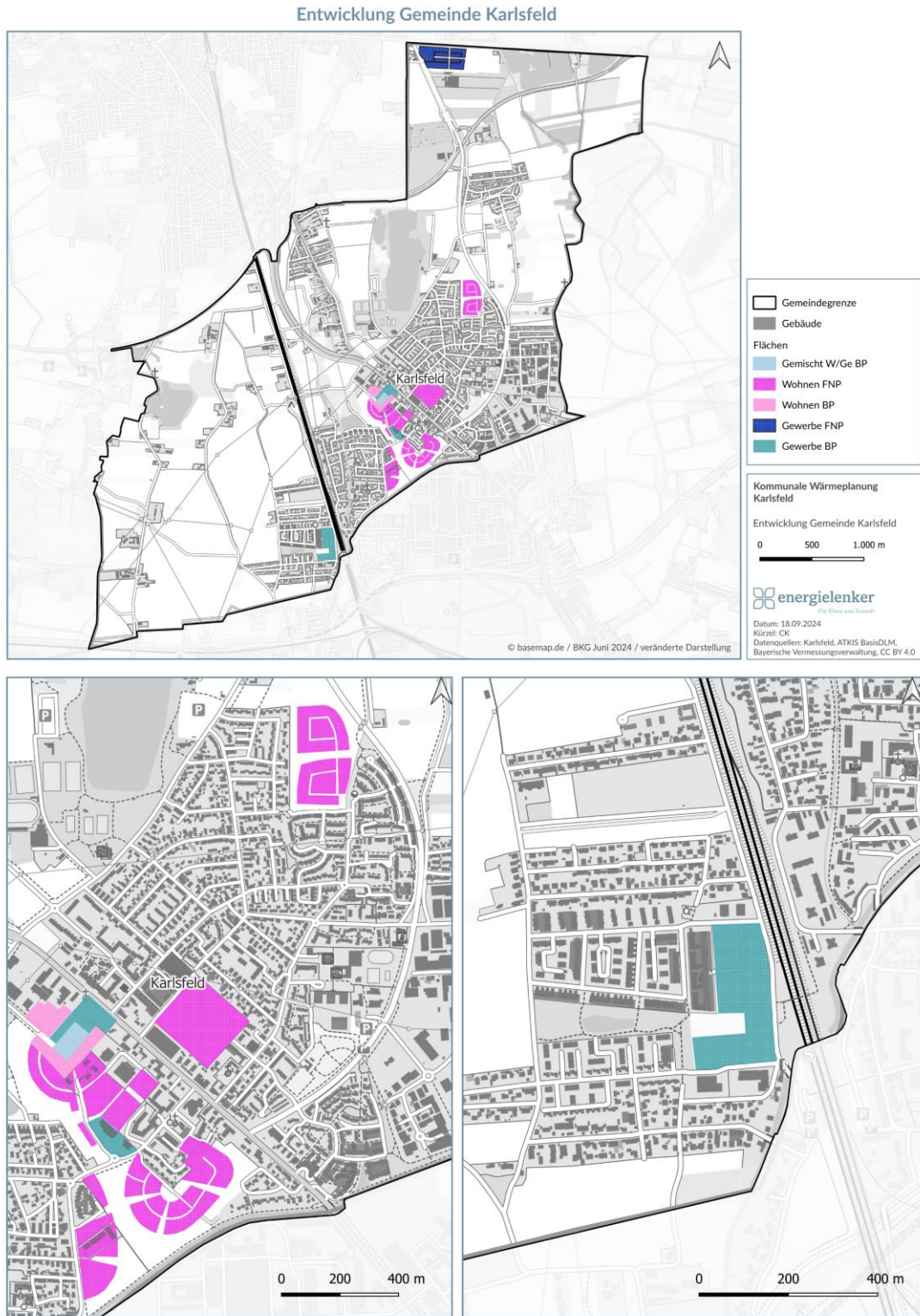


Abbildung 2-3: Gemeindeentwicklung Gemeinde Karlsfeld

## 2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Karlsfeld dargestellt. Der tatsächliche Energieverbrauch ist dabei für das Basisjahr erfasst und bilanziert worden.

### 2.3.1 Grundlagen der Bilanzierung

Zur Bilanzierung wurde die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelte Plattform „Klimaschutz-Planer“ (online abrufbar unter <https://www.klimaschutz-planer.de>) verwendet. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der Emissionen aus Treibhausgasen. Die im Klimaschutz-Planer (KSP) verankerten THG-Emissionsfaktoren beruhen größtenteils auf der Datenbank des Globalen Emissions-Modells integrierter Systeme (GEMIS-Datenbank) und Studien des Umweltbundesamtes. Auf Grundlage des WPG sind die Emissionsfaktoren des Leitfadens kommunale Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu, 2024) aus dem zugehörigen Technikkatalog statt der oben beschrieben verwendet worden. Zur THG-Bilanzerstellung ist ein internes Bilanztool verwendet worden.

Die Bilanzierung des Energieverbrauchs in der Fernwärmeversorgung umfasst aufgrund der Vorgaben des WPG nur die zur Wärmeerzeugung eingesetzten Endenergieträger. Somit werden der Sektor Verkehr und die kommunale Flotte nicht bilanziert. Für den Stromverbrauch werden nur die relevanten Anteile für den Betrieb von Wärmepumpen und strombetriebenen Direktheizungen (Nachtspeicheröfen und Direktheizungen) für die Bilanz herangezogen.

Die Erfassung der Bedarfsmengen von unbekanntem, restlichen nicht-leitungsgebundenen Energieträgern (wie z. B. Heizöl, Biomasse und Flüssiggas) erfolgte durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im KSP. Dies geschieht auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornstiefegerinnung sowie BAFA-Förderdaten. Aus den Daten der Bezirksschornstiefeger kann sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (nach Energieträgern) als auch eine Einteilung in Leistungs-/ sowie Altersklassen erfolgen. Um von der Anlagenleistung der Öl- und Biomasseheizungen auf die eingesetzte Endenergiemenge schließen zu können, werden nutzungsartspezifische Volllaststunden im KSP angenommen.

### 2.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Gemeinde Karlsfeld

Im Basisjahr weist die Gemeinde Karlsfeld sektorenübergreifend einen Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung von 162.517 MWh auf. In Abbildung 2-4 wird die prozentuale Verteilung der Endenergieverbräuche im Wärmesektor nach Verwendung dargestellt. Die folgende Verteilung zeigt, dass die privaten Haushalte im Jahr 2022 mit 78 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch verursachen. Der Sektor Industrie und GHD einen Anteil von 13 % bzw. 6 % ausmachen. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die gemeindeeigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Auf den Sektor kommunale Einrichtungen entfällt lediglich ein Anteil von 3 %. Die Verbrauchsdaten wurden in den einzelnen Fachabteilungen der Verwaltung erhoben und übermittelt.

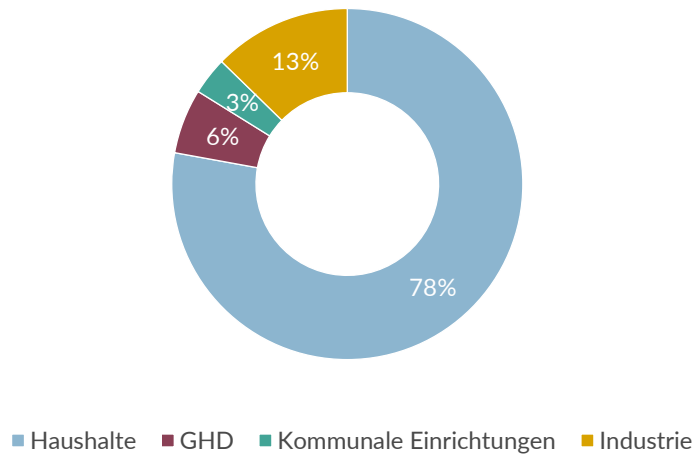


Abbildung 2-4: Prozentualer Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme nach Sektoren für 2022

In *Abbildung 2-5* sind die Verbräuche nach Sektoren dargestellt. Der größte Anteil des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Karlsfeld fällt mit 126.541 MWh bei den privaten Haushalten an. An zweiter Stelle folgt der Wärmeverbrauch des Sektors Industrie mit 20.641 MWh. Die Sektoren GHD mit 9.712 MWh und kommunalen Einrichtungen mit 5.624 MWh machen nur einen relativ geringen Anteil aus.

Aus *Abbildung 2-6* ist der Wärmeverbrauch pro Energieträger ersichtlich. Den größten Anteil der Wärmeversorgung nimmt Erdgas mit 43 % (69.621 MWh) ein. Gefolgt von Heizöl mit 21 % (33.607 MWh), Fernwärme mit 17 % (27.196 MWh) und Biomasse mit 4 % (5.893 MWh). Die Umweltwärme (Nutzung erneuerbarer Wärmequellen über Wärmepumpen) nimmt einen Anteil von knapp 4 % (7.364 MWh) ein. Für die Bilanzierung der Umweltwärme können nur gemeindegrenzüberschreitende Stromdaten des Stromversorgers herangezogen werden. Diese berücksichtigen i. d. R. nur die Verbräuche von Wärmepumpen mit Wärmepumpenstromtarifen. Wärmepumpen, die nicht vom Stromversorger übermittelt bzw. aus anderen Informationsquellen vorliegen, können aufgrund der Datengrundlage nicht berücksichtigt werden. Die Strommenge wurde für die Bilanz mithilfe einer angenommenen durchschnittlichen Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen von 3,2 in die Erzeugernutzwärmeabgabe umgerechnet. Kleinere Anteile werden durch die Nutzung von Strom für elektrische Direktheizung bzw. Nachtspeicheröfen mit 1 % (1.978 MWh) abgedeckt. Der Energieträger „sonstige Konventionelle“ umfasst Energieträger, die aus der Eingabe der Schornsteinfederdaten und Umrechnungen im KSP resultieren. Das könnten beispielsweise mit Kohle betriebene Öfen oder Energieträger wie z. B. Kohlestaub für Industrieprozesse sein. Diesem Energieträger sind knapp 9 % (14.184 MWh) des Endenergieverbrauchs zugeordnet. Insgesamt liegt der Anteil direkt zuordbarer fossiler Energieträger am Endenergieverbrauch bei knapp 64 % und direkt zuordbarer erneuerbarer Energien bei ca. 25 %.

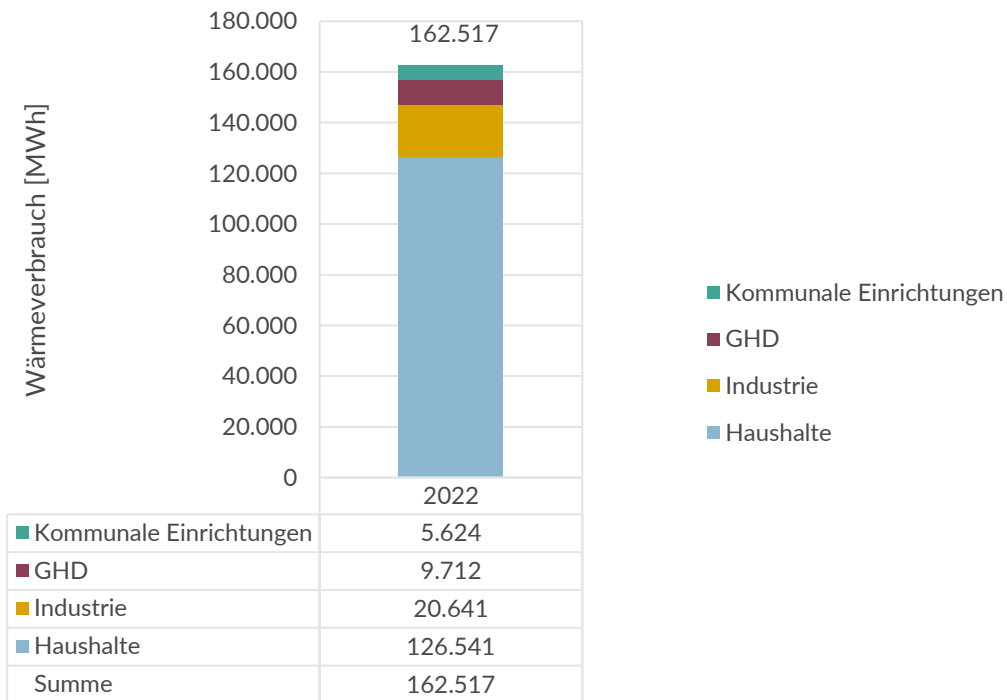


Abbildung 2-5: Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld

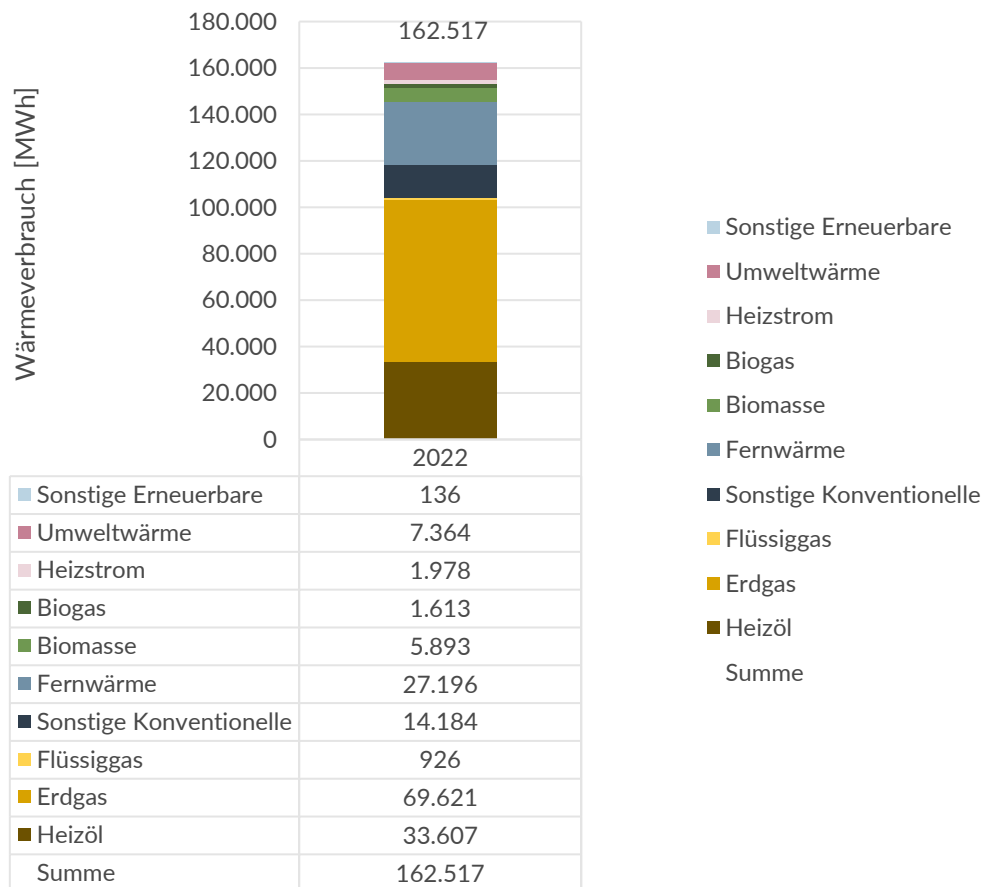


Abbildung 2-6: Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern in Karlsfeld

### Endenergieverbrauch pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen Endenergieverbräuche aus *Abbildung 2-5* und *Abbildung 2-6* sind in der Tabelle 2-2 pro Einwohner dargestellt. Im Jahr 2022 hatte Karlsfeld 22.101 Einwohner, der Endenergieverbrauch pro Person lag bei 7,35 MWh.

Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch pro Einwohner in 2022

	Endenergieverbrauch pro Einwohner in MWh/Person
<i>Haushalte</i>	5,73
<i>Industrie</i>	0,93
<i>Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)</i>	0,44
<i>Kommunale Einrichtungen</i>	0,25
<i>Summe</i>	7,35

### Endenergieverbrauch der kommunalen Einrichtungen

Die kommunalen Einrichtungen machen zwar lediglich rund drei Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs aus, liegen jedoch im direkten Einflussbereich der Kommune und haben eine Vorbildfunktion. In *Abbildung 2-7* sind die Endenergieverbräuche der kommunalen Einrichtungen aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt.

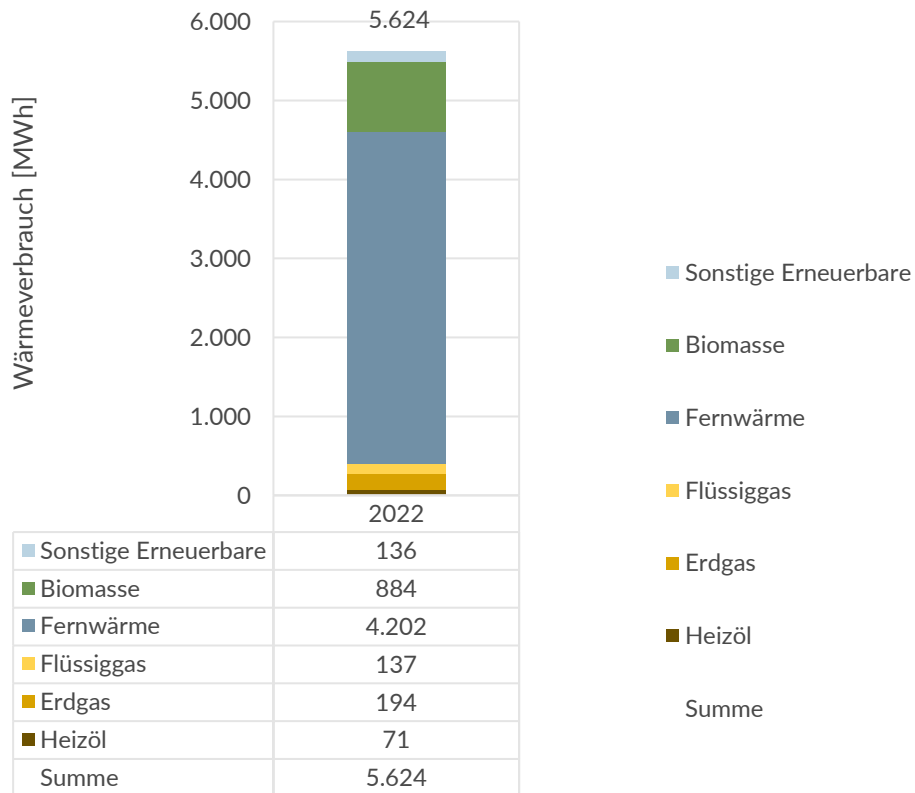


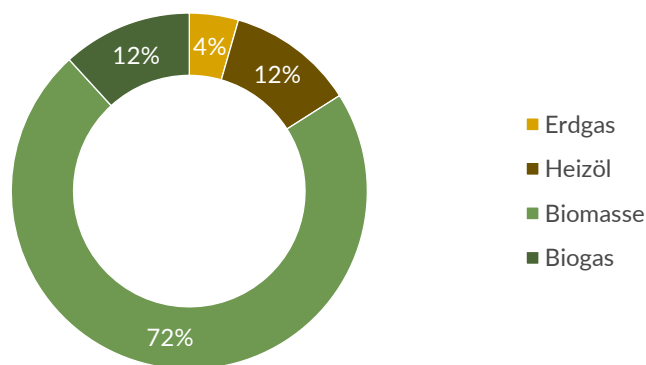
Abbildung 2-7: Endenergieverbrauch Wärme der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Karlsfeld

Es wird ersichtlich, dass die kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Karlsfeld bereits einen Großteil ihres Wärmebedarfs über die Anbindung an ein Wärmenetz abdecken. Darüber hinaus wird deutlich, dass ein weiterer erheblicher Anteil von 884 MWh durch feste Biomasse gedeckt wird. Weitere Anteile des Wärmeverbrauchs werden durch die Nutzung fossiler Energieträger wie Heizöl 71 MWh, Erdgas 194 MWh und Flüssiggas 137 MWh erzeugt.

### Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung über Wärmenetze

Die Wärmenetze decken derzeit einen Wärmebedarf von 29.272 MWh pro Jahr. Das entspricht ca. 15 % des Gesamtwärmebedarfs.

In *Abbildung 2-8* ist die Verteilung der genutzten Energieträger für die Wärmeerzeugung der Fernwärmeversorgung dargestellt. Für die Ausweisung der verschiedenen Anteile sind die Verbrauchsdaten der beiden Fernwärmeversorger herangezogen worden. Der Hauptenergieträger ist Biomasse mit 72 % und 38.942 MWh. Biogas (6.353 MWh) und Heizöl (6.217 MWh) nehmen jeweils ca. 12 % ein. Erdgas macht mit 2.404 MWh nur rund 4 % der Versorgung aus. Anzumerken ist, dass die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas vor allem zur Abdeckung von Spitzenlasten und zur Redundanz im Einsatz sind.



*Abbildung 2-8: Genutzte Energieträger für die Wärmeerzeugung der Fernwärme der Gemeinde Karlsfeld in 2022*

### 2.3.3 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.

Nachfolgend werden die THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner sowie gesondert für die kommunalen Einrichtungen dargestellt.

Im Basisjahr weist die Gemeinde Karlsfeld sektorenübergreifend THG-Emissionen von 42.908 tCO<sub>2e</sub> für die Wärmebereitstellung auf. *Abbildung 2-9* zeigt die prozentuale Verteilung der THG-Emissionen für die Sektoren der Gemeinde Karlsfeld.

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

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO <sub>2</sub> e/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

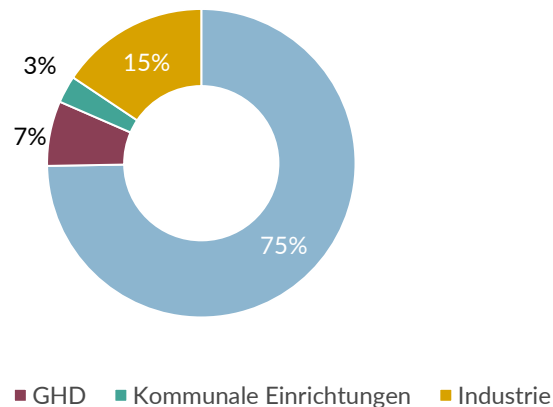


Abbildung 2-9: Prozentualer Anteil der THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld für 2022

In *Abbildung 2-10* sind die THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld dargestellt. Die meisten THG-Emissionen verursacht der Haushaltssektor mit rund 32.061 tCO<sub>2</sub>e (75 %) im Basisjahr. Der Industriesektor emittiert 6.701 tCO<sub>2</sub>e (15 %). Die restlichen 10 % verteilen sich auf die Sektoren GHD mit 2.920 tCO<sub>2</sub>e (7 %) und kommunale Einrichtungen mit 1.225 tCO<sub>2</sub>e (3 %).

In *Abbildung 2-12* sind die Emissionen nach Verwendung der Energieträger und in *Abbildung 2-12* nach prozentualer Gewichtung dargestellt.

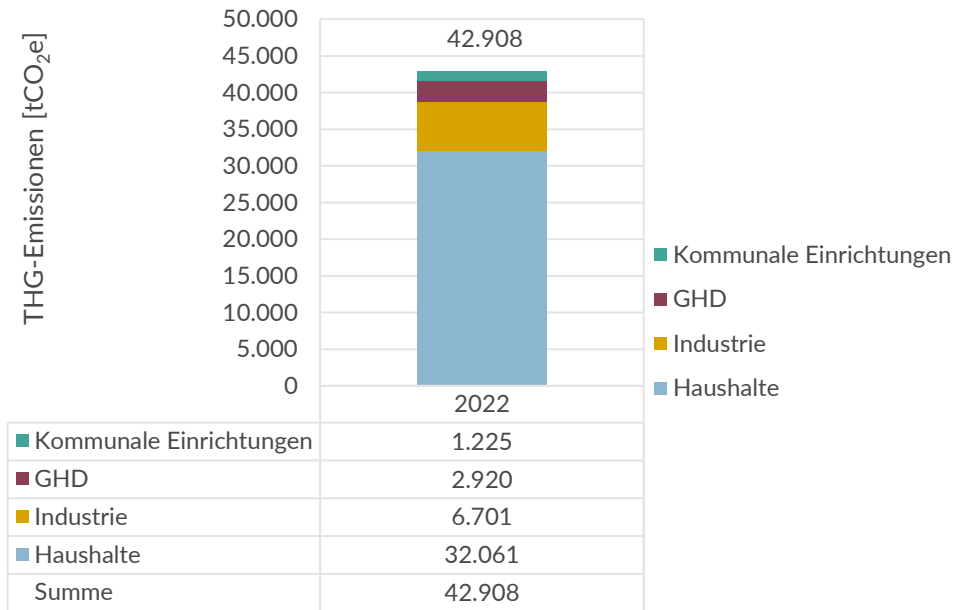


Abbildung 2-10: THG-Emissionen nach Sektoren in der Gemeinde Karlsfeld

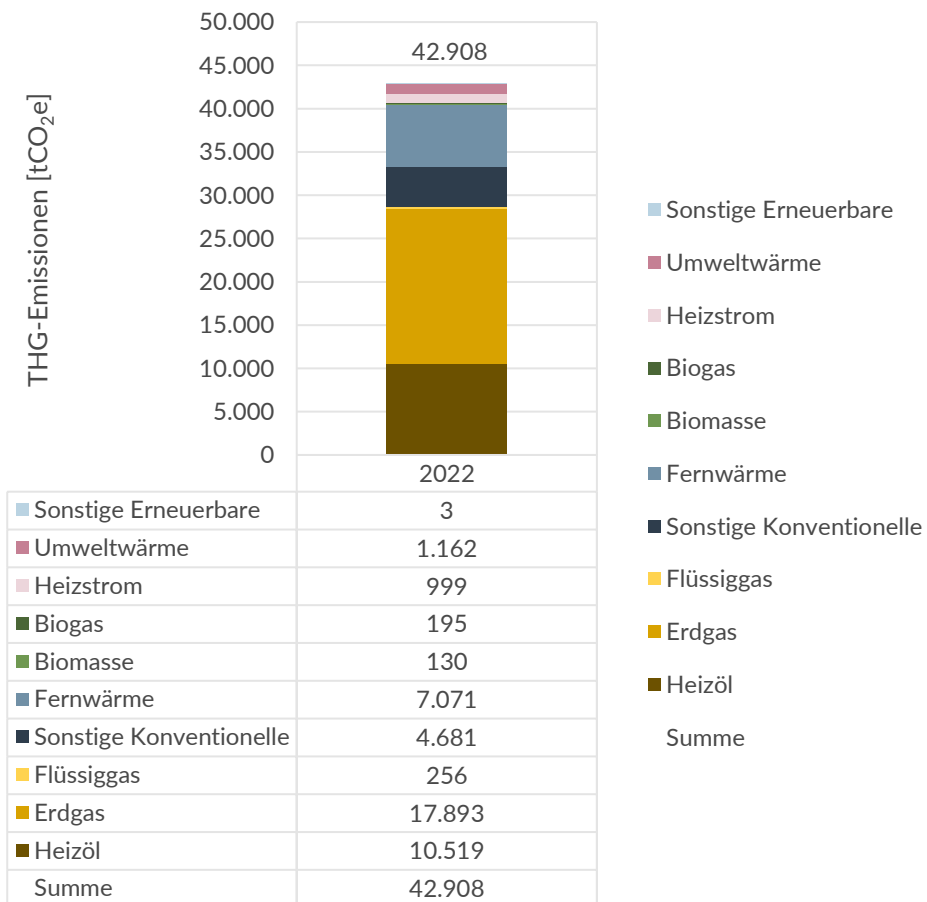


Abbildung 2-11: Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

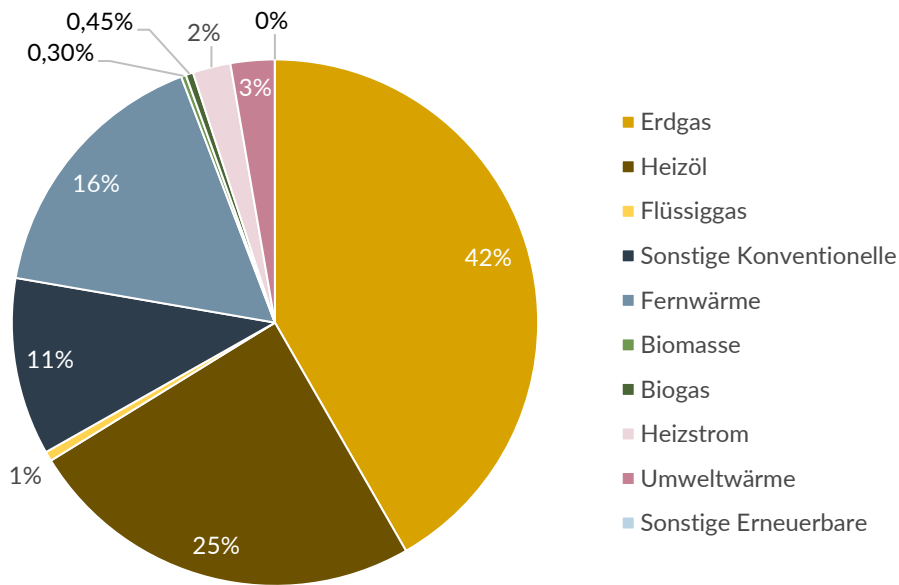


Abbildung 2-12: Prozentualer Anteil THG-Emissionen nach Energieträger

### THG-Emissionen pro Einwohner

Die Absolutwerte der sektoralen THG-Emissionen aus *Abbildung 2-10* werden in der *Tabelle 2-4* auf die Einwohner Karlsfelds bezogen. Pro Kopf wurden 1,94 tCO<sub>2e</sub> im Wärmebereich emittiert.

Tabelle 2-4: THG-Emissionen pro Einwohnenden in Karlsfeld für 2022

	THG-Emissionen / EW [tCO <sub>2e</sub> / Einwohnenden]
Haushalte	1,45
Industrie	0,30
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,13
Kommunale Einrichtungen	0,06
Summe	1,94

### THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Auch bei der Betrachtung der Emissionen verursacht durch die kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Karlsfeld in *Abbildung 2-13* wird deutlich, dass der hohe Anteil der Wärmeversorgung durch die Anbindung an ein Wärmenetz hier die höchste Gewichtung abbildet.

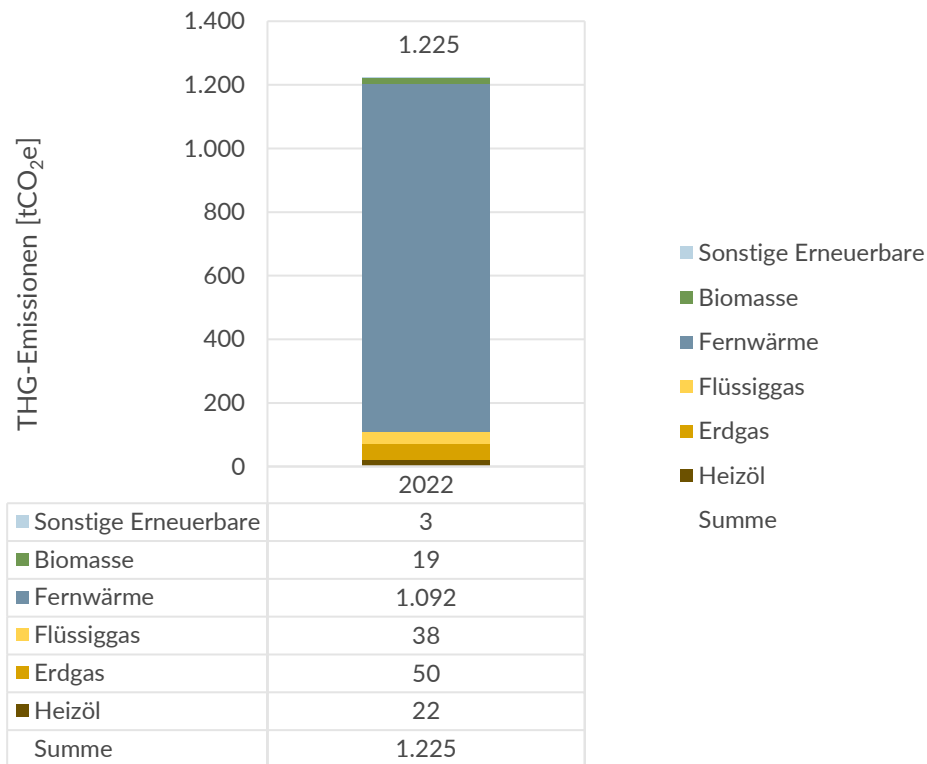


Abbildung 2-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen nach Energieträgern in Karlsfeld

### 2.3.4 Vergleich Bilanz und Wärmeverbrauch

Aufgrund der unterschiedlichen Herangehensweise ergeben sich teilweise unterschiedliche Zahlen in der Bilanzierung des Wärmeverbrauchs der Gesamtgemeinde und der gebäude-/baublockscharfen Modellierung des Wärmebedarfs (siehe Kapitel 2.4.4). Die Unterschiede sind in folgender Tabelle näher erläutert.

Tabelle 2-5: Vergleich Bilanzierung mit KSP und gebäudescharfer Wärmeverbrauch

Energieträger	Bilanz mit KSP	Input für gebäudescharfe Wärmeplanung
Alle Gebäude	Nicht witterungsbereinigt	Witterungsbereinigt
Erdgas & Fernwärme	Kalenderjahre (2022, 2023)	Mittelwert der Kalenderjahre 2022 und 2023
Biomasse & Heizöl	Anzahl Heizungen nach Leistungsklassen (Kehrbuchdaten, Datenstand 2022), kombiniert mit Vollbenutzungsstunden	Keine Berücksichtigung der straßenbezogenen Kehrbuchdaten
Umweltwärme / Wärmepumpe	Hochrechnung aus deutschlandweiten Statistikdaten (2020, 2021) Versorgerdaten für Heizstrom und Wärmepumpen	Keine Berücksichtigung der gemeindscharfen Verbrauchsdaten
Solarthermie	Kollektorfläche nach BAFA-Daten (2020, 2021)	Keine Berücksichtigung (keine gebäudescharfe Aufteilung möglich)

## 2.4 Kartografische Darstellungen

Im Folgenden werden alle kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse beschrieben.

### 2.4.1 Überwiegende Gebäudenutzung

In *Abbildung 2-14* ist die überwiegende Gebäudenutzung der Gemeinde Karlsfeld für die erstellten Baublöcke dargestellt. Die Gebäudenutzung ist in Einfamilienhäuser (EFH), Mehrfamilienhäuser (MFH) und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) kategorisiert. Gebäude, die keine der oben genannten Nutzungen zugewiesen werden konnten, sind mit keine Angabe (k. A.) bezeichnet.

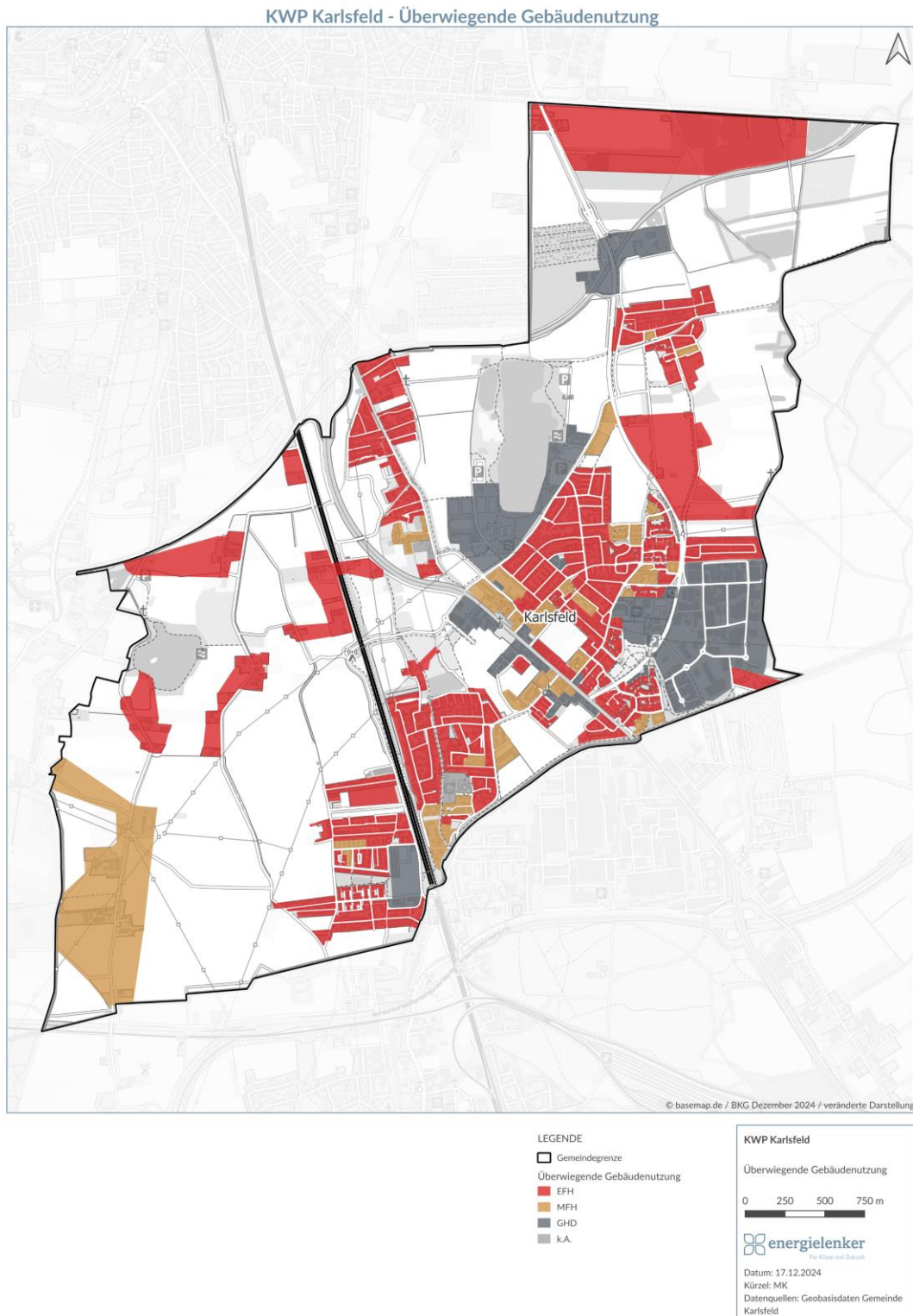


Abbildung 2-14 Überwiegende Gebäudenutzung in der Gemeinde Karlsfeld

## 2.4.2 Überwiegende Baualtersklasse

In *Abbildung 2-15* sind die überwiegenden Baualtersklassen der Baublöcke dargestellt. Die Baualtersklassen konnten von der Gemeinde Karlsfeld gebäudescharf bereitgestellt werden. Der Großteil der Gebäude ist zwischen 1949 und 1968 erbaut. Es lässt sich erkennen, dass in

der Gemeinde im kernstädtischen Bereich Nachverdichtungsgebiete ausgebaut wurden und somit mehrerer Baualtersklassen vorliegen. Den kleinsten Anteil machen die Gebäude mit Baujahren vor 1949 aus.

Überwiegende Baualtersklasse Baublöcke Karlsfeld

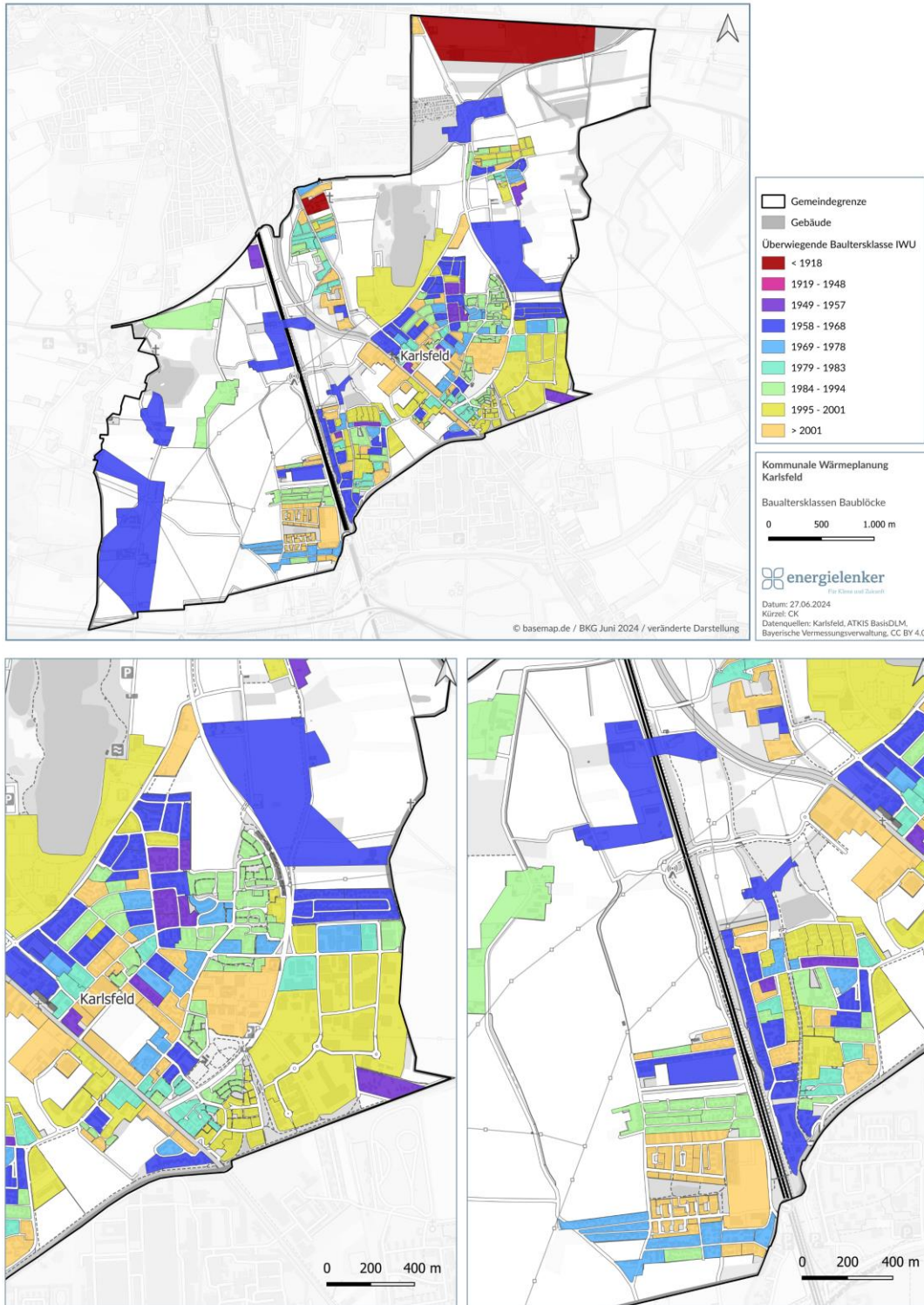


Abbildung 2-15 Überwiegende Baualtersklassen in der Gemeinde Karlsfeld

### 2.4.3 Überwiegende Flächennutzung

In *Abbildung 2-16* ist die überwiegende Flächennutzung in der Gemeinde Karlsfeld dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Wohnbau der höchste Anteil der Flächennutzung zuzuschreiben ist. Gefolgt von dem Anteil für Flächen mit besonderer funktionaler Prägung. Die Industrie- und Gewerbeflächen bilden den drittgrößten Flächenanteil wobei die Flächen die als gemischte Nutzung ausgewiesen sind separat dargestellt sind.

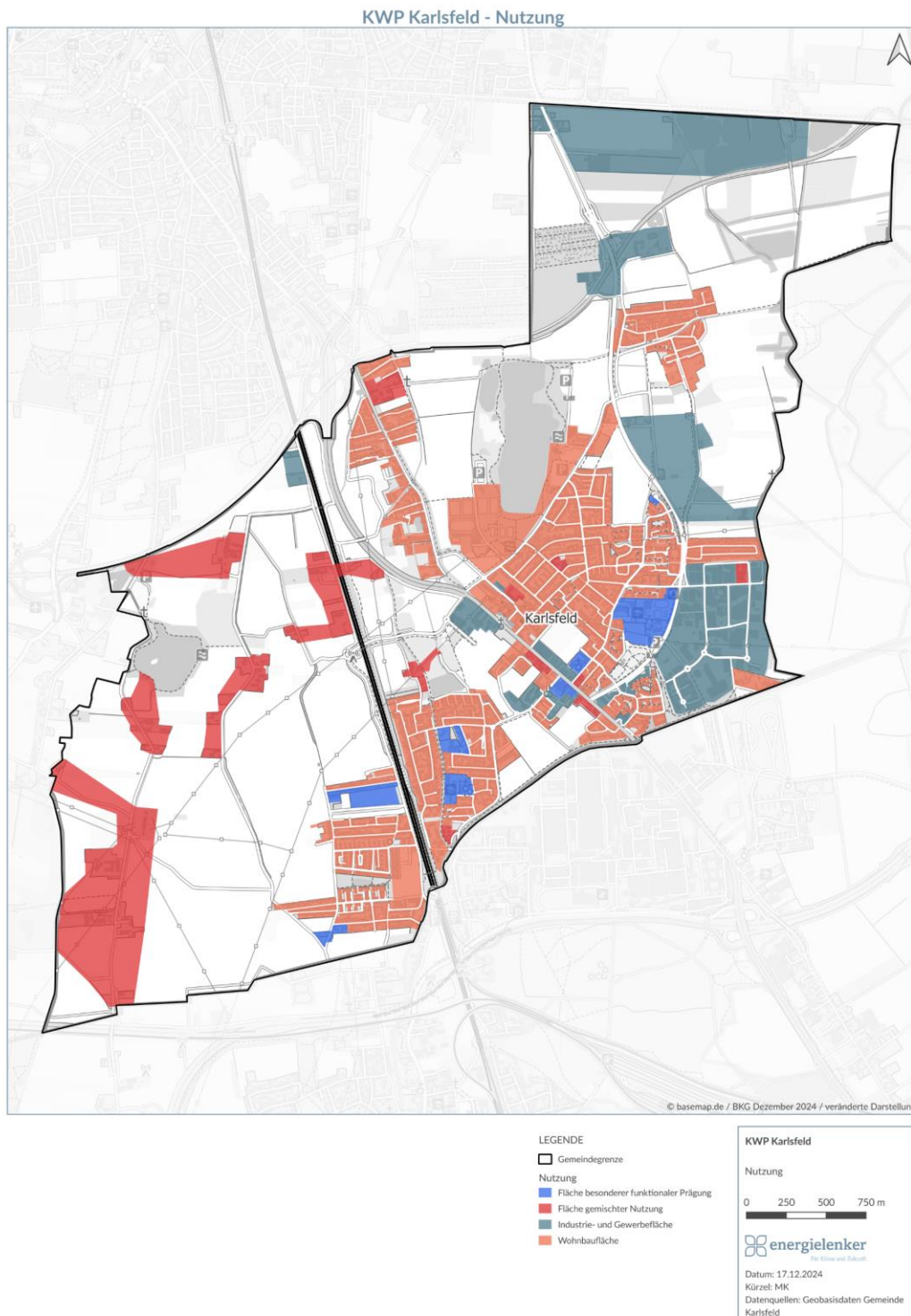


Abbildung 2-16 Überwiegende Flächennutzung in der Gemeinde Karlsfeld

#### 2.4.4 Wärmeverbrauch /-bedarf

Für die Berücksichtigung eines möglichst hohen Anteils an Realdaten wurden primär adressspezifische Verbrauchsdaten verwendet. Das waren z. B. die Daten der kommunalen Liegenschaften bzw. Informationen aus Datenabfragen und Akteursgesprächen sowie die adressscharfen Verbrauchswerte der leitungsgebundenen Energieträger.

Im nächsten Schritt wurden die baublockspezifischen Verbrauchsdaten auf die enthaltenen Einzeladressen ohne gebäudespezifischen Verbrauchswert aufgeteilt.

Allen übrigen nicht-leitungsgebundenen Gebäuden wurden spezifische Verbrauchswerte von ähnlichen Gebäuden zugewiesen. Dazu wurden die baublocksbezogenen Gasverbrauchsdaten auf die Einzelgebäude anhand deren beheizter Nutzflächen, Nutzung und Baualtersklassen aufgeteilt.

Aufgrund der Datengrundlage wurden alle Gebäude, für die keine leitungsgebundene Versorgung ausgewiesen werden konnten, als nichtleitungsgebunden bezeichnet. Die Versorgung mit Heizöl, Biomasse, Wärmepumpe oder sonstigen nichtleitungsgebundenen Energieträgern kann daher nicht weiter unterschieden werden. Die Kkehrbuchdaten konnten aufgrund der Straßenbezugsebene nicht für die Berechnung der adressscharfen Bedarfe herangezogen werden.

Die Gasverbrauchsdaten wurden Brennwert-bezogen 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.

Um die jahresübergreifende Witterung auszugleichen und um eine wetterunabhängige Ausgangsbasis für die Wärmeplanung bereitzustellen, wurden die Verbräuche und die ermittelten Wärmebedarfe mit den Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes witterungsbereinigt (Deutscher Wetterdienst, 2023).

Für die Darstellung der Wärmeverbräuche bzw. -bedarfe (im Folgenden nur noch als Wärmeverbrauch benannt) wurden anschließend die gebäudescharfen Daten auf Baublocksebene aggregiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2-17 und Abbildung 2-18 (als „Heatmap“) dargestellt.

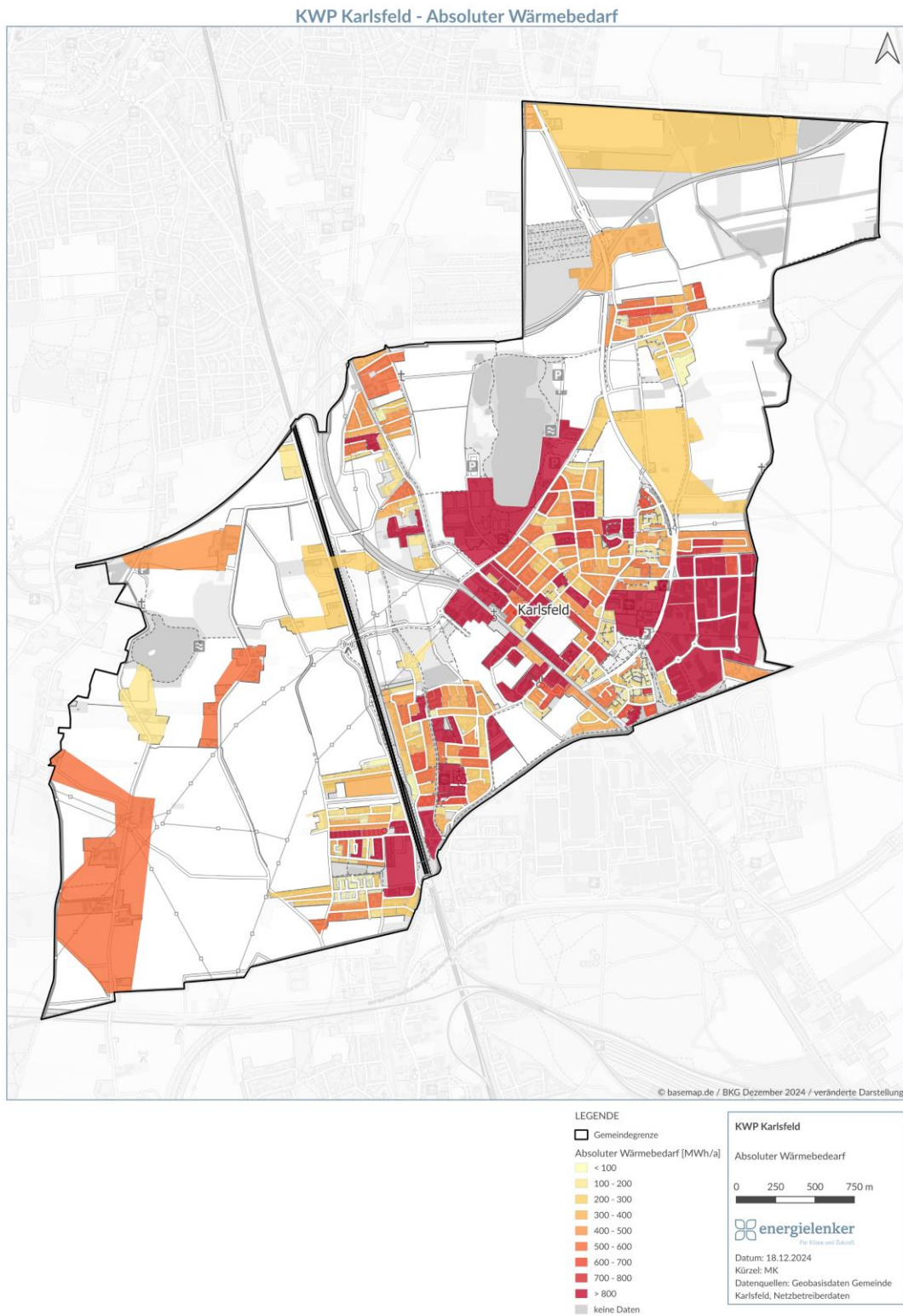


Abbildung 2-17: Absoluter Wärmebedarf im Basisjahr 2022 der Gemeinde Karlsfeld

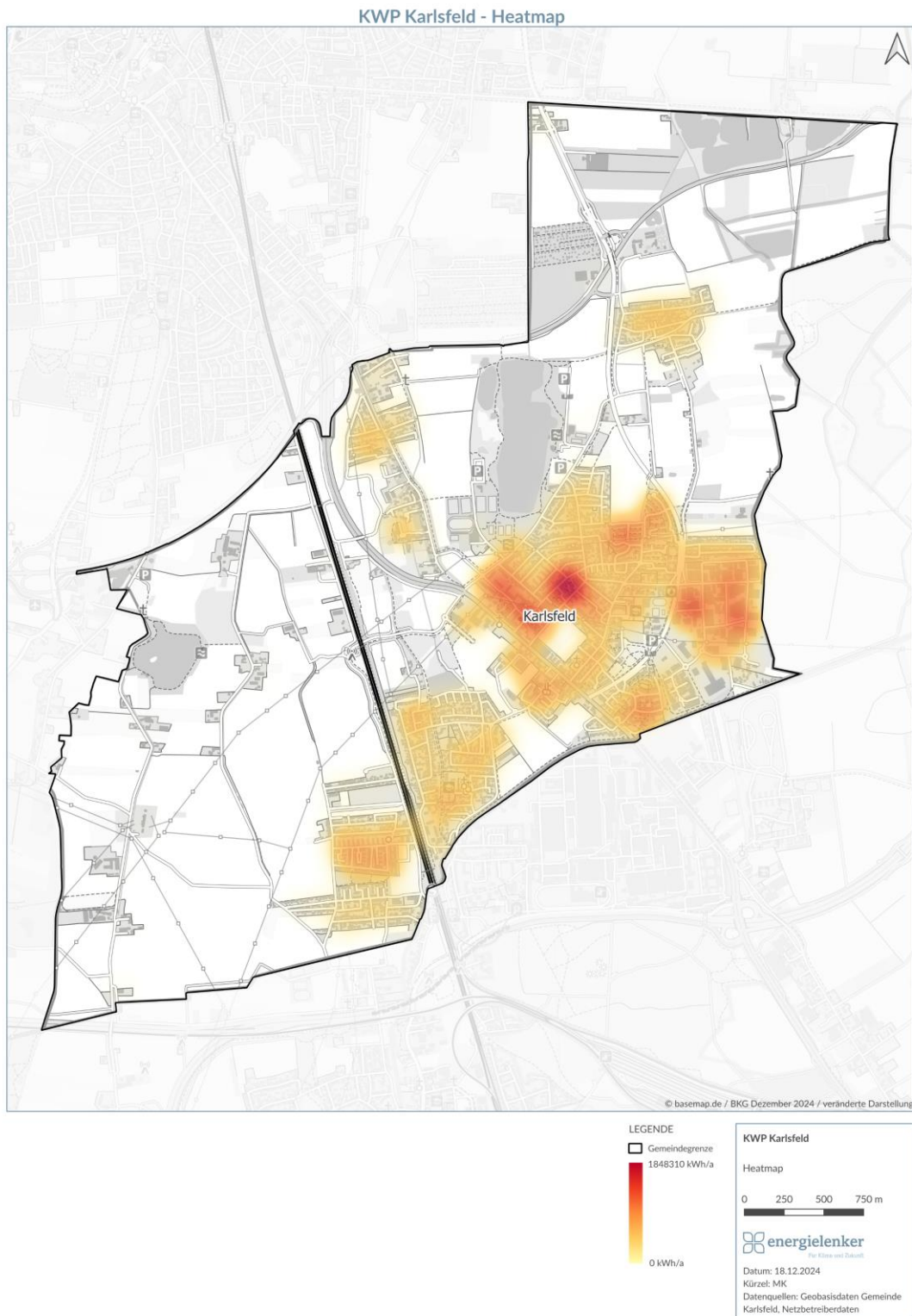


Abbildung 2-18: Heatmap 2022 des Wärmeverbrauch in der Gemeinde Karlsfeld

In *Abbildung 2-19* ist die Wärmedichte auf Baublockebene für die Gemeinde Karlsfeld dargestellt. Wie zu erwarten ist insbesondere im Gemeindekern sowie in den Gewerbe-/Industriegebieten die Wärmedichte sehr hoch.

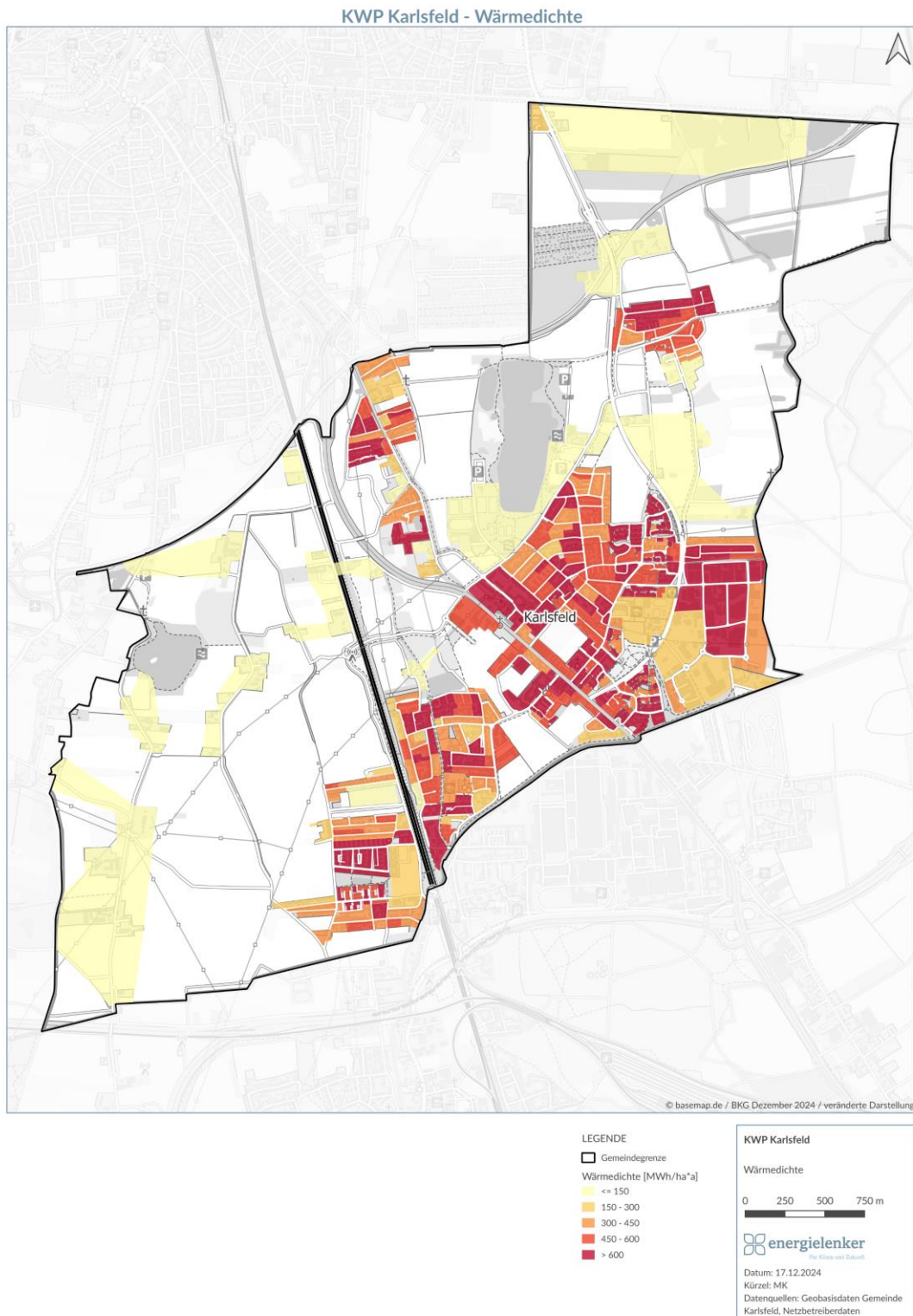


Abbildung 2-19: Wärmedichte 2022 auf Baublockebene in der Gemeinde Karlsfeld

Auf Basis der Modellierung des gebäudescharfen Wärmeverbrauchs ergibt sich für das Basisjahr ein Wärmeverbrauch von 189 GWh in der Gemeinde Karlsfeld. Dieser teilt sich, wie in Abbildung 2-20 dargestellt, auf die einzelnen Gebäudetypen auf.

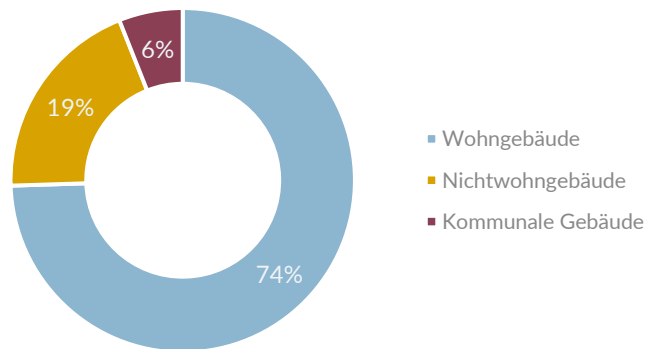


Abbildung 2-20: Wärmeverbrauch nach Gebäudetypen im Basisjahr 2022

#### 2.4.5 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 relativ kurze Strecke transportiert, 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 2-21* dargestellt, sind in der Gemeinde Karlsfeld hohe Wärmeliniendichten insbesondere im Bereich des Gemeindekerns mit dichter Bebauung, sowie in Industrie- und Gewerbegebieten mit hohen absoluten Wärmeverbrauch zu finden.

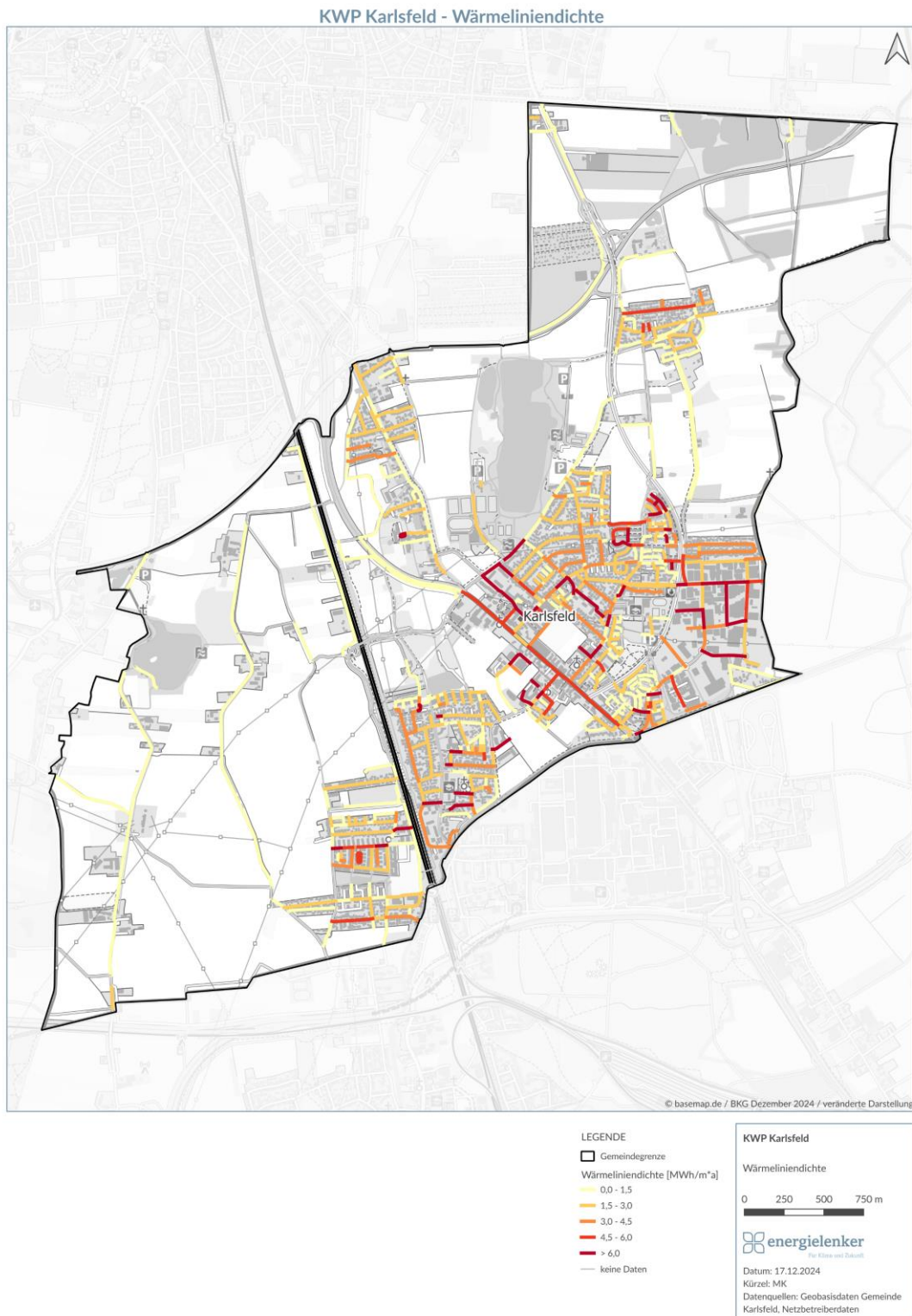


Abbildung 2-21: Wärmeliniendichte der Gemeinde Karlsfeld für das Basisjahr

#### 2.4.6 Überwiegender Energieträgeranteil

In *Tabelle 2-6* ist die Wärmeversorgung nach Energieträgern anhand der Gebäudeanzahl und der Wärmemenge in der Gemeinde Karlsfeld dargestellt. In der Gemeinde Karlsfeld werden aktuell 476 Gebäude über Wärmenetze versorgt. 2.000 Gebäude nutzen das Gasnetz zur

Wärmeversorgung. Der Großteil der Gebäude (1.749) wird nicht leitungsgebunden versorgt (z. B. Heizöl, Biomasse oder Wärmepumpe).

Tabelle 2-6: Wärmeversorgung nach Energieträgern in der Gemeinde Karlsfeld

	Anzahl Gebäude <sup>1</sup>	Anteil Gebäude	Anteil Wärmemenge
Gas	2.000	46%	35 %
Wärmenetz	476	11%	18 %
nicht leitungsgebunden	1.749	40%	47 %
Keine Zuordnung	119	3%	Keine Zuordnung

In Abbildung 2-22 ist die Verteilung der Versorgung nach Energieträgern bezogen auf die Gebäudeanzahl je Baublock dargestellt. Insbesondere im Kern der Gemeinde gibt es einige Baublöcke mit einer überwiegenden Wärmenetzversorgung. In den Randbereichen überwiegen Gas und nichtleitungsgebundene Versorgung.

<sup>1</sup> Hier ist die Anzahl der Gebäude nach dem Gebäudekataster aufgeführt, teilweise sind dort größere Gebäudekomplexe mit mehreren Gebäudeteilen als einzelne Gebäude aufgeführt. Daher kann die Anzahl der Gebäude in geringem Maße von der Anzahl der Anschlüsse abweichen, da ggf. über einen Anschluss mehrere Gebäude bzw. Gebäudeteile versorgt werden.

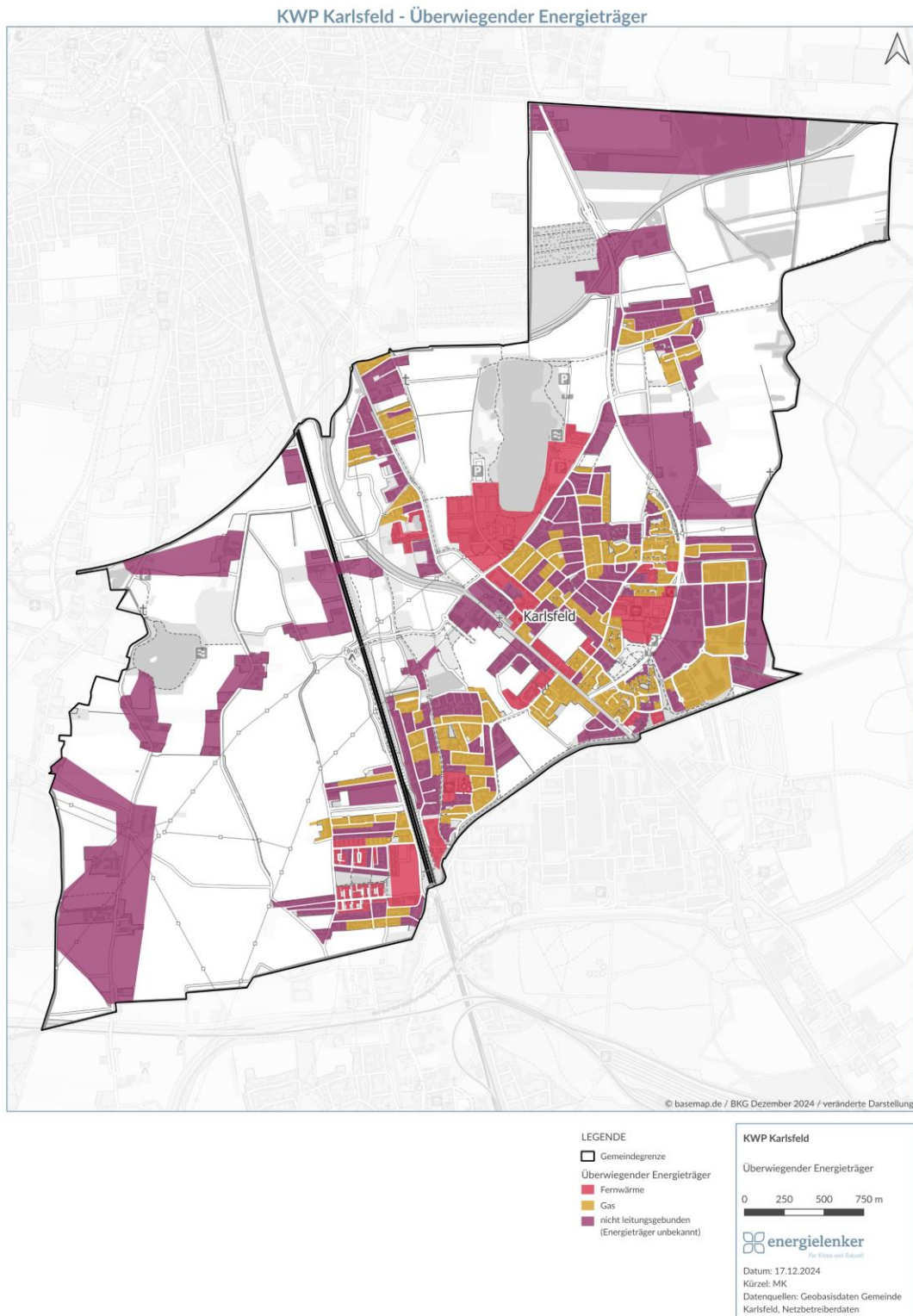


Abbildung 2-22: Verteilung der Versorgung nach Energieträgern auf Baublockebene in der Gemeinde Karlsfeld

### 2.4.7 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 Karlsfeld sind neben dem Gasnetz auch bereits einige Anlagen und Leitungen von Wärmenetzen vorhanden.

In der Gemeinde Karlsfeld sind fast alle Ortsteile mit einem Gasnetz verbunden (siehe Abbildung 2-23). Eine Ausnahme bilden die südwestlichen Teile der Gemeinde mit einigen Weilern und Einsiedlerhöfen sowie der nördliche Bereich in Richtung Gemeindegrenze zur Nachbargemeinde Dachau.

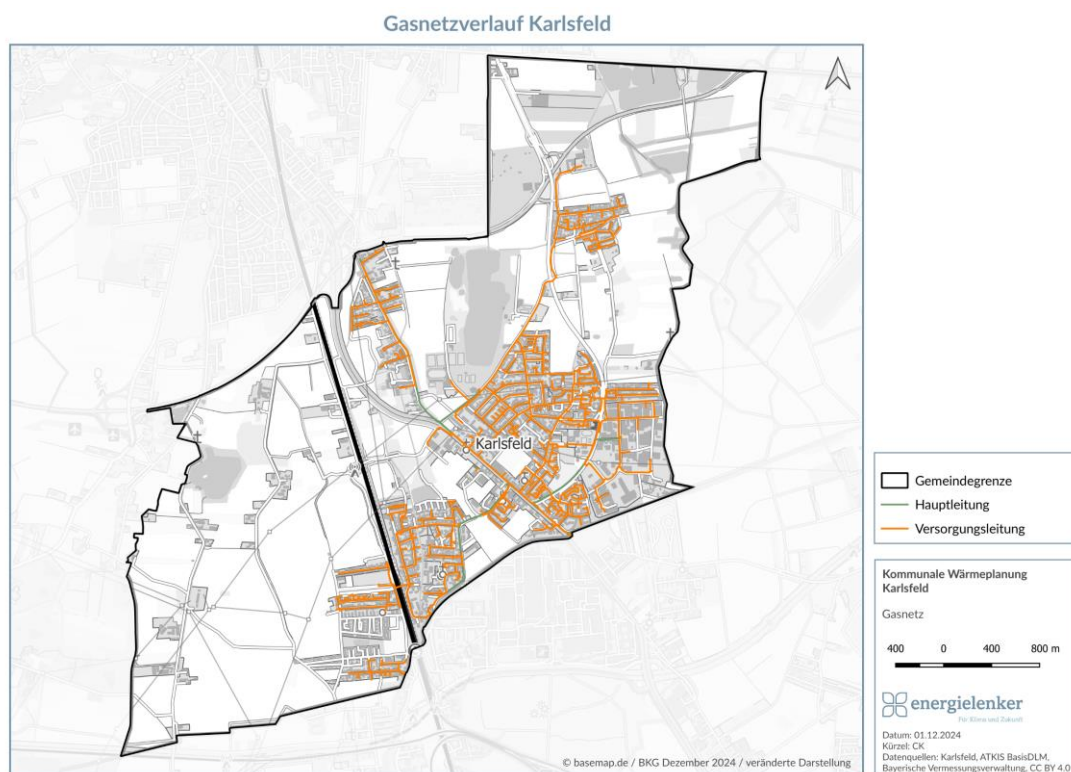


Abbildung 2-23: Gasnetzverlauf der Gemeinde Karlsfeld

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

Tabelle 2-7: Übersicht Wärmenetze im Kommunalgebiet der Gemeinde Karlsfeld

Name	Status	Länge [km]	Anschluss-nehmer	Anschluss-leistung [kW]	Vorlauf Temperatur [°C]
Fernwärme Gemeindewerke Karlsfeld	In Betrieb	16	ca. 150	19.400	78 - 83°C
Fernwärme Bayernwerke Natur GmbH	In Betrieb	6,76	ca. 270	3.200	50 - 85 °C

In der Gemeinde Karlsfeld existieren nach dieser Definition zwei größeres Fernwärmenetze. Insgesamt sind derzeit in der Gemeinde Karlsfeld über 22,76 km Wärmenetzleitungen verlegt. In Abbildung 2-24 sind die Leitungsverläufe der Wärmenetze 1 und 2 dargestellt.

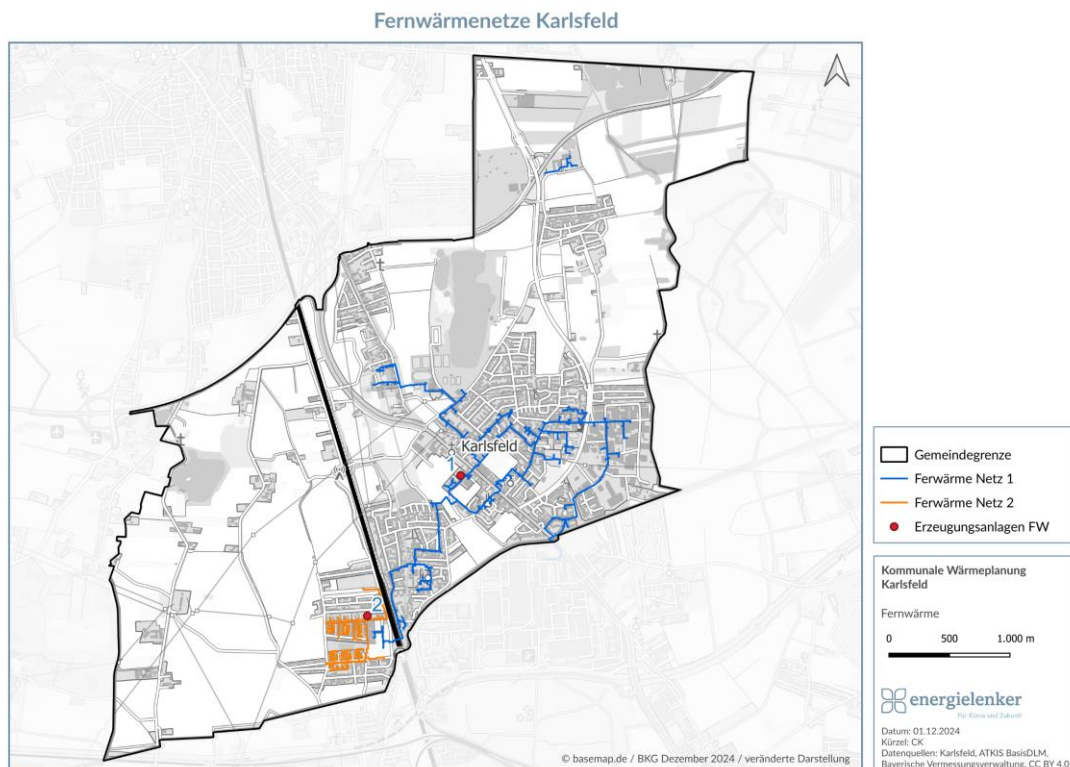


Abbildung 2-24: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen Karlsfeld

Die Wärmenetze werden teilweise bereits mit nachhaltigen Energieträgern betrieben. Insbesondere im Bereich der Reserve- bzw. Spitzenlastkessel werden aber auch Erdgas und Heizöl eingesetzt (siehe Tabelle 2-8). Ein Dekarbonisierungsfahrplan liegt nicht vor. Die Substitution von Gas als Energieträger ist in Planung.

Tabelle 2-8: Übersicht Wärmeerzeuger in Wärmenetzen in der Gemeinde Karlsfeld

Nr.	Name	Thermische Leistung [kW]	Elektrische Leistung [kW]	Energieträger
1	FW GWK ORC	2.600	unbekannt	Holz
	FW GWK Biomasse	2.400	unbekannt	Holz
	FW GWK Heizöl	4.200	unbekannt	Erdgas
	FW GWK Heizöl	6.400	unbekannt	Heizöl
2	BWN GmbH EC-Power-Modul	40	20	Erdgas
	BWN GmbH EEG-Modul	584	550	Biomethan
	BWN GmbH Gaskessel 2	900	unbekannt	Erdgas
	BWN GmbH Gaskessel 2	1950	unbekannt	Erdgas
	BWN GmbH Pelletkessel	900	unbekannt	Holz

In Tabelle 2-8 sind zusätzlich die jeweiligen Wärmeerzeuger der Netze mit ihren Leistungen dargestellt. Die Grundlage hierfür bildet das Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2023), Informationen aus Akteursgesprächen sowie der Energie-Atlas Bayern (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Anhand von Rückmeldungen durch die Betreiber wurden die Daten ergänzt bzw. angepasst.

Am Standort der Heizzentrale von Wärmenetz 1 ist ein thermischer Speicher mit einem Volumen von 95 m<sup>3</sup>, einer speicherbaren Wärmemenge von 3 MWh und einem Temperaturniveau von 60 bis 90 °C installiert.

Für die beiden derzeit in Betrieb befindlichen Wärmenetze gibt es derzeit noch keine konkreten Ausbaupläne. Laut Aussage der Gemeindewerke (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist eine Erweiterung der Anschlussnehmerzahl an der Haupttrasse möglich und zukünftig zu prüfen. Ebenfalls konnte in Erfahrung gebracht werden, dass auf Grund der Redundanz der Wärmeerzeugungsanlagen mit der einhergehenden Leistungslimitierung und durch weitere Regulierung am Standort kein weiterer fossiler Wärmeerzeuger zugebaut werden kann. Folglich sind derzeit keine großen Netzerweiterungen möglich. Chancen zur Netzerweiterung bieten die Nutzung von Tiefengeothermie in Karlsfeld (vergleiche Abschnitt 3.4.1) und Neubaugebiete in der Nähe des Wärmenetzes (vergleiche Abschnitt 2.2.4).

Im Wärmenetz des Wärmenetzbetreiber 2 (BWN) im südwestlichen Teil der Gemeinde sind ebenfalls keine konkreten Planungen einer Netzerweiterung bekannt. Laut Aussage ist hier eine Möglichkeit der Anbindung gegeben alle Nachbargebäude der derzeitigen Anschlussnehmer entlang der Haupttrasse anzuschließen.

#### 2.4.8 KWK-Anlagen und weitere Wärmeerzeuger

Nach WPG sind Wärmeerzeuger, die in Wärmenetze einspeisen bzw. zukünftig einspeisen können gesondert zu betrachten. In der Gemeinde Karlsfeld werden bisher drei größere Wärmeerzeuger bzw. Heizzentralen betrieben. Die beiden Heizzentralen der Wärmenetze sowie ein Klärgas-BHKW am Kläranlagenstandort. In der Tabelle 2-9 sind die Anlagenparameter der Bestandsanlagen dokumentiert.

Tabelle 2-9: Überblick Wärmeerzeugungsanlagen in Karlsfeld

Nummer	Name	Thermische Nutzleistung [kW]	Elektrische Leistung [kW]	Wärme Nutzung	Energieträger
1	BHKW-Kläranlage GWK	unbekannt	82,83	Industrie	Klärgas
2	ORC-Anlage GWK	2.600	617	Industrie	Holzackschnitzel
3	BHKW Bayernwerke Natur GmbH	584	550	Industrie	Biomethan

In Abbildung 2-25 sind die Standorte der KWK-Anlagen im Gemeindegebiet Karlsfeld verortet.

KWK-Anlagen mit Anschlusspotenzial an ein Wärmenetz

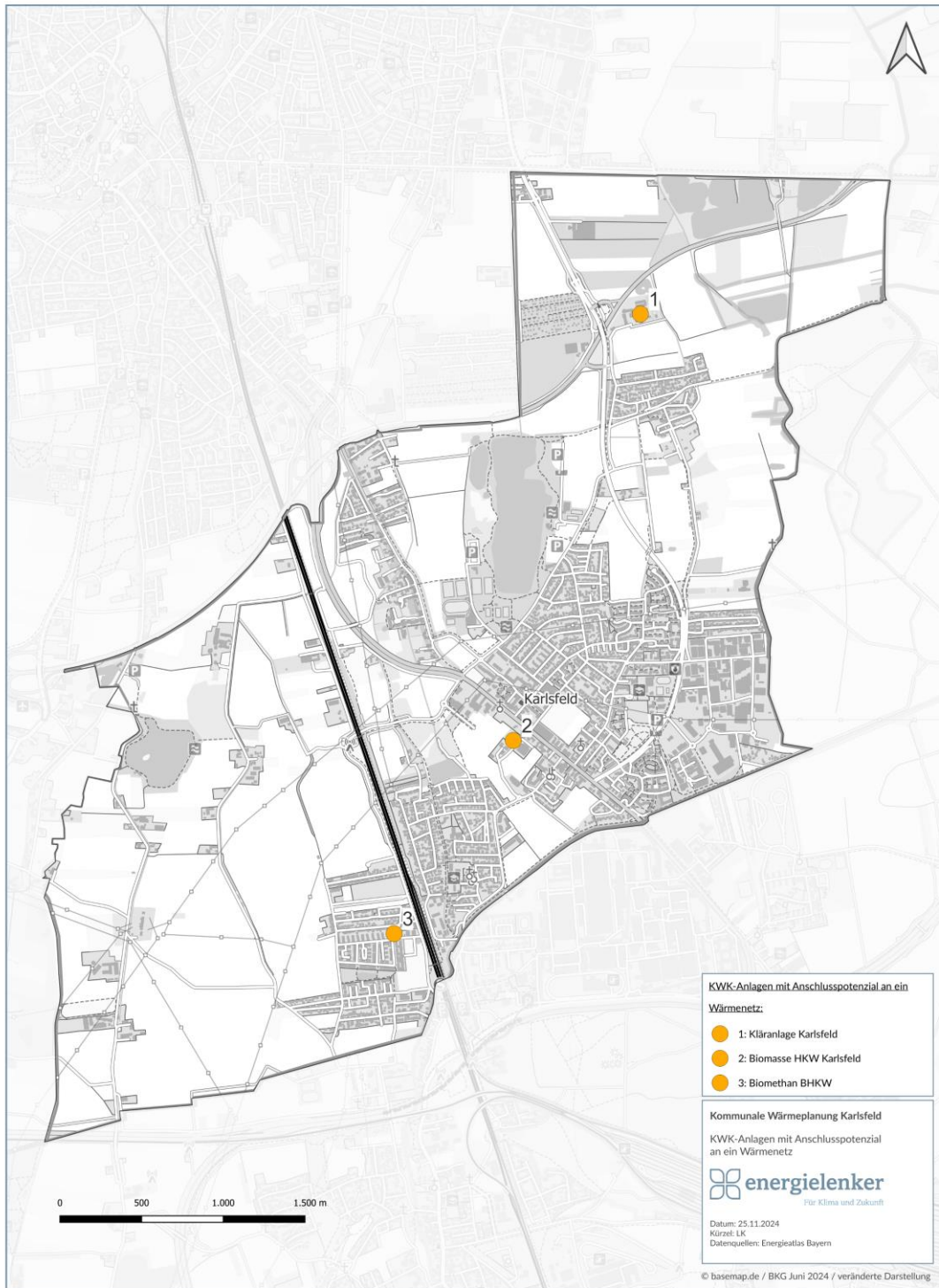


Abbildung 2-25: Wärmeerzeuger in der Gemeinde Karlsfeld, die in Wärmenetze einspeisen bzw. zukünftig einspeisen können

### 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 Grundstücksebene 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 werden 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.

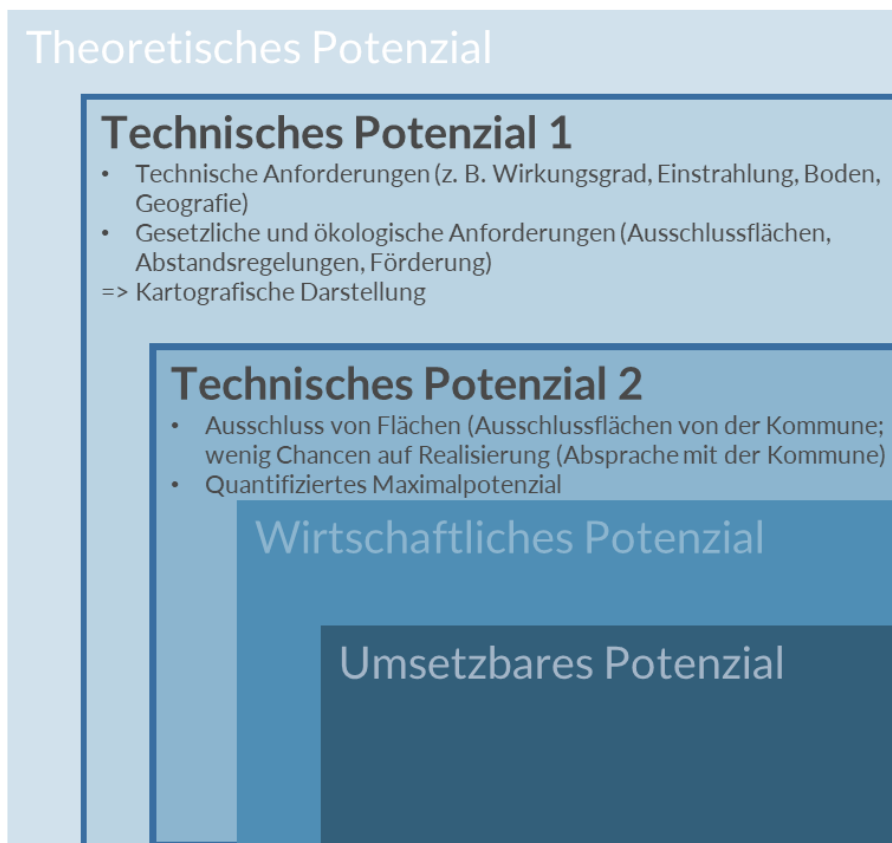


Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird das technisch nutzbare Potenzial anhand von Potenzialflächen ermittelt. Die Potenzialflächen werden anhand des Verschnitts von verschiedenen Flächenarten im GIS gebildet. Die theoretisch möglichen Nutzungsflächen werden 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. der 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 werden die Potenzialflächen mit der Kommune abgestimmt und mit Ausschlussflächen der Kommune (z. B. auf Grundlage von Gemeinderatsbeschlüssen) verschnitten. Die finalen Potenzialflächen stellen das technische Potenzial 2 kartografisch dar. Anhand dieser Flächen werden die Potenziale quantifiziert, sodass sich die maximalen technischen Potenziale ergeben.

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 CO<sub>2</sub>-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 Karlsfeld 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 Karlsfeld 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 CO<sub>2</sub>-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 erheblicher 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 erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten und den CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß erheblich zu verringern und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Weiterhin werden die Gebäude der Gemeinde Karlsfeld 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 (vergleiche Kapitel 2.4.4) genutzt.

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

Auf Basis der Baualtersklasse wird nun der spezifische Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser geprüft. Als Grenzwerte werden öffentlich Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikkatalog verwendet (Prognos AG; ifeu, 2024). Auf dieser Datenbasis und gewissen Toleranzwerten, 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 <sup>2</sup> ]	Einsparung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Einsparung [%]
<b>WG-EFH – Referenzszenario (geringe Sanierungstiefe)</b>				
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
<b>WG -EFH – Klimaschutzszenario (hohe Sanierungstiefe)</b>				
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 <sup>2</sup> ]	Einsparung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Einsparung [%]
<b>WG-MFH - Referenzszenario</b>				
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
<b>WG -MFH - Klimaschutzszenario</b>				
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

Das Potenzial für die Gemeinde Karlsfeld 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.

Insgesamt wurden für 3.888 Gebäude ein Sanierungspotenzial berechnet. Dies entspricht ca. 88 % des Gebäudebestands in der Gemeinde Karlsfeld.

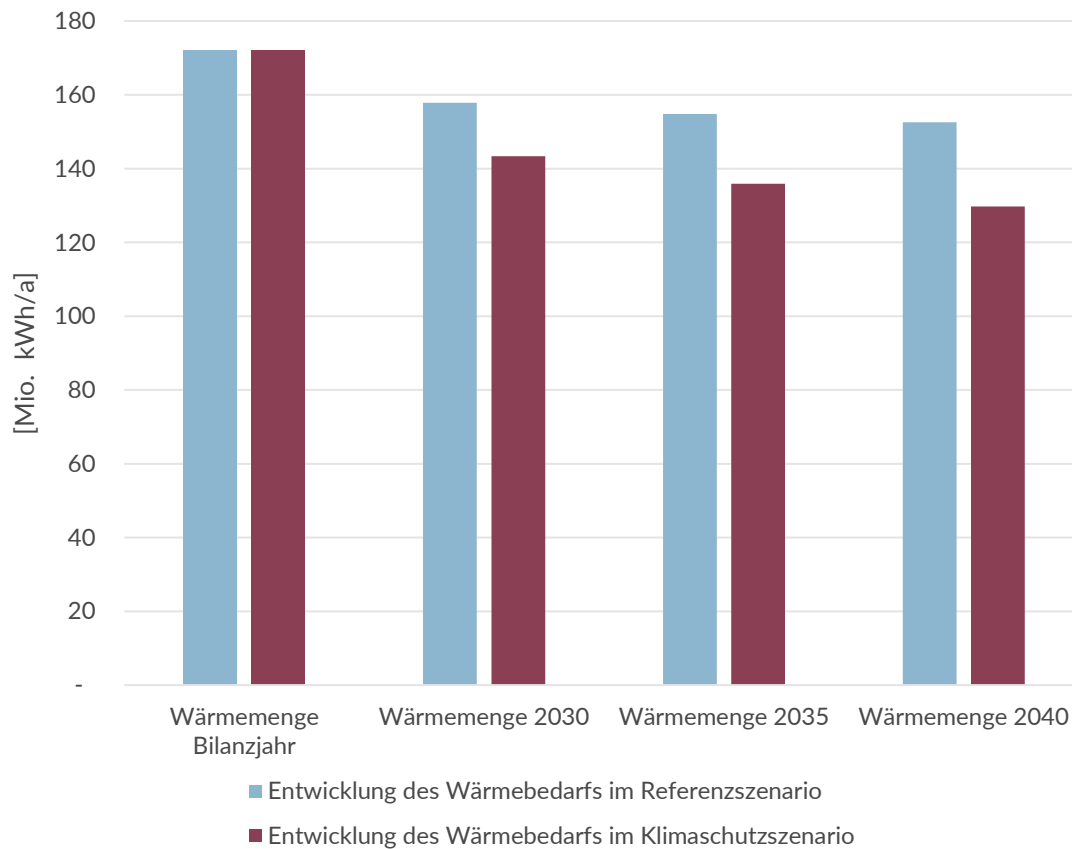
Tabelle 3-3: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Spezifischer Energieverbrauch heute [kWh / m <sup>2</sup> ]	Einsparung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Einsparung [%]
<b>NWG-GHD – Referenzszenario</b>				
bis 1978	133	21	112	16
bis 2009	69	10	59	14
ab 2010	45	2	43	4
<b>NWG -GHD – Klimaschutzszenario</b>				
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 <sup>2</sup> ]	Mittlere Jährliche Reduktion [%]	Spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung [kWh / m <sup>2</sup> ]	Einsparung [%]
<b>NWG-Industrie - Referenzszenario</b>				
bis 1978	44	-1,8%	26	41
bis 2009	20	-1,6%	13	35
ab 2010	9	-0,2%	8	11
<b>NWG -Industrie - Klimaschutzszenario</b>				
bis 1918	44	-2,6%	18	59
1919-1948	20	-2,4%	9	55%
1949-1978	9	-0,8%	7	22

In *Abbildung 3-2* sind beide Szenarien gegenübergestellt.



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

In *Abbildung 3-3* ist der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2040 in Abhängigkeit zur Gebäudenutzung für das Referenzszenario dargestellt. Mit der angenommenen Sanierungsrate von 0,8 % kann bis 2040 somit ein Wärmebedarf von ca. 19.254 MWh eingespart werden. Dies entspricht einer prozentualen Einsparung von ca. 11 % zum Gesamtwärmebedarf vom Basisjahr.

In der *Abbildung 3-4* ist der Wärmebedarf des Klimaschutzszenarios bis zum Zieljahr 2040 in Abhängigkeit der Gebäudenutzung dargestellt. Für das Klimaschutzszenario kann bis 2040 somit ein Wärmebedarf von ca. 41.957 MWh eingespart werden. Dies entspricht einer prozentualen Einsparung von ca. 24 % zum Gesamtwärmebedarf vom Basisjahr.

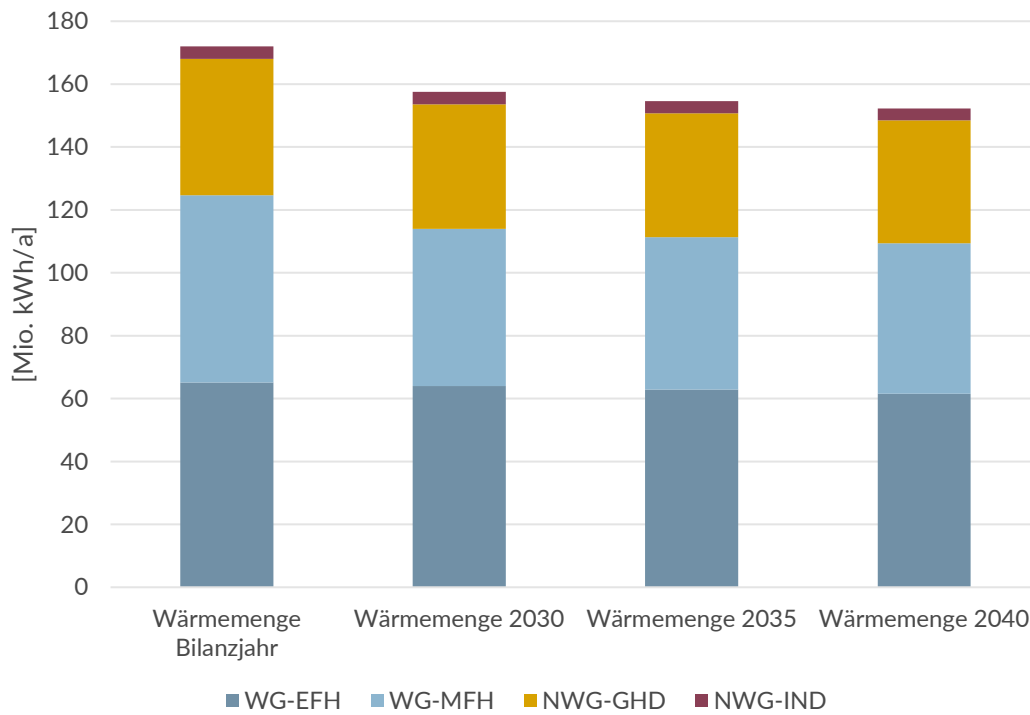


Abbildung 3-3: Entwicklung des Wärmebedarfs im Referenzszenario nach Gebäudenutzung in Karlsfeld

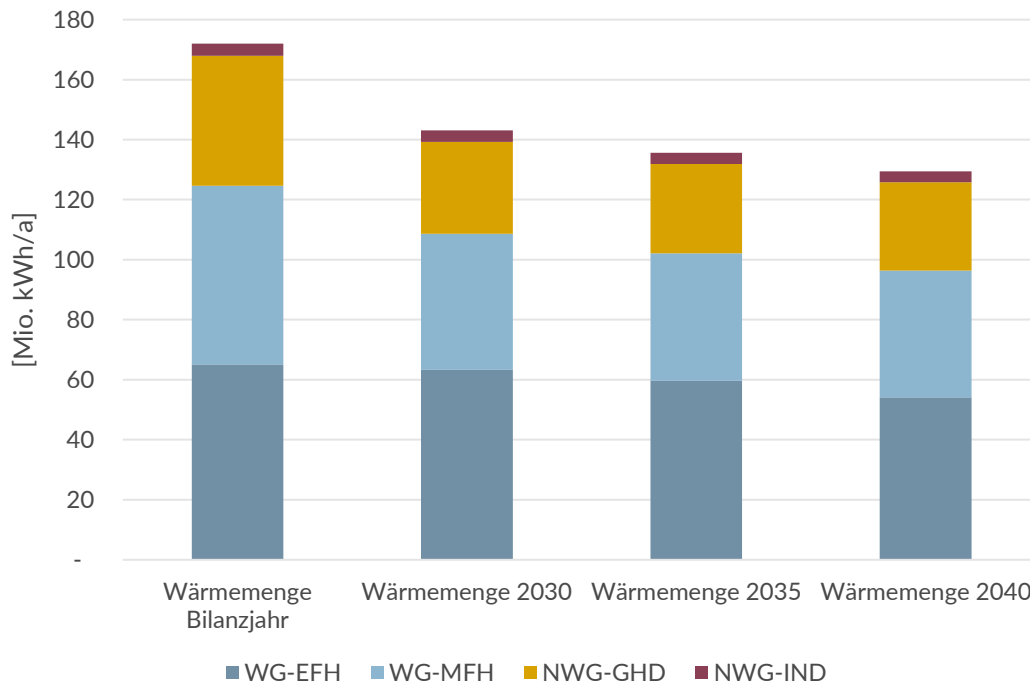


Abbildung 3-4: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario nach Gebäudenutzung in Karlsfeld

## 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 CO<sub>2</sub> 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 Gemeinde Karlsfeld 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 Karlsfeld

Art der Biomasse	Fläche	Jährliches Energiepotenzial	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Waldderbholz	48 ha Waldfläche	1.100 GJ / 305 MWh	0,23 GWh / a
Flur- / Siedlungsholz	46 ha Gehölz, Grünanlagen, Gartenland, Obstplantagen	6.300 GJ / 1.750 MWh	1,34 GWh / a
Kurzumtriebsplantagen (Pappeln)	Zu bepflanzende Ackerfläche: 501,3 ha (62% des aktuellen Ackerlands)	97.380 GJ / 27.050 MWh	20,83 GWh / a
<b>Summe</b>			<b>22,4 GWh / a</b>

Dabei ist anzumerken, dass aktuell auf Basis der Angaben des Energie-Atlas Bayern 8.559 MWh/a Wärme in Kleinf Feueranlagen über Biomasse erzeugt werden. Somit ist ein noch ein Restpotenzial von 13,84 GWh/a für die Verwendung von Biomasse in der Gemeinde Karlsfeld gegeben.

In *Abbildung 3-5* sind die Waldflächen als Potenzialflächen für fest Biomasse dargestellt.

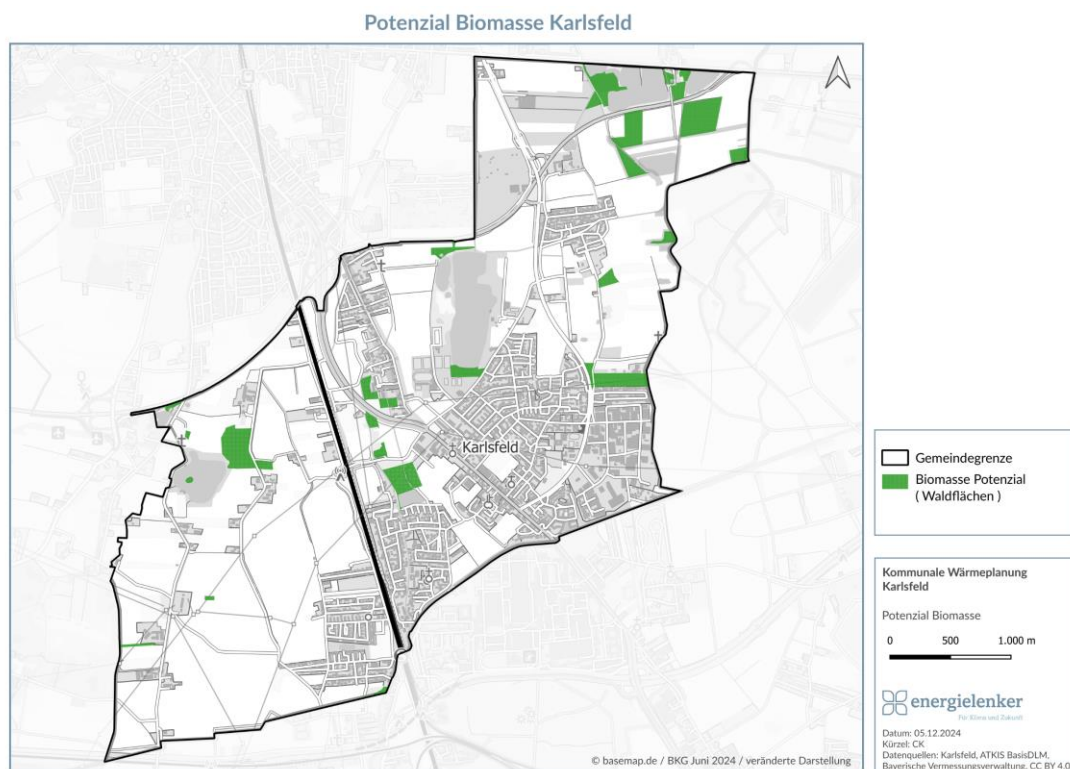


Abbildung 3-5 Biomassepotenzial Waldflächen Gemeinde Karlsfeld

### 3.2.2 Biogaspotenzial

Laut dem Endbericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zum Biogaspotenzial in Bayern ist im Landkreis Dachau (übergeordneter Landkreis von Karlsfeld) ein technisches Biomethanpotenzial von 44,6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr aus der Landwirtschaft und 1,96 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr aus der Abfallwirtschaft vorhanden. Aktuell werden davon im Landkreis Dachau 26,86 Mio. m<sup>3</sup> genutzt, es besteht also noch ungenutztes Potenzial auf Landkreisebene (Frauenhofer, 2024). Spezifische Daten für Karlsfeld liegen nicht vor.

## 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 Wärmenetzen eingesetzt werden. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimaneutralem Kältemittel (z. B. Propan oder CO<sub>2</sub>) 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 ist 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, 2023).

Für den Wärmeentzug können konservative Entnahmetemperaturen von 3 – 4 K angenommen werden, bei Wärmeentzugsleistungen von 2 – 4 kW / m<sup>2</sup> 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, 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.

In der Gemeinde Karlsfeld wird die Abwasserführung durch ein Trennsystem realisiert mit überwiegenden Kanalquerschnitten zwischen DN 200 – 600 mm anströmseitig der Kläranlage. Abbildung 3-6 zeigt das Abwasserkanalsystem der Gemeinde Karlsfeld in Abhängigkeit des Kanaldurchmesser. Es sind keine geeigneten Kanäle mit einem Durchmesser von mindestens DN 800 in der Gemeinde Karlsfeld vorhanden. Ein Großteil der Kanäle ist aufgrund der zu geringen Kanaldurchmesser nicht nutzbar. Zudem ist auf Grundlage der Informationen von den Gemeindewerken (Kanalnetzbetreiber) im Kanalsystem kein konstanter Trockenwetterfluss im Netz größer als 10 l/s zu verzeichnen.

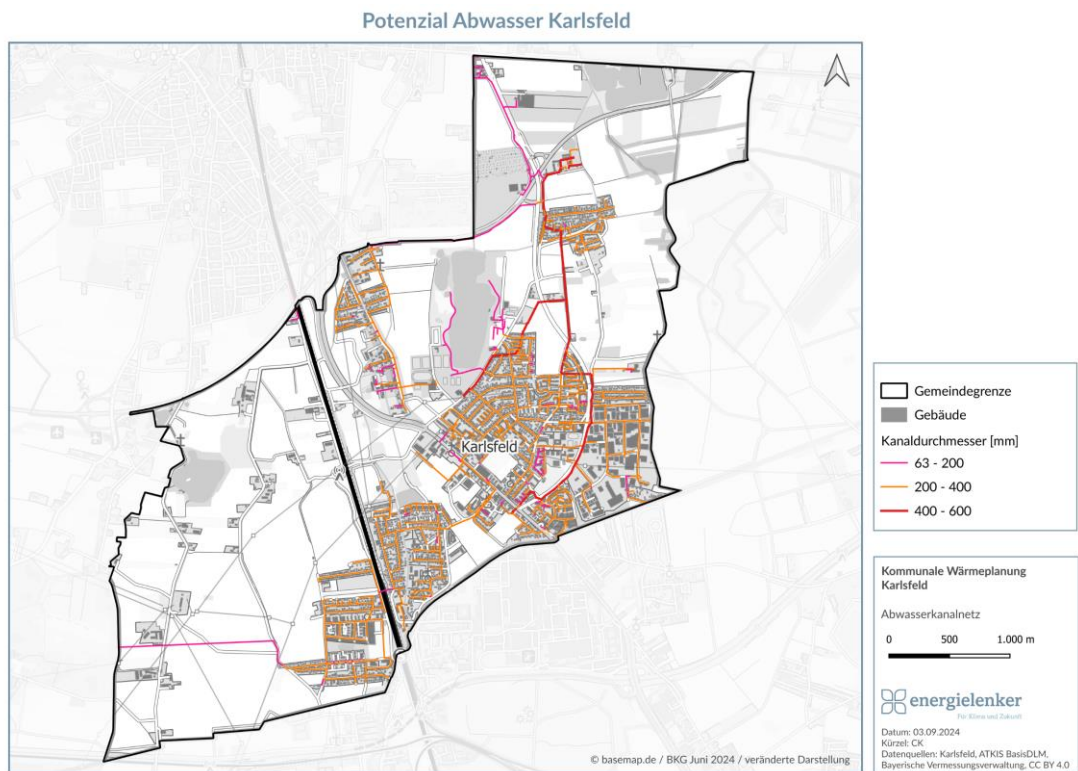


Abbildung 3-6: Darstellung der Abwasserkanäle der Gemeinde Karlsfeld

Aufgrund der geringen Kanalquerschnitte und des geringen Trockenwetterflusses besteht in Karlsfeld kein Potenzial für eine Abwasserwärmenutzung im Gemeindegebiet anstromseitig der Kläranlage.

### Abwärmenutzung abstromseitig der Kläranlage

Bei der Wärmeentnahme am Ablauf der Kläranlage kann die Temperatur in der Regel abgesenkt werden, da oft keine Regelung für die Temperatur des Vorfluters besteht. Die verminderte Temperatur der Vorflut kann teilweise sogar ökologische Vorteile für die Gewässer haben, in welche das Wasser eingeleitet wird.

Eine abstromseitig Nutzung des Kläranlagenablaufs ist in Karlsfeld denkbar. Dabei ist zu beachten, dass durch den Kläranlagenprozess in den Wintermonaten eine Abkühlung des Kläranlagenablaufs auf  $+7\text{ °C}$  erfolgen kann. Auf Grund der Lage der Kläranlage ist eine potenzielle Nutzung der Wärmeentnahme aus dem Kläranlagenablauf für die nahegelegene „Handwerkersiedlung“ (Schwarzhölzlstraße und Moosweg) eine Option (siehe Abbildung 3-7). Diese Siedlung liegt gut 250 m südlich der Kläranlage. Diese Option ist bereits zum Teil über eine Vorstudie der Gemeindewerke Karlsfeld eruiert worden, aber auf Grund einer geringen Anschlussnehmerzahl bisher nicht weiterverfolgt worden.

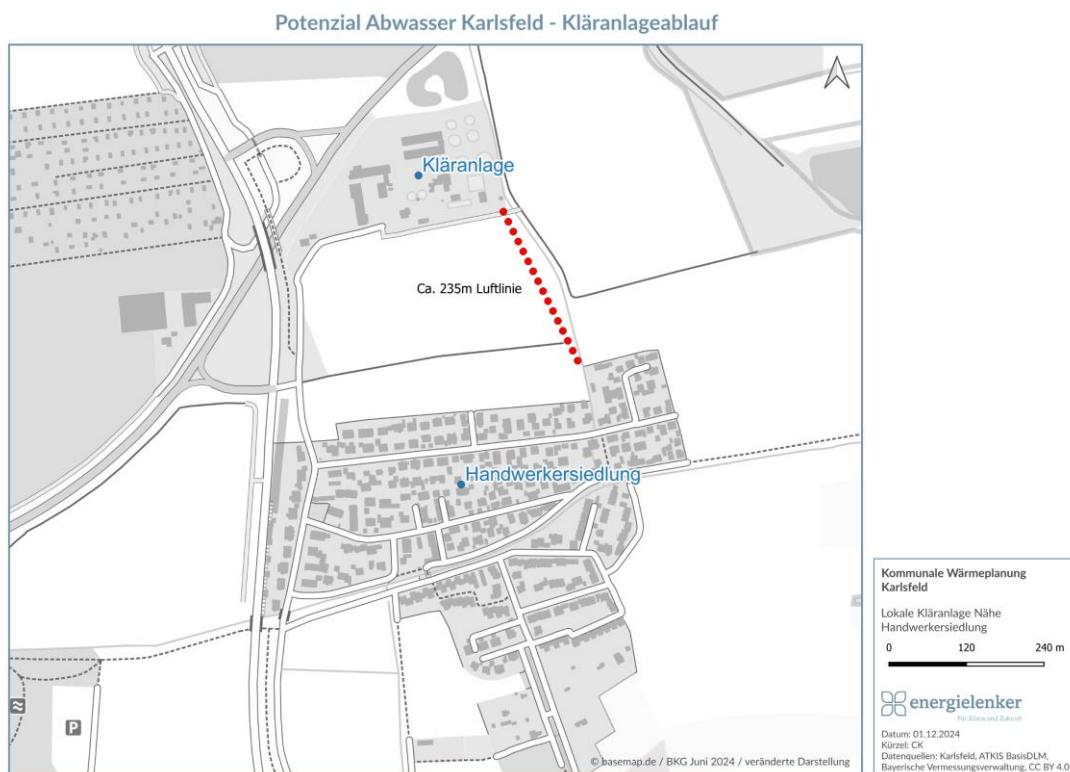


Abbildung 3-7: Darstellung der Kläranlage und Handwerkersiedlung der Gemeinde Karlsfeld

### 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. Tiefgreifende Analysen unterliegen einer Fachplanung.

Ein mögliches Potenzial für die Wärmenutzung aus stehenden Gewässern bietet der Karlsfelder See aufgrund seiner Größe und seiner Nähe zu potenziellen Wärmeabnehmern. Das Wärmepotenzial des Karlsfelder Sees sollte zukünftig durch eine Machbarkeitsstudie detailliert analysiert werden.

Zudem gibt es kleinere Seen, Teiche oder Tümpel in der Nähe zu Siedlungsflächen, die aufgrund ihrer Größe jedoch wahrscheinlich keinen nennenswerten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten können. Das wären u. a. der Teich an der Steinernen Brücke im Süden von Karlsfeld (Gemeinde Karlsfeld ist Eigentümerin), der Eichinger Weicher und der Teich beim Seerosenweg / Münchner Str. in Rothschaige (Gemeinde Karlsfeld ist Eigentümerin, jedoch ist der Teich ein geschützter Landschaftsbestandteil).

Bezüglich der Wärmeentnahme aus Fließgewässern könnten in Karlsfeld die Würm und der Würmkanal Potenziale aufweisen. Ein großer Teil der Würm ist im Gemeindegebiet verrohrt, sodass an diesen Stellen eine Wärmeentnahme i. d. R. nicht möglich ist. Da die Würm und der Würmkanal relativ kleine Abflüsse aufweisen (im Jahresmittel ca. 5 m<sup>3</sup>/s (Hochwassernachrichtendienst Bayern (HND), 2025) sind deren Potenziale für eine großflächige Wärmeversorgung als begrenzt einzuschätzen. Potenziale für die Wärmeversorgung von Einzelgebäuden oder Gebäudegruppen könnten in zukünftigen Machbarkeitsstudien untersucht werden.

### 3.3.3 Luft-Wasser-Wärmepumpen

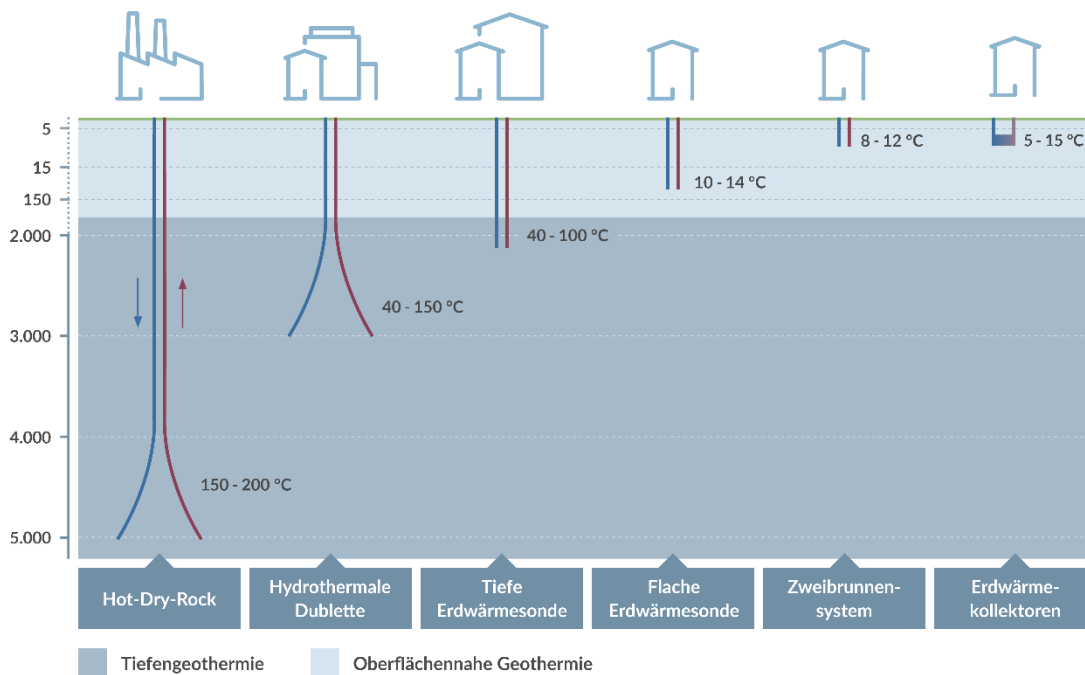
Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Außenluft als Wärmequelle. Aufgrund der schwankenden Außenlufttemperatur ist auch die Effizienz der Wärmepumpe Schwankungen unterlegt. Zusätzlich sind die Außenlufttemperaturen in der Heizsaison, in der der Großteil des Wärmebedarfs anfällt, am geringsten, sodass die 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 3-8* sind unterschiedliche Systeme zur Nutzung von Geothermie dargestellt.



*Abbildung 3-8: 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.

In Allach-Untermenzing (außerhalb des Gemeindegebiets von Karlsfeld) wird von der MTU Aero Engines AG eine hydrothermale Tiefengeothermieanlage betrieben und die Wärme auf dem Werksgelände genutzt. Nach aktuellen Informationen kann keine Wärme aus dieser Bohrung für Karlsfeld genutzt werden. Es bestehen Überlegungen an dem Standort eine weitere Dublette zu bohren. Diese könnte zukünftig eine teilweise Wärmeversorgung von Karlsfeld aus dem Süden ermöglichen.

Auf dem Gemeindegebiet von Karlsfeld sind ebenfalls Planungen im Gange für den Bau einer hydrothermalen Tiefengeothermieanlage. In *Abbildung 3-9* sind die Potenziale für die hydrothermale Tiefengeothermie in Anlehnung an den Energie-Atlas Bayern und die Verortung der geplanten Tiefenbohrung dargestellt. Das komplette Gemeindegebiet von Karlsfeld weist Potenziale für hydrothermale Warmegewinnung auf. Das Gebiet wird unterteilt in Flächen mit günstigen Nutzungsmöglichkeiten im Süden und weniger günstigen Nutzungsmöglichkeiten im Norden. Der Bohrplatz wird im Karlsrufer Norden in der Nähe zu einem zukünftigen Gewerbegebiet errichtet werden.

Die Unternehmen MAN Truck & Bus SE und der Geothermieentwickler opportunities & friends GmbH haben sich die bergrechtliche Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme im Erdwärmeerlaubnisfeld „Karlsfeld-Nord“ gesichert. Das Grundstück, auf dem der Bohrplatz errichtet werden soll, gehört der Gemeinde und wird in Erbpacht zur Verfügung gestellt. Die Gemeindewerke Karlsfeld werden für die Energielieferung an die Endkunden verantwortlich sein. Die Wärme aus den geplanten Tiefenbohrungen soll über eine Fernwärmetrasse sowohl das MAN-Werksgelände außerhalb von Karlsfeld als auch Teile von Karlsfeld versorgen. In Karlsfeld soll die Wärme aus der Tiefengeothermie in das Wärmenetz der Gemeindewerke über einen zentralen Anschlusspunkt an der Heizzentrale des Wärmenetzes eingespeist werden. Es sind zwei Dubletten mit voraussichtlichen Schüttungen von jeweils 100 l/s und einer Teufe von

2.100 m geplant. Ab Sommer 2028 wird eine Wärmeentzugsmenge von ca. 73 GWh bei einer geothermischen Temperatur von 70 °C–78 °C erwartet. Ab dem fünften Betriebsjahr soll die produzierte Energiemenge ansteigen durch eine verbesserte Nutzung mittels Absenkung der Rücklauftemperatur auf bis zu 90 GWh ansteigen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Wärme aus der Tiefengeothermieanlage für die Nutzung im Wärmenetz in Karlsfeld und eine Nutzung außerhalb des Gemeindegebiets aufgeteilt wird. Eine genaue Aufteilung liegt derzeit noch nicht vor und ist Gegenstand aktueller Planungen innerhalb des Tiefengeothermieprojektes. Nichtsdestotrotz dient die Tiefengeothermie als ertragreiche und kostenstabile Grundlage für weitere Ausbaumöglichkeiten des Wärmenetzes der Gemeindewerke Karlsfeld.

Tiefengeothermie - Hydrothermales Potenzial Gemeinde Karlsfeld

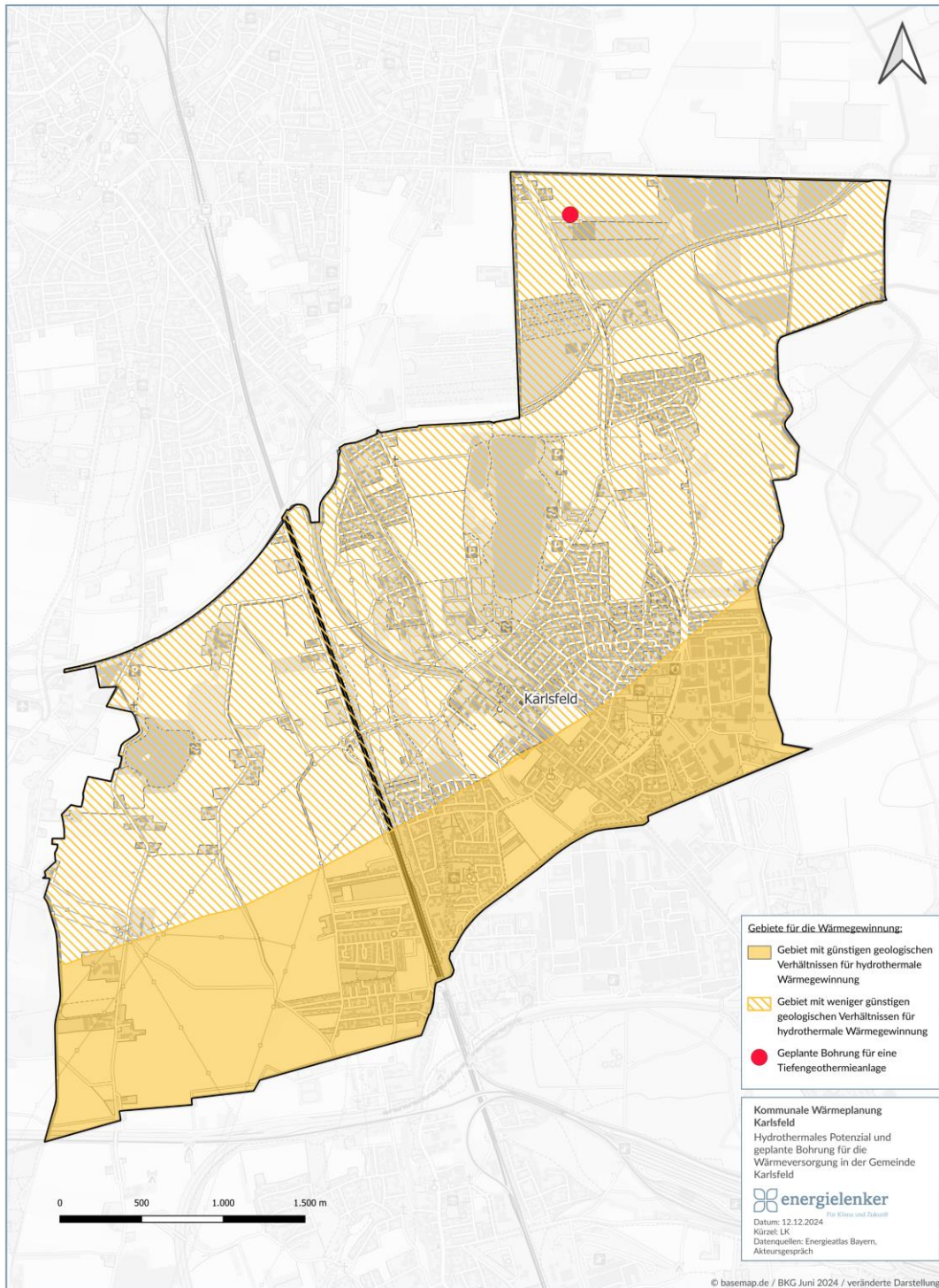


Abbildung 3-9: Potenziale für die hydrothermale Tiefengeothermie und Verortung der geplanten Tiefenbohrung

### 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 witterungsbedingten Temperaturveränderungen vernachlässigt werden (Weck-Ponten, 2023). Ab dieser Tiefe überwiegt der geothermische Wärmegradient, sodass die Temperatur um ca. drei Kelvin pro 100 m zunimmt.

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

#### Information

Die nachfolgende quantitative Potenzialermittlung im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt keine grundstücksbezogene 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.

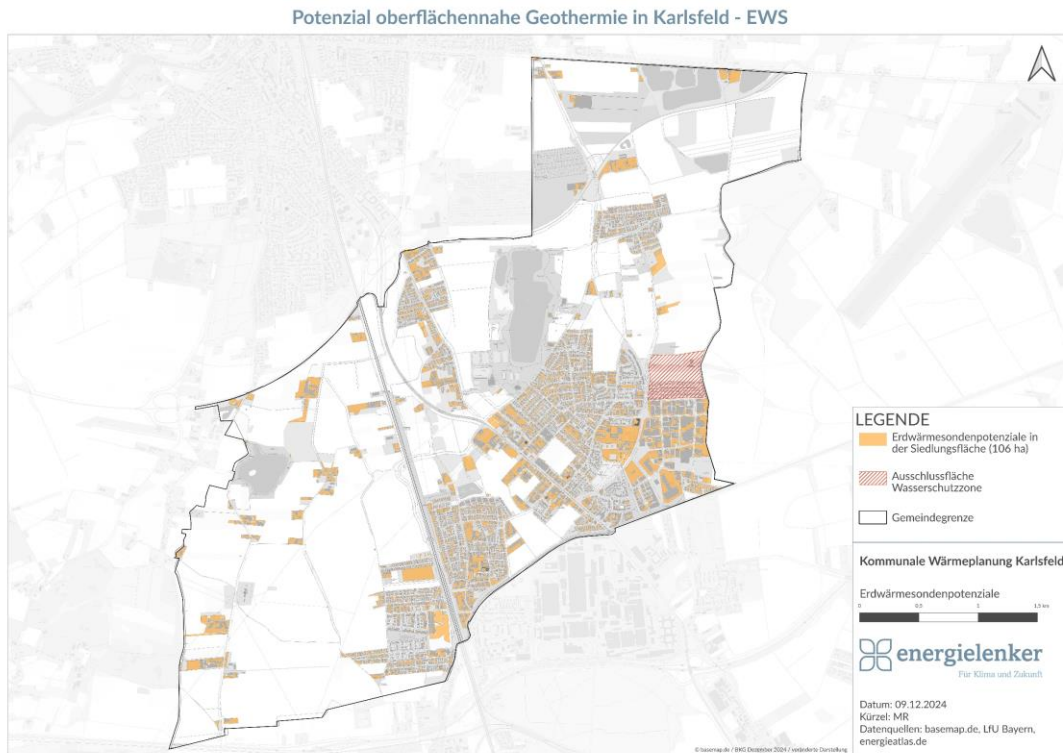
Auf Grundlage von Daten und Informationen der bayerischen Geoportale (Energie-Atlas Bayern und Umweltatlas Bayern) sowie GIS-basierten Analysen konnten Potenzialflächen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ermittelt werden, die eine grundsätzliche Eignung der Gebiete für die jeweilige Wärmequellenart 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 Karlsfeld bestehen nach Aussagen des Wasserwirtschaftsamtes München Bohrtiefenbegrenzungen von ca. 22 – 25 m, sodass kein nennenswertes Potenzial durch Erdwärmesonden gegeben ist. Aus diesen Gründen wird auf eine quantitative Ermittlung verzichtet. In *Abbildung 3-10* sind die Potenzialflächen für Erdwärmesonden auf den Flurstücken der bebauten Gebiete dargestellt.



*Abbildung 3-10: Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das Gemeindegebiet von Karlsfeld*

### 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 eingestrahltten 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 3-11* ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gemeindegebiet von Karlsfeld 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 wird zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt. Im gesamten Gemeindegebiet gibt es jedoch keine Ausschlussgebiete bezüglich der Grabbarkeit.

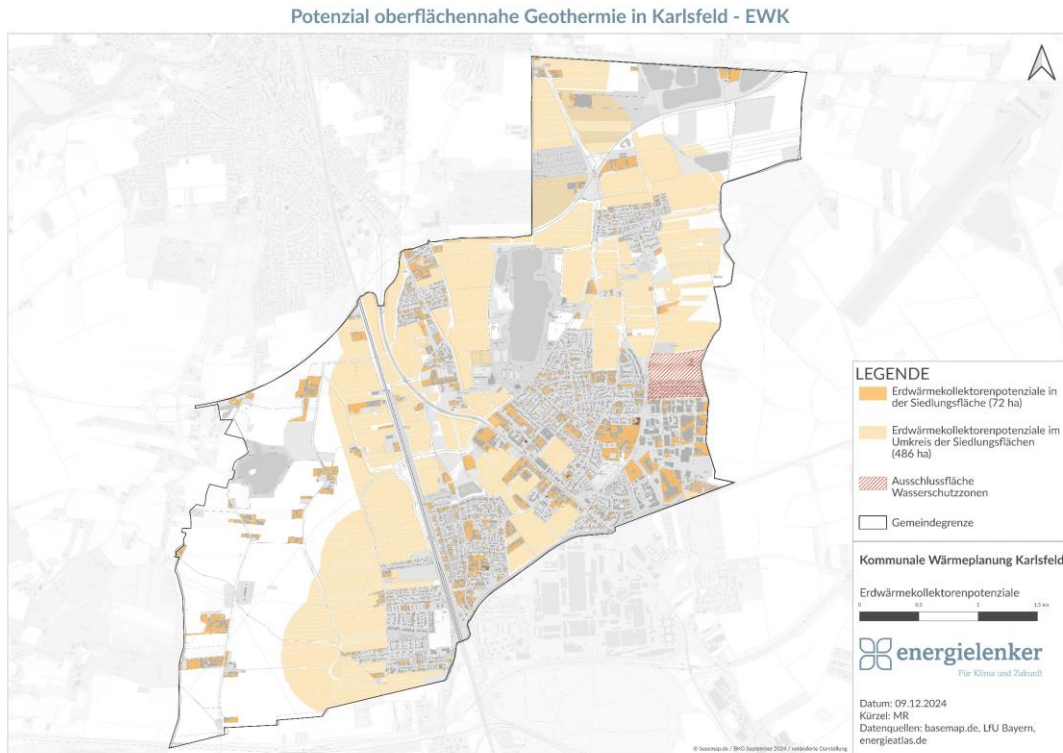


Abbildung 3-11: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gemeindegebiet von Karlsfeld

Für Erdwärmekollektoren gilt keine Tiefenbegrenzung, jedoch sind die zu erwartenden Potenziale im Vergleich zu Grundwasserbrunnen nach Aussagen des Wasserwirtschaftsamtes München sehr gering. Daher werden im Gemeindegebiet fast ausschließlich Grundwasserbrunnen beantragt sowie gebaut und keine Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren. Folglich wird auch für Erdwärmekollektoren auf eine Quantifizierung verzichtet.

### 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 3-12 sind die Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen und bestehende Brunnenanlagen in Karlsfeld dargestellt. Die Potenzialflächen sind in Flächen mit und ohne Notwendigkeit von Einzelfallprüfungen

unterteilt. In Karlsfeld liegen nach Aussagen des Wasserwirtschaftsamtes München sehr gute Standorteignungen für Brunnenanlagen vor. Insbesondere im Karlsrufer Süden, nördlich der MTU-Tiefengeothermiebohrung, sind aufgrund der Einbringung großer Mengen Kühlwassers in den Grundwasserleiter (mit einer Strömungsrichtung nach Norden) hohe Grundwassertemperaturen von ca. 16 °C in Tiefen von bis zu 23 m und somit sehr hohe Wärmepotenziale zu erwarten. Das Wasserwirtschaftsamt empfiehlt sogar in dieser Region vermehrt Wärme aus dem Grundwasserleiter über Grundwasserwärmepumpen zu entziehen, um die Temperaturerhöhung des Grundwasserleiters zu begrenzen. Zusätzlich sollte geprüft werden das Kühlwasser vor der Einleitung in den Untergrund über Wärmeübertrager und die Auskopplung von Abwärme abzukühlen, damit die Temperatur des Grundwasserleiters nicht zu stark erhöht wird. Eventuell könnten die resultierenden Abwärmepotenziale auch für das Gemeindegebiet Karlsfeld genutzt werden. Folglich haben Grundwasserbrunnen im Bereich der oberflächennahen Geothermie in Karlsfeld somit die größten Einsatzchancen und das größte Potenzial.

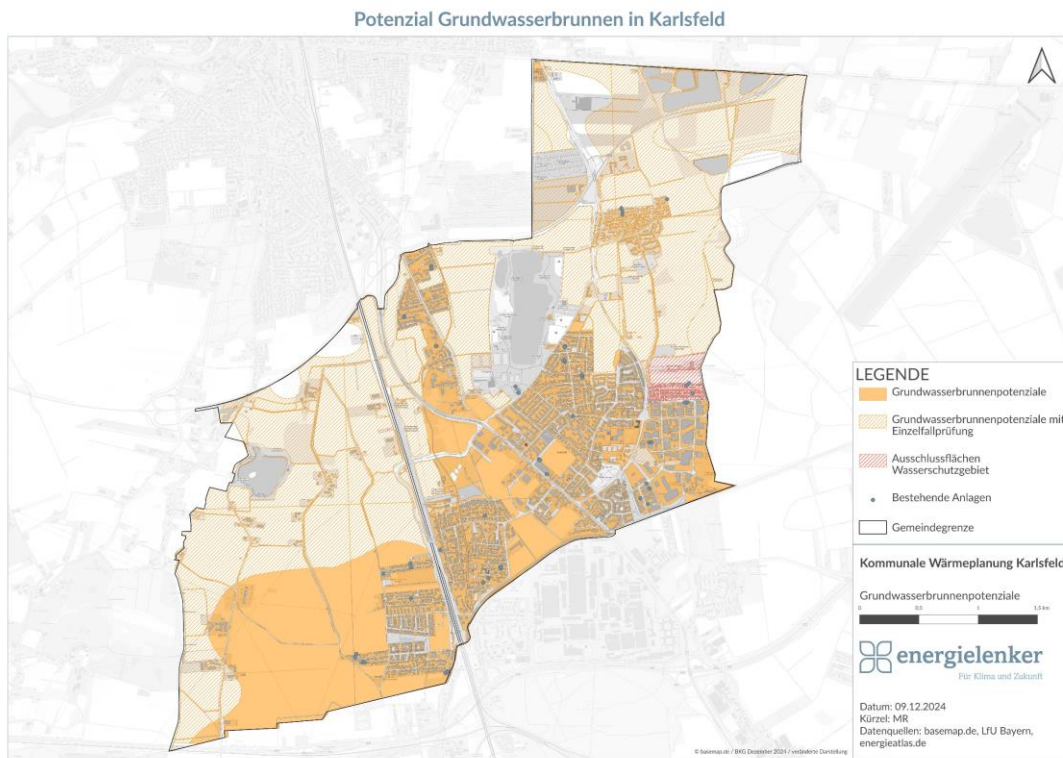


Abbildung 3-12: Potenzialflächen für Grundwasserbrunnen in Karlsfeld

### 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 CO<sub>2</sub>-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 m<sup>2</sup> ausreichend. Im Schnitt können bei einer Kollektorfläche von 6 m<sup>2</sup> 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.

### 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. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können Haushalte und Gebäude weniger abhängig von externen Energieversorgern und den Schwankungen der Energiepreise werden.

Der überwiegende Teil der Dachflächen in der Gemeinde Karlsfeld ist für die Installation von Solarthermiekollektoren geeignet. Laut dem Energie-Atlas Bayern sind dabei 4 ha Dachflächen als maximales Potenzial ausgewiesen, womit bei vollständigem Ausbau bis zu 14,066 MWh Wärme pro Jahr produziert, werden können (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Dabei wird von einem Ertrag von 321 kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche ausgegangen.

Tabelle 3-6: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Gemeinde Karlsfeld

Flächenart	Potenzialfläche laut Energie-Atlas Bayern	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
Dachflächen	4 ha	14,07 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 Freiflächen liegt dabei bei 1 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. Die ausgewiesenen Potenzialflächen für die Agri-Solarthermie sind in *Abbildung 3-13* dargestellt.

Für die Analyse des Agri-Solarthermiepotenzials wurden die gesamten Agrarflächen im Kommunalgebiet der Gemeinde Karlsfeld mit Standardausschlussflächen verschnitten. Um zu hohe Wärmeverteilungsverluste in den Wärmenetzen zu vermeiden, wurden nur Flächen einbezogen, die innerhalb einer Pufferzone um die Siedlungsgrenze liegen.

Auch wenn Potenzialflächen um eine kleinere Siedlung einen höheren Ertrag erbringen könnten, als in der Siedlung genutzt wird, kann dieser Überschuss nicht in anderen Teilen genutzt werden.

*Tabelle 3-7: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Freiflächen für die Gemeinde Karlsfeld*

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Durchschnittlicher jährlicher Wärmeertrag
<i>Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete</i>	550 ha	825 GWh /a
<i>Landwirtschaftliche Flächen Förderkorridor</i>	116 ha	174 GWh /a

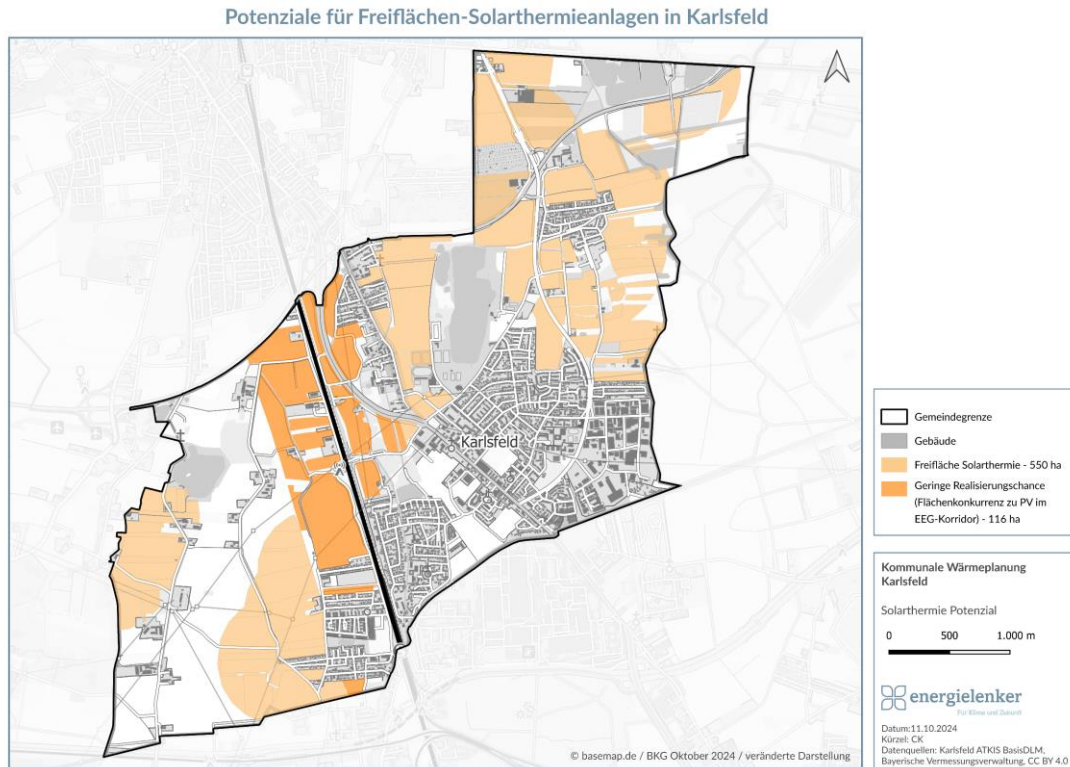


Abbildung 3-13: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieranlagen in der Gemeinde Karlsfeld

Um die Bahnstrecke verläuft der EEG-Korridor, in dem PV-Anlagen gefördert werden. Die Freiflächen in dem EEG-Korridor können auch für Solarthermieranlagen genutzt werden, jedoch ist dort die Flächenkonkurrenz zu PV-Anlagen besonders groß, sodass in diesen Gebieten die Umsetzungswahrscheinlichkeit für Solarthermieranlagen als gering einzustufen ist.

### 3.6 Abwärme

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

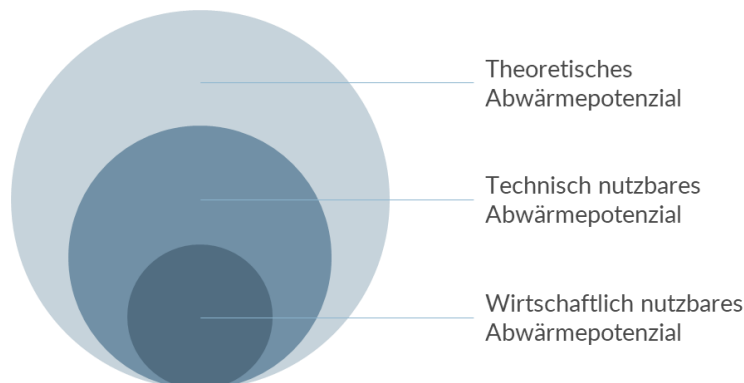


Abbildung 3-14: Übersicht Potenzialbegriffe Abwärme

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 3-15* sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische Abwärmequellen mit grobem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt.

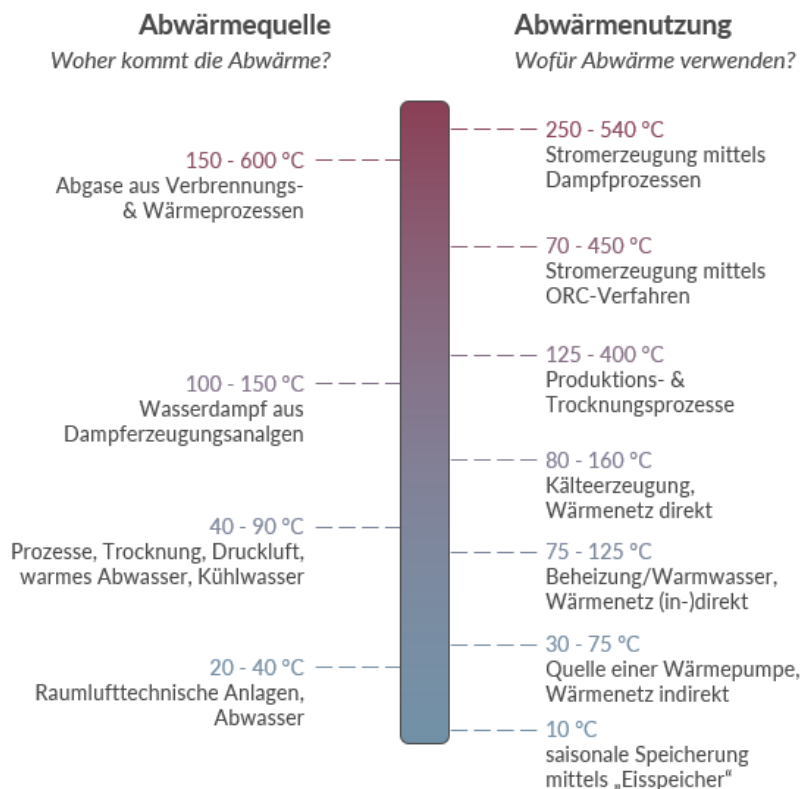


Abbildung 3-15: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus eigene Darstellung

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 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 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 Wärmedichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmelinien-dichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmelinien-dichte, 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.

*Abbildung 3-16* zeigt die räumlich verorteten Abwärmepotenziale auf Baublockebene im Gemeindegebiet Karlsfeld.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wärmeversorgung in Zukunft 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. Im Rahmen der Vernetzung der Akteure und zum Etablieren eines regelmäßigen Austauschs der potenziellen Wärmeproduzenten und -abnehmer wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein Akteurskataster erstellt. In diesem sind die größten Abwärmeproduzenten dargestellt und in die jeweilige Branche eingeteilt.

Im südlichen Baublock sind Abwärmepotenziale aus Kühl- und Frosteranlagen sowie aus Abgas mit einem Temperaturniveau von bis zu 210 °C vorhanden. Aufgrund der Datengrundlage und aus datenschutzrechtlichen Gründen konnten die Abwärmepotenziale nicht quantifiziert werden.

Im nördlichen der beiden Baublöcke ist die Kläranlage verortet. Die Analyse der Abwärme aus der Kläranlage wird im Folgenden erläutert.

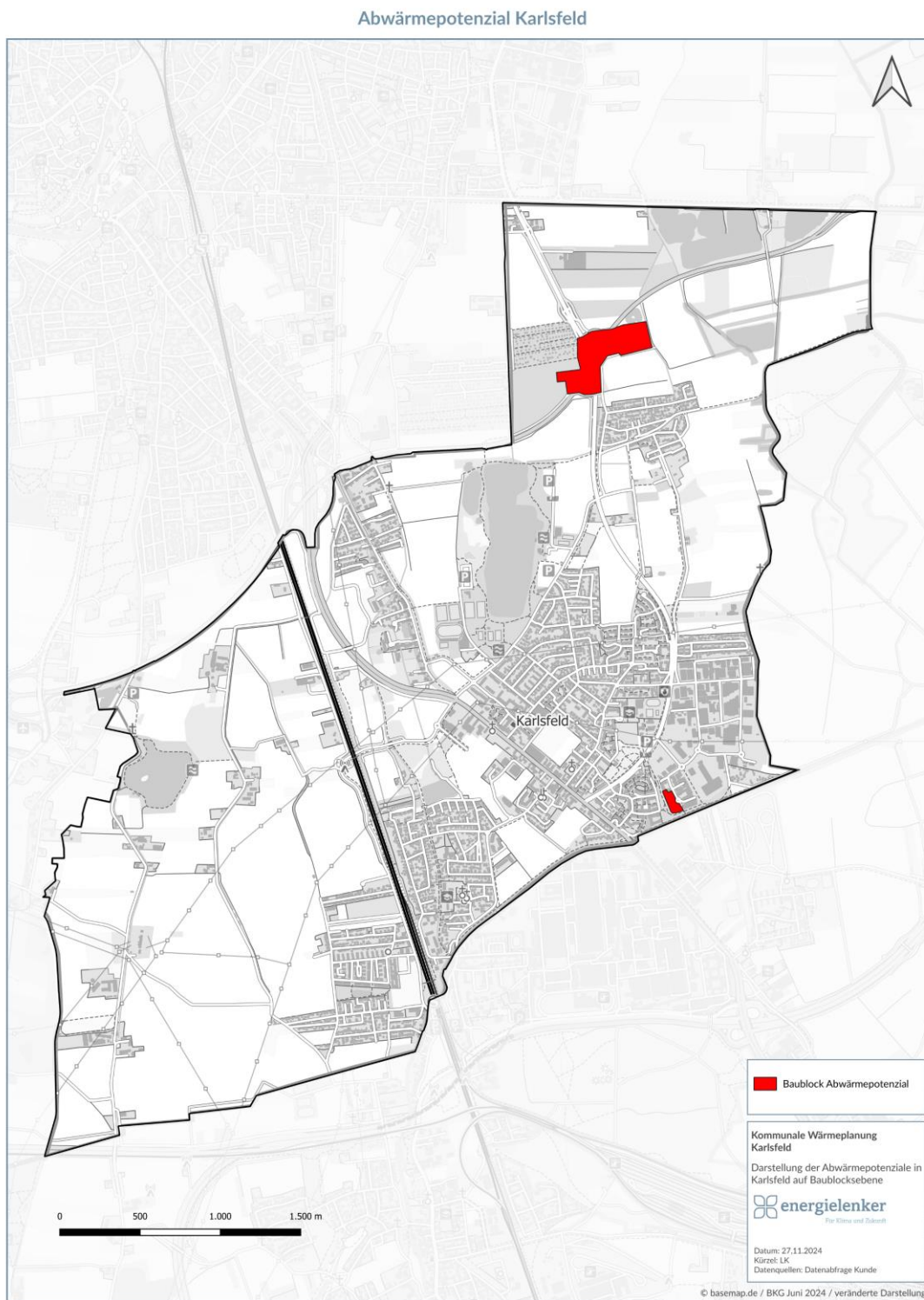


Abbildung 3-16: Abwärmepotenziale in Karlsfeld (baublocksbasiert)

### 3.6.2 Abwärme an der Kläranlage

Die Kläranlage nördlich des Gemeindezentrums der Gemeinde Karlsfeld verfügt über zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) zu Prozesszwecken des Klärwerkbetriebs. Die BHKW werden

mit Faulgas aus dem Klärwerkprozess betrieben. Ein Gasanschluss ist vor kurzem gelegt worden und derzeit in der Inbetriebnahme und dient als Back-Up.

Tabelle 3-8: Technische Daten des BHKW der Kläranlage Karlsfeld

Technologie	Energieträger	Elektrische Leistung	Thermische Leistung	Produzierte Wärmemenge 2022
<b>BHKW 1</b>	Klärgas	85 kW	111 kW	588MWh /a
<b>BHKW 2</b>	Klärgas	85 kW	111 KW	236 MWh /a
<b>Summe</b>				<b>824 MWh /a</b>

Das BHKW 2 ist erst seit Mitte Januar 2022 in Betrieb. Die beiden BHKW erzeugten eine Wärmemenge von 824 MWh im Jahr 2022. Hierbei ist anzumerken das 50 MWh/a in den Sommermonaten teilweise weggekühlt werden müssen. Laut Aussage des Kläranlagenbetreibers ist das aber kein quantifizierbares Potenzial, was für die Nutzung in einem Wärmenetz stetig zur Verfügung steht und somit nicht als Potenzial ausgewiesen wird.

### 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<sub>2</sub>O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-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. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich.

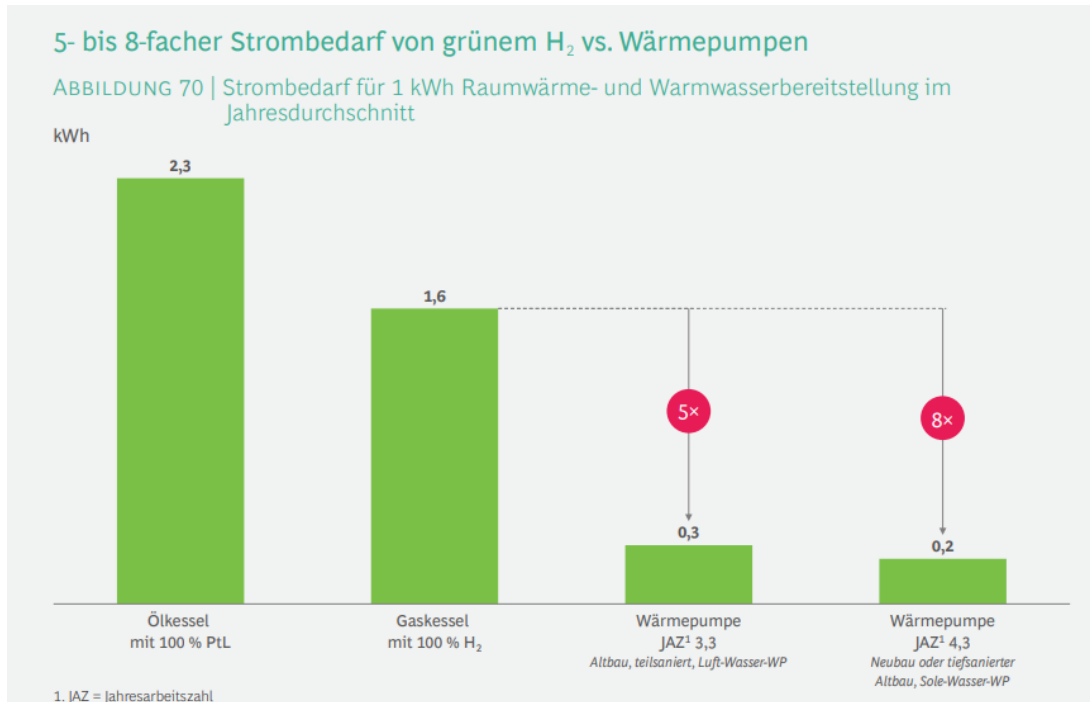


Abbildung 3-17: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

In Abbildung 3-17 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 Stromverbrauch.

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

Wasserstoff kann auch für die Synthetisierung von CO<sub>2</sub> 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).

Zusammenfassend ist zukünftig 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.

Für die Gemeinde Karlsfeld liegen uns sowohl keine Informationen zu bestehenden und nahegelegenen H<sub>2</sub>-Leitungen als auch keine Pläne von Gasnetzbetreibern zur Umstellung der bestehenden Gasnetze auf zukünftigen Wasserstoffbetrieb vor. Zusätzlich ist weder eine Elektrolyseanlage in Planung noch energieintensive Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen vorhanden, sodass in Karlsfeld der zukünftige Einsatz von Wasserstoff voraussichtlich keine Rolle spielen wird.

### 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 erfolgt 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

Im Gebiet der Gemeinde Karlsfeld sind insgesamt 756 ha Agrarflächen als Potenzialfläche für Photovoltaik unter Berücksichtigung der EEG-Förderkulisse ausweisbar. Hiervon sind 116 ha dem Förderkorridor § 37 EEG zuzuordnen und 93 ha dem Privilegierungskorridor des § 35 BauGB.

Zusätzlich sind 640 ha landwirtschaftliche Flächen theoretisch für PV-Freiflächen nutzbar. Auf Basis der ermittelten Flächen ergeben sich die folgenden Maximalpotenziale für Freiflächen-PV in der Gemeinde Karlsfeld. Für die Berechnung ist der PV-Förderkulisse eine Leistung pro Hektar von 98 kW<sub>p</sub>/ha angenommen worden bei einem spezifischen Ertrag von 950 kWh/kW<sub>p</sub>. Für die Berechnung der Agri-PV-Potenziale ist eine Leistung pro Hektar von 533 kW<sub>p</sub>/ha zu Grunde gelegt worden. Auf Basis der Studie des Hamburg Institut (Institut, 2024) ist der Mittelwert für hochaufgeständerte Agri-PV Anlagen ab vier Metern Höhe mit Berücksichtigung möglicher Agra-Kulturen (Ackerkulturen wie Weizen, niedrige Dauerkulturen wie Beeren und Dauergrünland) und der Bewirtschaftungsmöglichkeiten herangezogen worden. Hierbei ist der Abstand der Aufständigung entscheiden für die Flächenausnutzung und Verschattung.

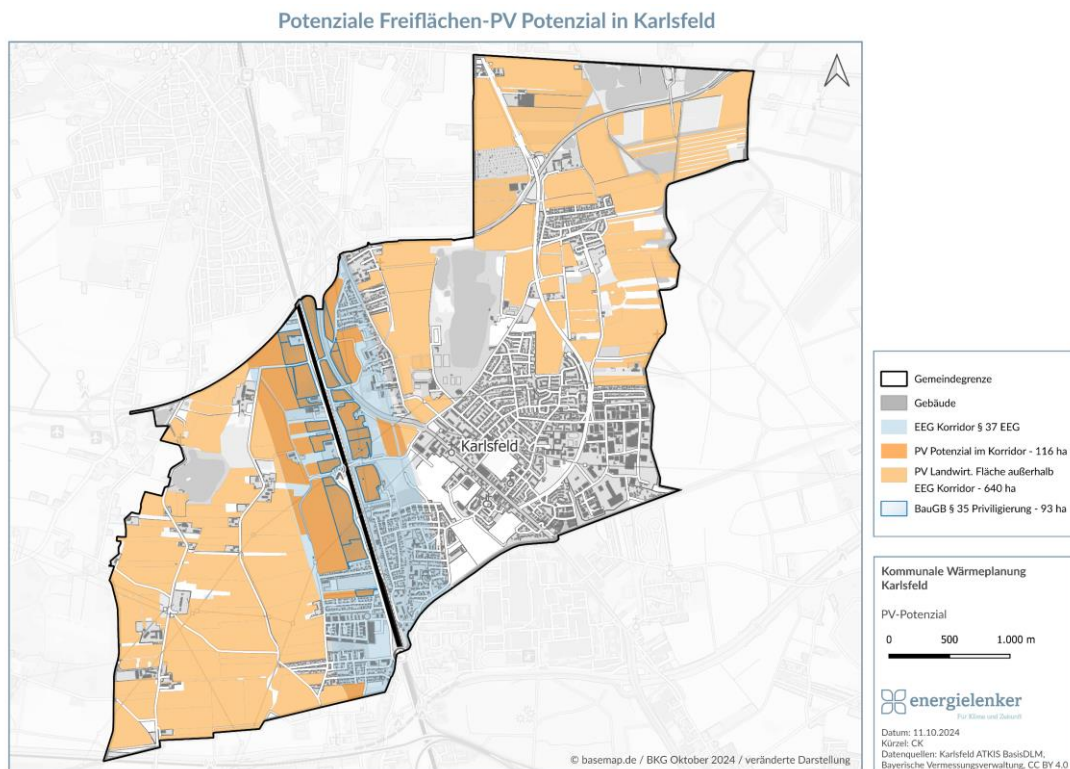


Abbildung 3-18: Photovoltaik Potenzial Freifläche EEG-Förderkulisse Gemeinde Karlsfeld

Tabelle 3-9: Übersicht der Flächenpotenziale für PV und Agri-PV für die Gemeinde Karlsfeld

Flächenart	Technische Potenzialfläche	Maximales Ausbaupotenzial	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
EEG-Vorzugsflächen	116 ha	113 MW <sub>p</sub>	107 GWh /a
Agri-PV Flächen	756 ha	403 MW <sub>p</sub>	383 GWh /a

### 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.

In der Gemeinde Karlsfeld sind bereits über 798 PV-Anlagen (mit Leistungen kleiner als 30 kW<sub>p</sub>) mit einer Gesamtleistung von 5 MW<sub>p</sub> installiert (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Der überwiegende Teil der Dachflächen in der Gemeinde Karlsfeld ist für die Installation von Photovoltaik-Anlagen geeignet. Laut dem Energie-Atlas Bayern liegt der Ausbaugrad derzeit bei 8 %. Die maximale Potenzialfläche liegt bei 32 ha Dachfläche und maximal 56.760 MWh Strom pro Jahr (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Somit verbleibt ein Restpotenzial von ca. 52 GWh.

Tabelle 3-10: Übersicht der Flächenpotenziale für Solarthermie auf Dachflächen für die Gemeinde Karlsfeld

Flächenart	Potenzialfläche laut Energie-Atlas Bayern	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
Dachflächen	32 ha	52 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.

In der Gemeinde Karlsfeld existiert aufgrund der Analyse der Ausschlusskriterien kein Potenzial für Windkraftanlagen.

*Tabelle 3-11: Übersicht der Flächenpotenziale Windkraft für die Gemeinde Karlsfeld*

Flächenart	Potenzialfläche laut Energie-Atlas Bayern	Durchschnittlicher jährlicher Stromertrag
Flächen für Windkraft	Keine Fläche ausweisbar	Nicht ausweisbar

### 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, sodass die Investitions- und Betriebskosten durch die erzeugte Energie gedeckt werden können.

In Karlsfeld gibt es 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. Einige Teilgebiete wurden nach dem Feedback der Akteure neu zugeschnitten. Abbildung 4-1 zeigt die Einteilung des Gebiets in die Teilgebiete.

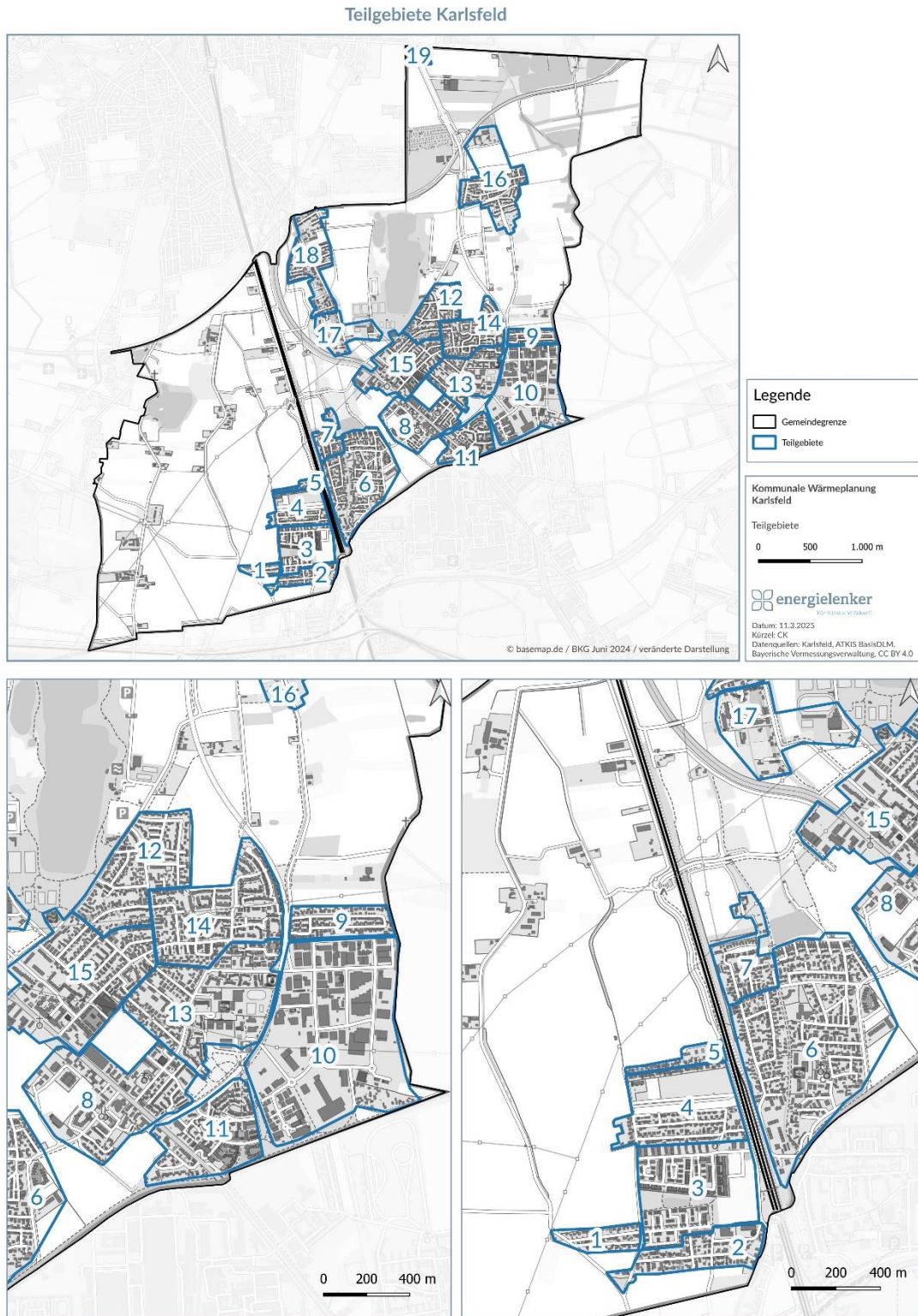


Abbildung 4-1 Einteilung der Gemeinde Karlsfeld in Teilgebiete

## 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, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus.

Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 4-2 gezeigt dar.

Im Gebiet wurden 13 Gebiete als sehr wahrscheinlich und sechs Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. Kein Gebiet ist für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet oder sehr wahrscheinlich ungeeignet. 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.

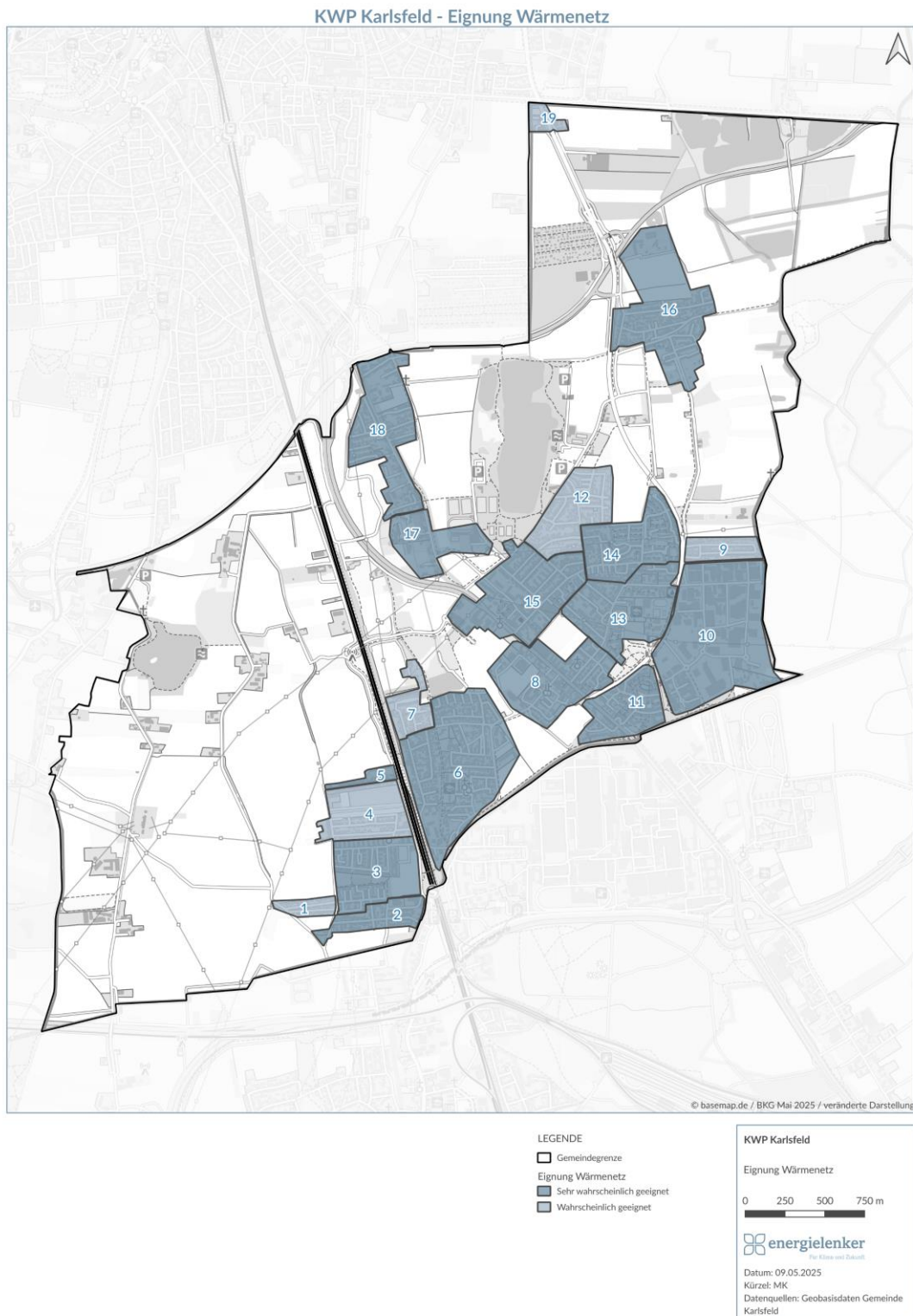


Abbildung 4-2: Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

#### 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 4-3 gezeigt dar.

Im Gemeindegebiet sind sechs Teilgebiete sehr wahrscheinlich und 13 Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. Kein Teilgebiet ist wahrscheinlich bzw. sehr wahrscheinlich ungeeignet für eine dezentrale Versorgung.

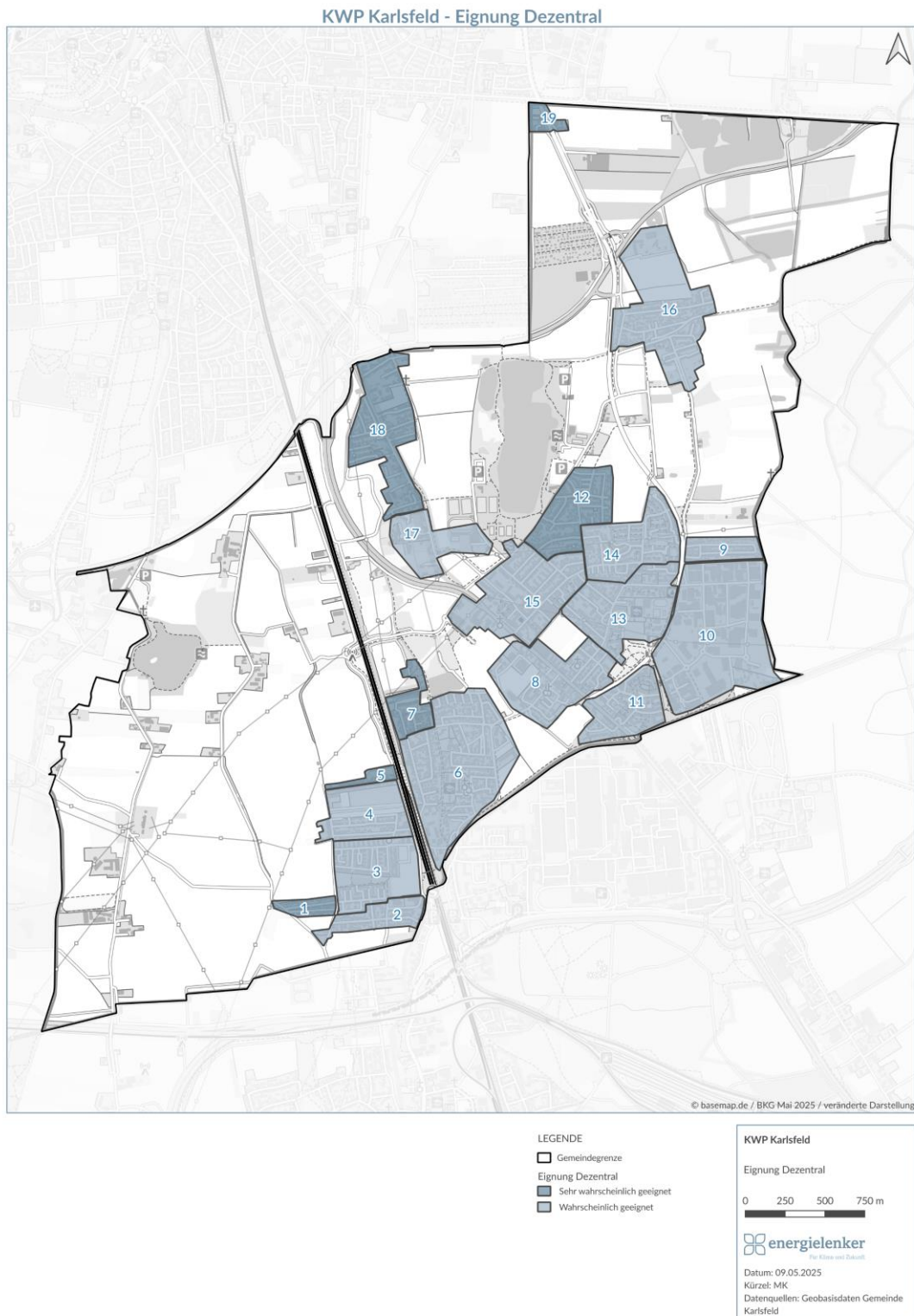


Abbildung 4-3: Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

#### 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 Leitfadens Wärmeplanung bewertet. Alle Gebiete wurden als sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft.

#### 4.2.4 Prüfgebiete

In der Gemeinde Karlsfeld wurde kein Teilgebiet als Prüfgebiet kategorisiert.

#### 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.

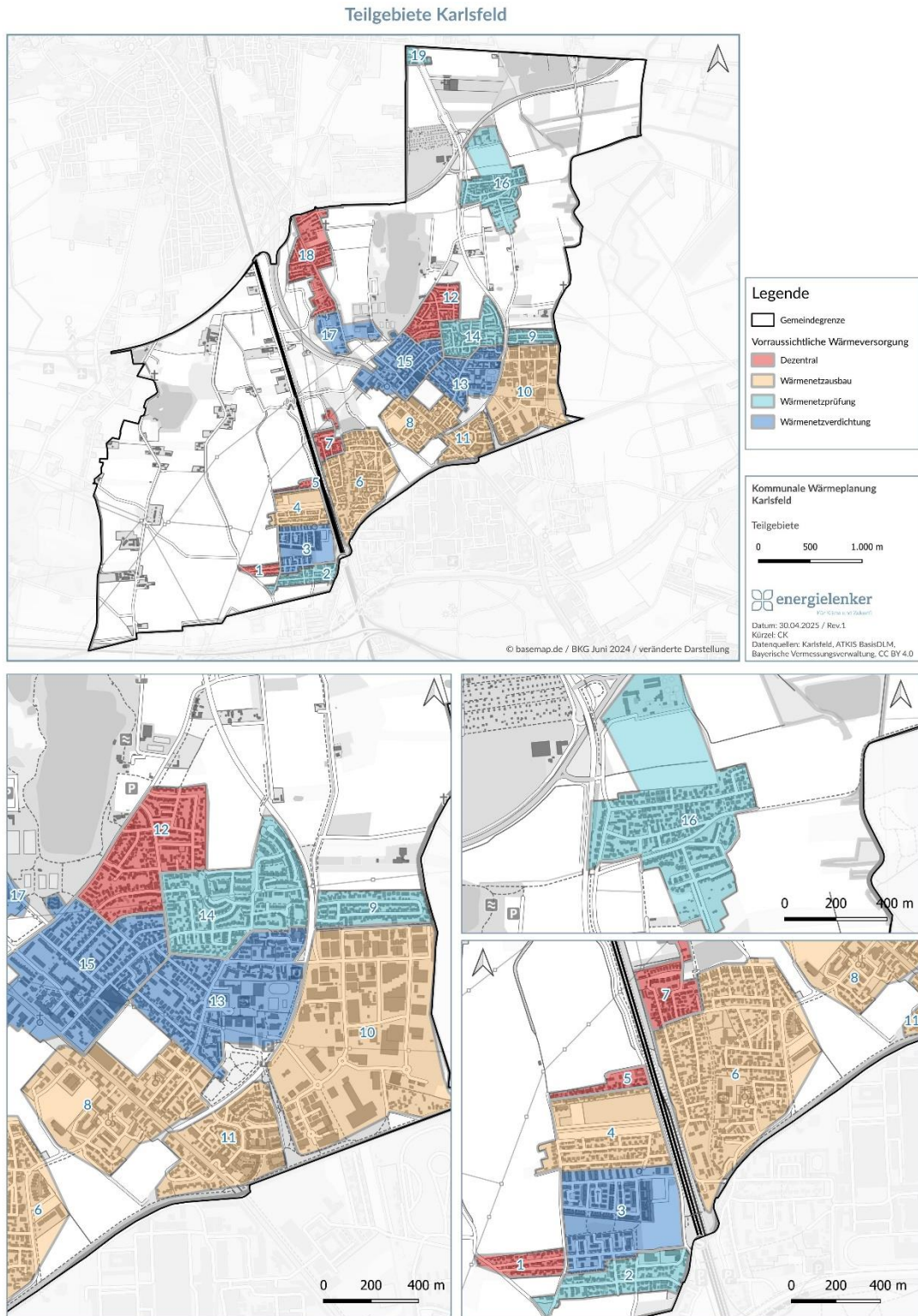


Abbildung 4-4: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in Karlsfeld

### 4.3 Zielszenario

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Gemeinde Karlsfeld 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 4-5). Die im Zieljahr erforderlichen Mengen an erneuerbaren Energien wurden mit den verfügbaren Potenzialen abgeglichen.

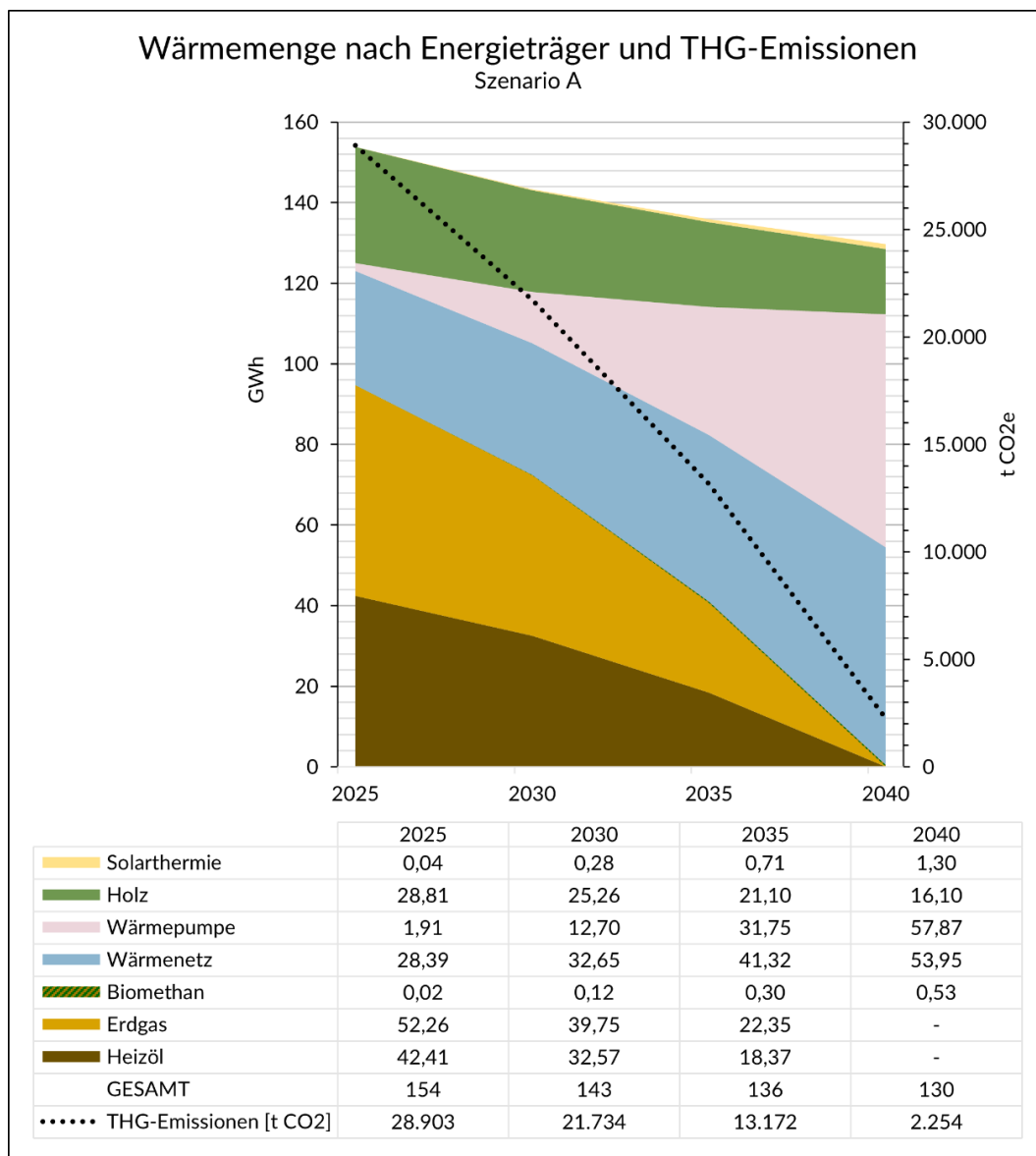


Abbildung 4-5: Energiemengen nach Energieträger und THG-Emissionen des Zielszenarios in Karlsfeld

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

Teilgebiet	Teilszenario	Anteil Wärme- netz	Anteil Wärme- pumpe	Anteil Biogas	Anteil Holz	Anteil Solar- thermie
1	2_Wärmepumpe	0%	75%	3%	21%	1%
2	4_25% Wärmenetz	25%	64%	0%	10%	1%
3	6_75% Wärmenetz	75%	13%	0%	10%	1%
4	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
5	2_Wärmepumpe	0%	75%	3%	21%	1%
6	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
7*	2_Wärmepumpe	0%	75%	3%	21%	1%
8	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
9	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
10	4_25% Wärmenetz	25%	64%	0%	10%	1%
11	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
12	2_Wärmepumpe	0%	75%	3%	21%	1%
13	6_75% Wärmenetz	75%	14%	0%	10%	1%
14	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
15	5_50% Wärmenetz	50%	39%	0%	10%	1%
16	4_25% Wärmenetz	25%	64%	0%	10%	1%
17	6_75% Wärmenetz	75%	14%	0%	10%	1%
18	2_Wärmepumpe	0%	75%	3%	21%	1%
19	4_25% Wärmenetz	25%	64%	0%	10%	1%

Die Wärmenetze in Karlsfeld werden zukünftig voraussichtlich mit Wärme aus Tiefengeothermie, Biomasse und Biomethan gespeist. Es wird davon ausgegangen, dass alle Ölheizungen bis zum Zieljahr ausgetauscht und alle Gasheizungen entweder ersetzt oder 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.

Tabelle 4-2: Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2045 in fünfjahreschritten aus dem Technikkatalog (Prognos AG; ifeu, 2024)

Emissionsfaktoren der Energieträger in gCO <sub>2</sub> -e/kWh	2025	2030	2035	2040
Heizöl	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240
Biomasse	20	20	20	20
Biogas	137	133	130	126
Solarthermie	0	0	0	0
Strom	260	110	45	25
Wärmepumpe*	81	34	14	8
Wärmenetze in Karlsfeld	87	35	29	26

\* 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 Zieles 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 Karlsfeld. 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 Teilgebietssteckbriefen verortet (siehe Abschnitt 5.2). Ausgenommen davon sind die Maßnahmen 16 (Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch), 17 (Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle), 18 (Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften), 19 (Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften) und 20 (PV auf kommunalen Dächern), da sie allen kommunalen Liegenschaften bzw. allen Teilgebieten zugeordnet werden können.

Alle Maßnahmen sind ausführlich in Form von Maßnahmensteckbriefen im Anhang beschrieben. In Tabelle 5-1 sind die erarbeiteten Maßnahmen, das entsprechende Handlungsfeld und die Priorität aufgelistet.

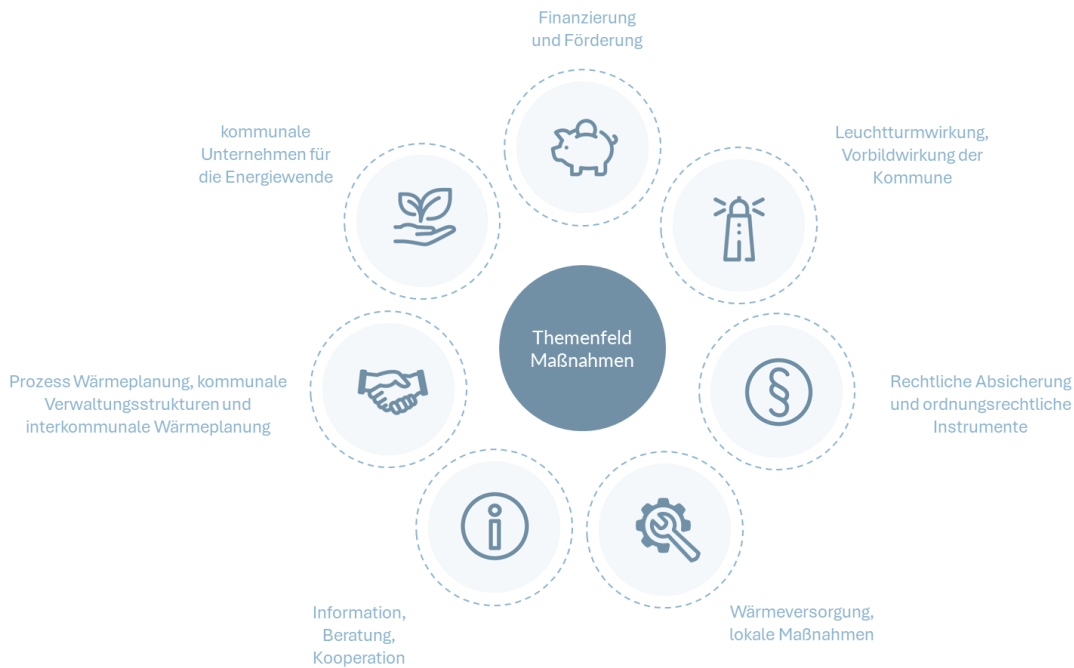


Abbildung 5-1: Übersicht der Handlungs- bzw. Themenfelder der Maßnahmen

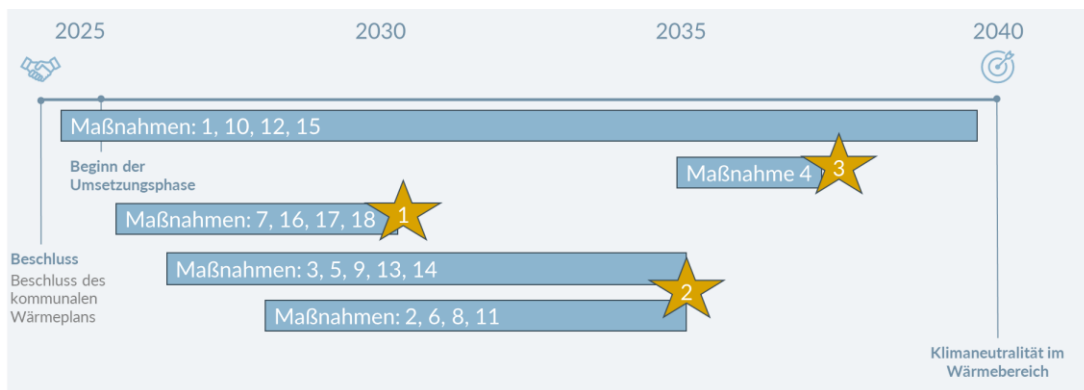


Abbildung 5-2: Zeitliche Darstellung der Maßnahmen samt Meilensteinen

In Abbildung 5-2 ist die zeitliche Darstellung der Maßnahmen und Meilensteinen der Wärmeversorgung im Rahmen des Zielszenarios 2040 dargestellt. Dabei wurde die Priorisierung der Maßnahmen für die sukzessive Umsetzung (inkl. Verortung der Maßnahmen im Hinblick auf Nutzen und Aufwand), die Umsetzungsgeschwindigkeit bzw. Dauer der Maßnahmen und der Start von Maßnahmen berücksichtigt. Meilenstein 1 beschreibt die finale Prüfung der Potenziale für Tiefengeothermie und die Einbindung der Wärme aus Tiefengeothermie in bestehende Wärmenetze sowie die Optimierung der kommunalen Energieversorgung (Sanierungsfahrpläne, Energieeffizienz und PV). Meilenstein 2 beschreibt die Umsetzung von Wärmenetzausbau und -verdichtung, die Identifizierung von Gebieten für neue Wärmenetze, Abschluss von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene, die Gründung von Bürgerenergiegesellschaften und die Integration von industrieller Abwärme. Anschließend sollte die Prüfung für einen Wärmenetzzvorrang bzw. Anschlusszwang für Wärmenetze in Neubaugebieten erfolgt sein.

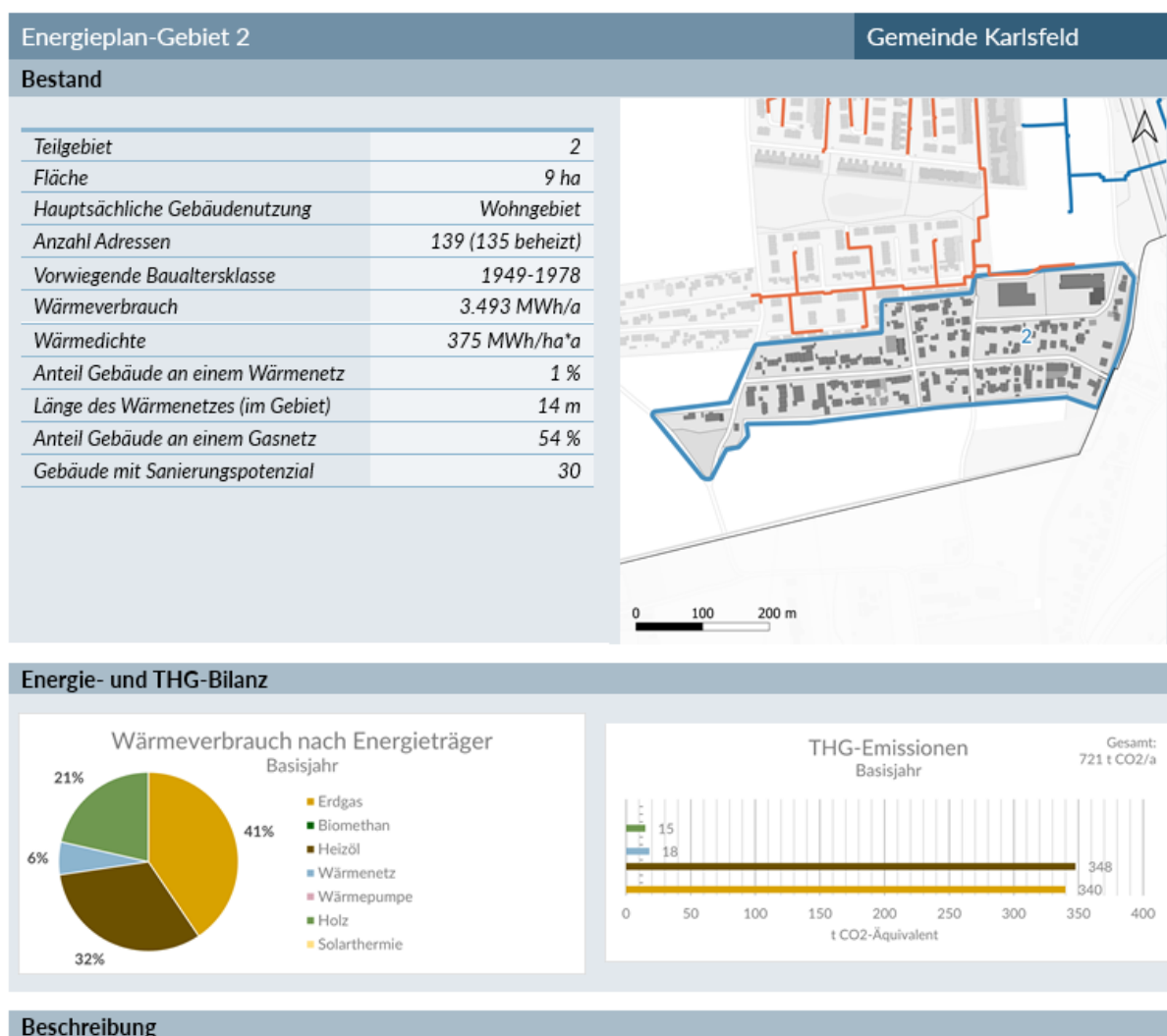
Tabelle 5-1: Maßnahmenübersicht samt Priorisierung

Handlungsfelder	Nr.	Maßnahme	Priorität
Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen	2	Wärmenetzprüfung	hoch
	7	Prüfung der Potenziale für Tiefengeothermie	hoch
	13	Wärmenetzausbau - (Teilgebiet 4, 6, 8, 10, 11)	hoch
	12	Dekarbonisierung der Erzeugung in den Wärmenetzen	hoch
	5	Wärmenetzverdichtung - Wärmenetz (Teilgebiet 3, 13, 15, 17)	hoch
Kommunale Unternehmen für die Wärmewende	8	Nutzung Abwärme aus Abwasser im Gemeindegebiet	niedrig
	11	Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale	niedrig
	10	Vernetzung von Unternehmen fördern	mittel
	9	Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen	niedrig
Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune	16	Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften	mittel
	17	Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften	mittel
	18	PV auf kommunalen Dächern	mittel
Rechtliche Absicherung und ordnungsrechtliche Instrumente	4	Wärmenetzvorrang, z. B. durch Anschluss- und Benutzungszwang, durch Satzung(en) sicherstellen	niedrig
Information, Beratung, Kooperation	3	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	hoch
	15	Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	hoch
	1	Partizipation an der Energiewende für Bürger	mittel
	6	Gründung von Bürgerenergiegesellschaften	mittel
	14	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch	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 5-3 bis Abbildung 5-6 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



### Beschreibung

Der Gebäudebestand ist überwiegend der Wohnnutzung zuzuschreiben. Im nordwestlichen Bereich des Gebiets sind überwiegend MFH vorzufinden. Ansonsten sind überwiegend EFH und RH vorhanden. Im nordöstlichen Bereich ist die Fachoberschule verortet, die als Ankerkunde ans Wärmenetz 2 angeschlossen ist. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Etwa die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Ein kleiner Anteil ist über die Versorgung von Fernwärme (Wärmenetz 2) gegeben. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Auf Grundlage der vorliegenden Akteursinformationen (Betreiber Wärmenetz 2) ist dieses Teilgebiet in Zukunft für eine Ausbau des Wärmenetzes 2 in der näheren Evaluation.

Abbildung 5-3: 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 Wärmeverbrauch (teilweise berechnet, siehe Abschnitt 2.4.4) 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 5-4) 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.

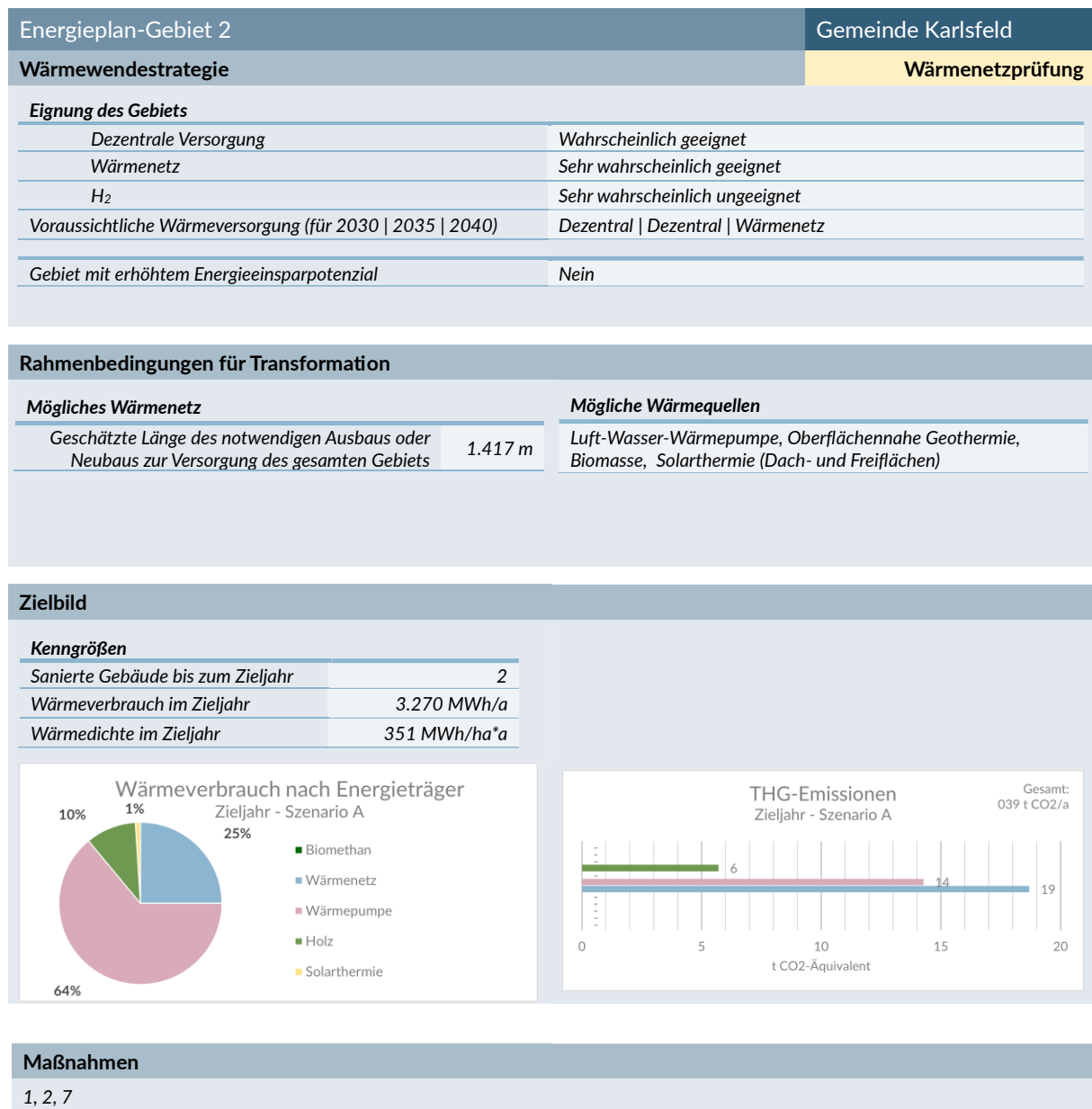


Abbildung 5-4: Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Auf Basis der Ausgangssituation und der Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Zieljahr und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich

wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet, Wärmenetzprüfgebiet, Wasserstoffnetzgebiet oder Prüfgebiet eingeteilt. Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen. Die Gebietsausweisung wurde mit den (perspektivischen) Netzbetreibern, Schlüsselakteuren und der 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 50 % zu sanierenden Gebäuden wurde das Teilgebiet als Gebiet 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 fließen 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 <sub>2</sub> -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
<b>Für jedes umzurüstende Gebäude</b>	Wärmepumpe	Brennwertkessel	Indirekte Hausübergabestation
	Installation	Installation	Installation
	Geringinvestive Maßnahmen und Heizungsflächentausch	Geringinvestive Maßnahmen	Geringinvestive Maßnahmen
		Schornsteinertüchtigung	Hausanschlussleitung (15m) teilbefestigtes Terrain
		Pelletlagerkosten	
	Pufferspeicher	Pufferspeicher	
<b>Im Gebiet</b>			Verteilnetz nach Länge der Wärmelinien abzüglich vorhandene Netzlänge

### 5.2.3 Lokale Potenziale zur Wärmeversorgung und kartografische Darstellungen

Es werden außerdem die möglichen Wärmequellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale zur Einspeisung in Wärmenetze beschrieben. Diese sind auf der dritten und vierten Seite des Teilgebietssteckbriefs kartografisch im Detail dargestellt (siehe Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6).

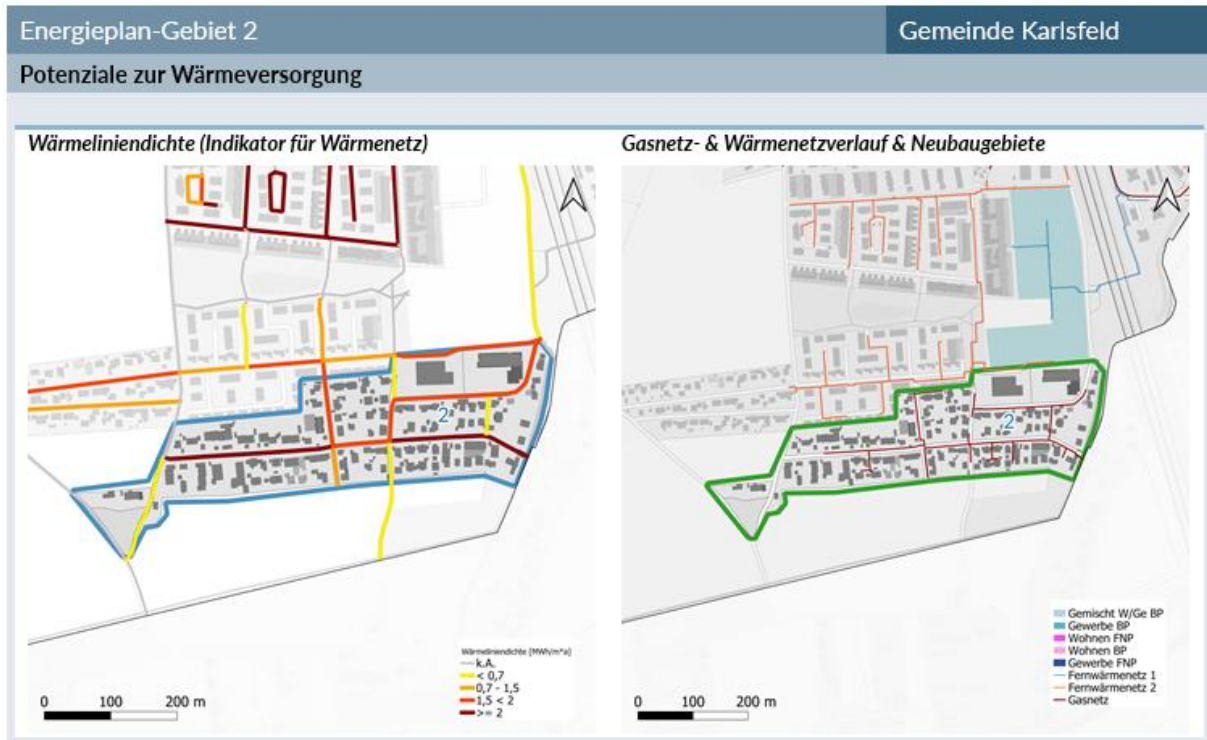


Abbildung 5-5: Kartografische Darstellungen Wärmeliniendichte, Gasnetz- und Wärmenetzverläufe sowie Neubaugebietsflächen in näherer Umgebung des Teilgebiets

Potenziale zur Wärmeversorgung

Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen



Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen

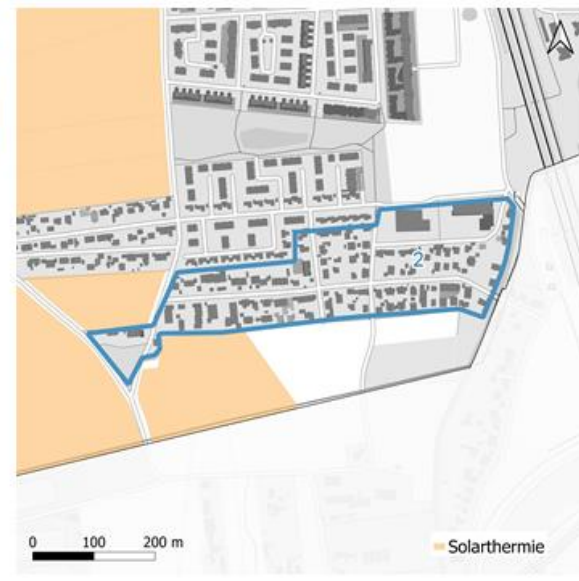


Abbildung 5-6: Beispiel der lokalen Potenziale eines Teilgebietssteckbriefs

## 5.3 Fokusgebiete

Folgende Gebiete wurden als Fokusgebiete deklariert.

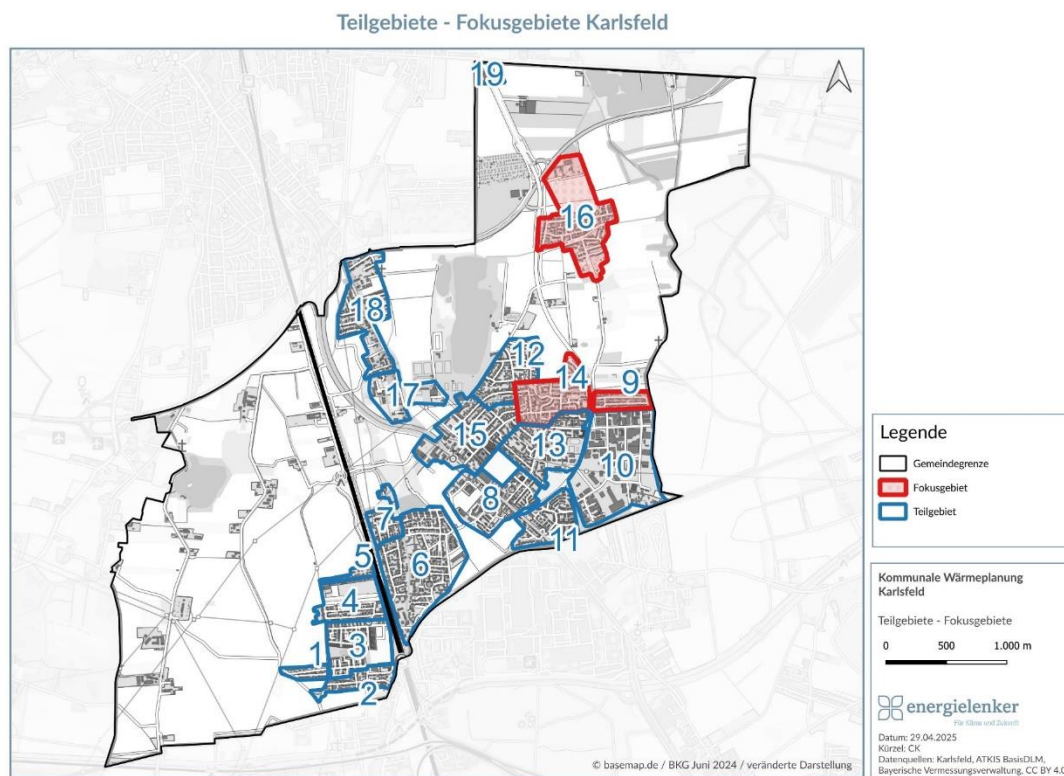


Abbildung 5-7: Darstellung der Fokusgebiete im Gesamtgemeindegebiet

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 Wärmelinien- sowie straßenbezogene Informationen, die durch das zuständige Bauamt und durch Akteursgespräche eingeholt wurden, um infrastrukturelle Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Basierend auf diesen Kriterien wurden potenzielle Netzverläufe digital kartiert. Für jede Variante wurde die Gesamtlänge der benötigten Rohrleitungen ermittelt. Parallel dazu erfolgte die Erhebung des Wärmebedarfs in Abhängigkeit von den angeschlossenen Adressen innerhalb des jeweiligen Fokusgebiets. Die erhobenen Parameter – die Rohrlänge, der aggregierte Wärmebedarf sowie die Anzahl potenzieller Anschlussnehmer – dienten anschließend als Grundlage zur Kostenschätzung. Diese erfolgte unter Bezugnahme der öffentlichen Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikatalog (Prognos AG; ifeu, 2024). Die angegebenen Kosten umfassen die Anschlusskosten für die Haushalte, die aus Hauptleitung und Verteilnetz zusammengesetzte 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 beider Leitungstypen angenommen. Dabei werden für jedes Gebiet und Szenario die zwei Anschlussquoten 25% und 100% betrachtet, um für die Kostenabschätzung sowohl Minimal- als auch Maximalwerte darzustellen. Da perspektivisch eine zumindest anteilige Versorgung des gesamten Wärmenetzes 1 der Gemeindewerke durch Tiefengeothermie vorgesehen ist, erfolgt keine Berücksichtigung der Erzeugerkosten.

### 5.3.1 Fokusgebiet 9

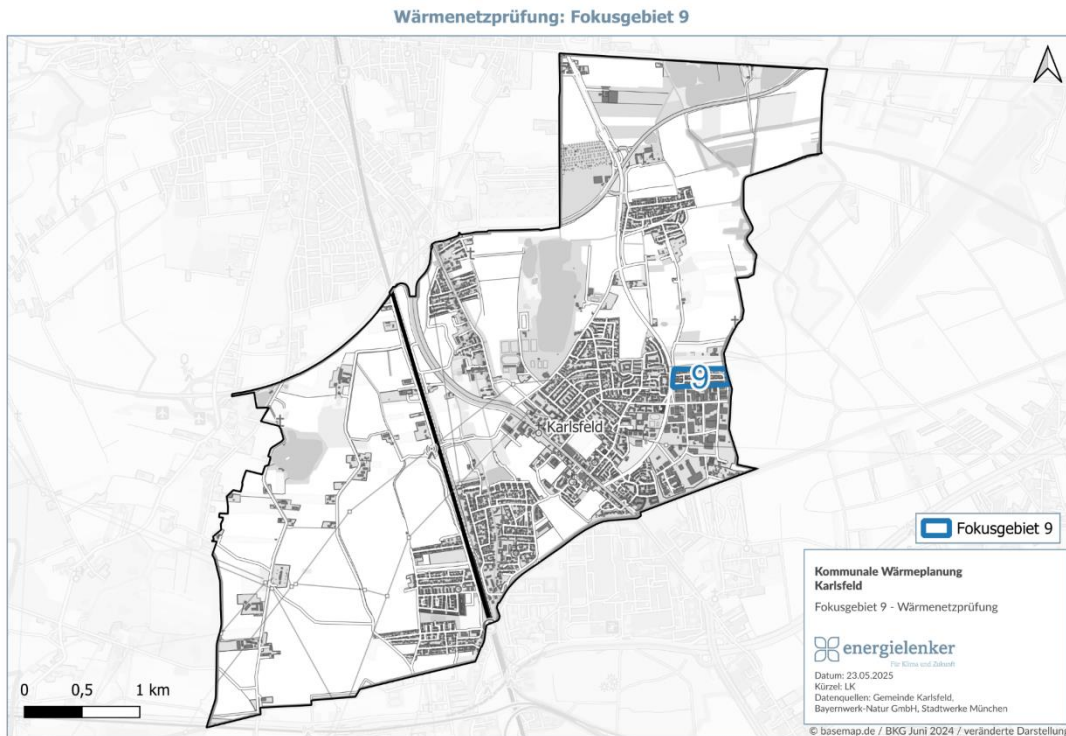


Abbildung 5-8: Lage des Fokusgebietes 9 in der Gemeinde

Das Fokusgebiet 9 liegt im nordöstlichen Siedlungsbereich der Gemeinde Karlsfeld entlang der Fasanenstraße und umfasst eine Fläche von knapp 7 ha. Aktuell sind in diesem Wohngebiet 128 Adressen beheizt, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 3.650 MWh. Knapp die Hälfte der Gebäude in dem Gebiet werden mit Gas beheizt. Den restlichen Gebäuden wurden – aufgrund fehlender Informationen – Energieträger anhand der Verteilung der Schornsteinfegerdaten auf Gemeindeebene zugeordnet (vgl. Abschnitt 2.4.4). 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, welches sich entlang der Fasanenstraße erstreckt und über die Nobelstraße an das bestehende Wärmenetz der Gemeindewerke angeschlossen wird. Es liegen keine Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau in der Fasanenstraße vor, sodass die komplette Straße und alle anliegenden Gebäude an das potenzielle Netz angeschlossen werden könnten. Im Jahr 2027 sind Straßenbaumaßnahmen entlang der kompletten Fasanenstraße geplant. Der Zeitpunkt eröffnet eine wirtschaftlich sinnvolle Gelegenheit, die notwendigen Leitungsinfrastruktur bzw. im ersten Schritt Leerrohre parallel zu den Baumaßnahmen zu verlegen und Synergien zu nutzen.

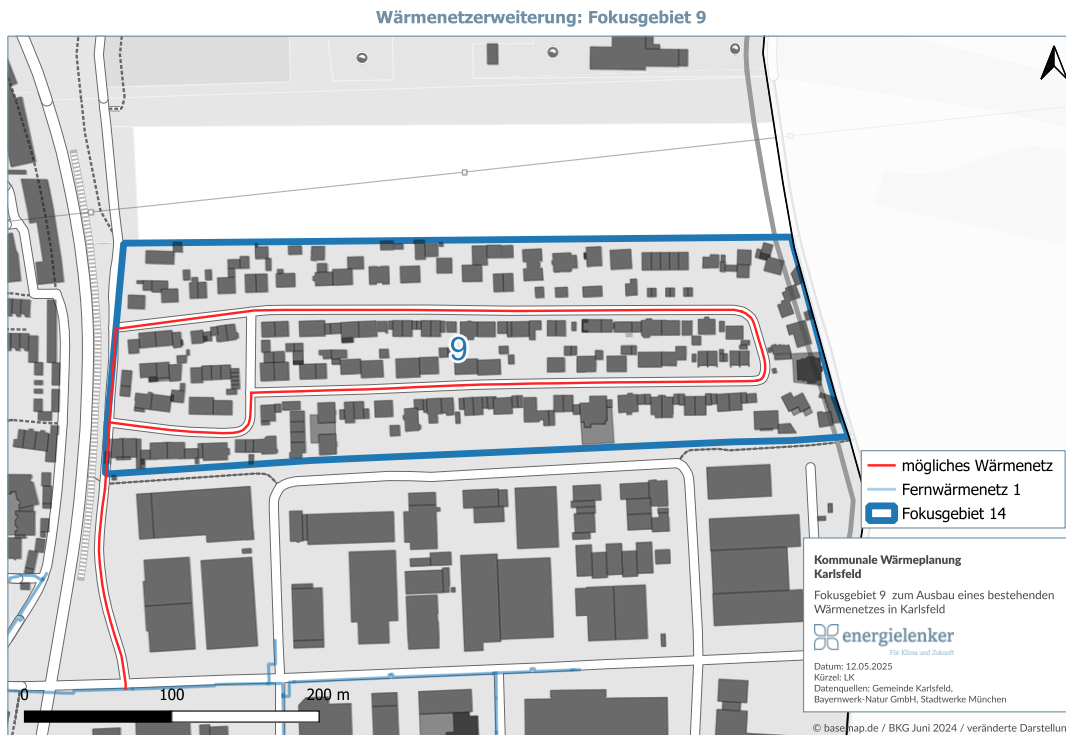


Abbildung 5-9: Möglicher Trassenverlauf der Wärmenetzerweiterung im Fokusgebiet 9

### Investitionskosten für das Wärmenetz

Tabelle 5-5 gibt eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet 9.

Tabelle 5-5: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
<b>Hausanschluss</b>	444.704 €	1.778.816 €
<b>Rohrnetz</b>	1.264.970 €	1.264.970 €
<b>Übergabestationen</b>	132.183 €	343.558 €
<b>Pumpen</b>	119.713 €	311.147 €
<b>Summe</b>	<b>1.961.569,48 €</b>	<b>3.698.491€</b>

In Abbildung „Abbildung 5-8: Kostenvergleich unterschiedlicher Anschlussquoten Rohrnetz Fokusgebiet 9“ sind die zwei verschiedenen Anschlussszenarien als Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.

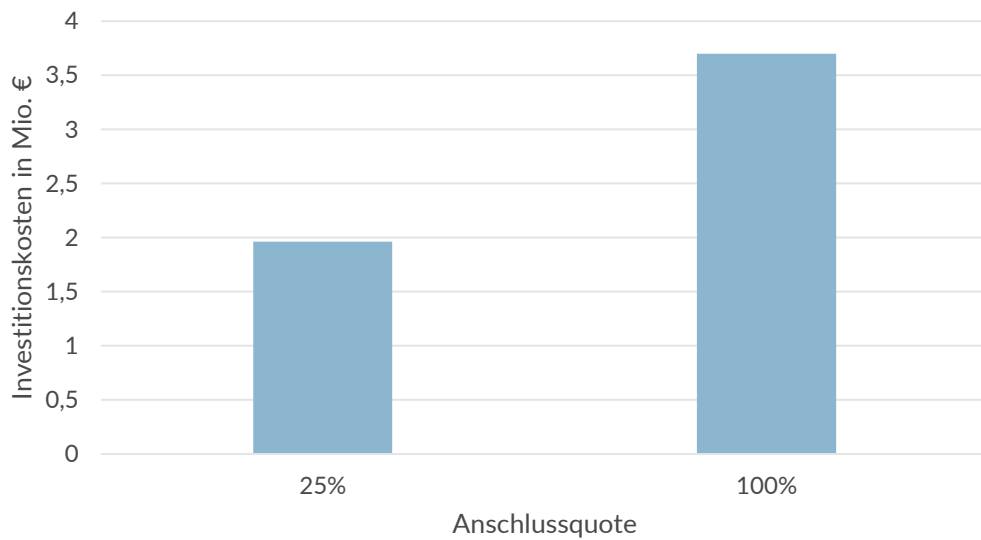


Abbildung 5-10: Kostenvergleich für Wärmenetz unterschiedlicher Anschlussquoten im Fokusgebiet 9

### 5.3.2 Fokusgebiet 14

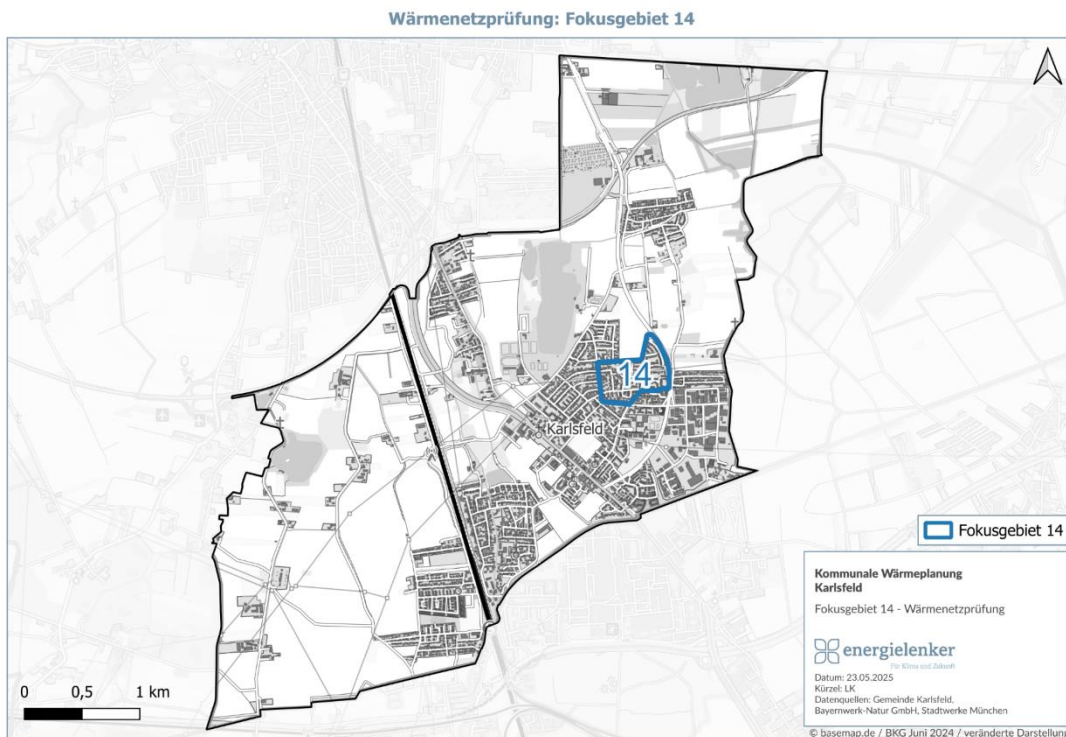


Abbildung 5-11: Lage des Fokusgebietes 14 in der Gemeinde

Das Fokusgebiet 14 liegt im nördlichen Siedlungsbereich der Gemeinde Karlsfeld und umfasst eine Fläche von knapp 21 ha. Aktuell sind in diesem Wohngebiet 379 Adressen beheizt, mit einer jährlichen Wärmebedarf von rund 14.102 MWh. 66 % der Gebäude im Gebiet werden aktuell über Gas beheizt. Den restlichen Gebäuden wurden – aufgrund fehlender Informationen – Energieträger anhand der Verteilung der Schornsteinfegerdaten auf Gemeindeebenen zugeordnet (vgl. Abschnitt 2.4.4). Aufgrund der kompakten Struktur und hoher

Wärmelinienichten (vgl. Steckbrief im Anhang) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

### Wärmenetzausbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 5-12 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor, welches sich entlang der Gartenstraße und Teilen der Krenmoosstraße, sowie über den Krähenweg und Drosselanger erstreckt. Über die Bussardstraße wird ein Anschluss an das bestehende Wärmenetz der Gemeindewerke geschaffen. Anhand vorliegender Tiefbauinformationen kann es zu Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau in den Straßen Georg-Queri-, Ludwig-Thoma und Karl-Valentin-Straße sowie „Am Obstgarten“ kommen. Diese Straßen werden im Szenario 1 aus der Wärmenetzplanung ausgeschlossen. Es könnten dementsprechend 293 Adressen an das Wärmenetz angeschlossen werden.



Abbildung 5-12: Wärmenetzerweiterung Fokusgebiet 14: Szenario 1

Ein zweites Ausbauszenario ist in Abbildung 5-13 dargestellt. Es stellt den maximalen Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet dar, mit dem Anschluss aller Adressen.

### Investitionskosten für das Wärmenetz

Tabelle 5-6 und Tabelle 5-7 geben eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet 14.

In Abbildung 5-14 sind schließlich die zwei verschiedenen Ausbauszenarien zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.



Abbildung 5-13: Wärmenetzerweiterung Fokusgebiet 14: Szenario 21

Tabelle 5-6: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
<b>Hausanschluss</b>	1.017.955 €	4.071.821 €
<b>Rohrnetz</b>	3.137.976 €	3.137.976 €
<b>Übergabestationen</b>	319.812 €	933.842 €
<b>Pumpen</b>	289.641 €	845.744 €
<b>Summe</b>	<b>4.765.385 €</b>	<b>8.989.383 €</b>

Tabelle 5-7: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
<b>Hausanschluss</b>	1.316.741 €	5.266.963 €
<b>Rohrnetz</b>	5.034.368 €	5.034.368 €
<b>Übergabestationen</b>	362.206 €	1.130.356 €
<b>Pumpen</b>	328.036 €	1.023.719 €
<b>Summe</b>	<b>7.041.351 €</b>	<b>12.455.406 €</b>

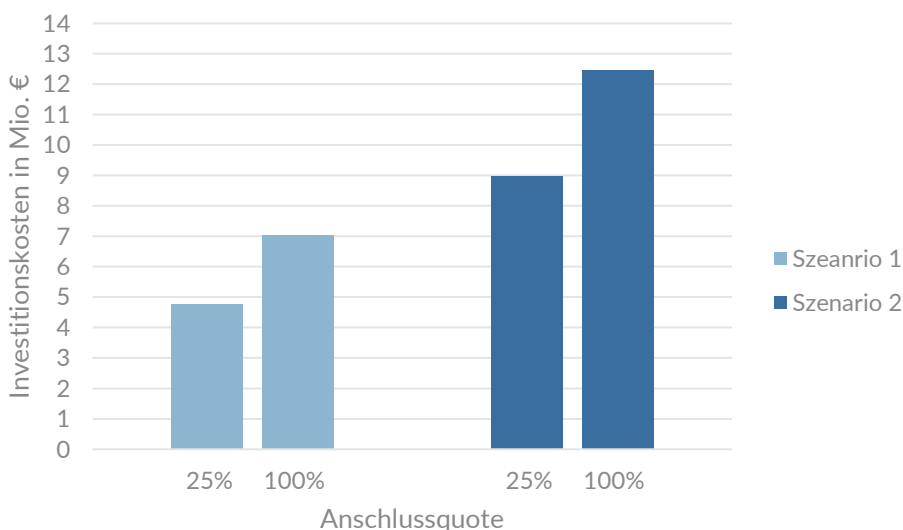


Abbildung 5-14: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten Fokusgebiet 14

### 5.3.3 Fokusgebiet 16

Das Fokusgebiet 16 liegt im Norden der Gemeinde Karlsfeld und umfasst eine Fläche von knapp 38 ha. Aktuell sind in diesem Wohngebiet 363 Adressen beheizt, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 8.118 MWh. Die Hälfte der Gebäude im Gebiet werden aktuell über Gas beheizt. Den restlichen Gebäuden wurden – aufgrund fehlender Informationen – Energieträger anhand der Verteilung der Schornsteinfegerdaten auf Gemeindeebenen zugeordnet (vgl. Abschnitt 2.4.4). Aufgrund der kompakten Struktur und hoher Wärmelinienichten (vgl. Steckbrief im Anhang) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

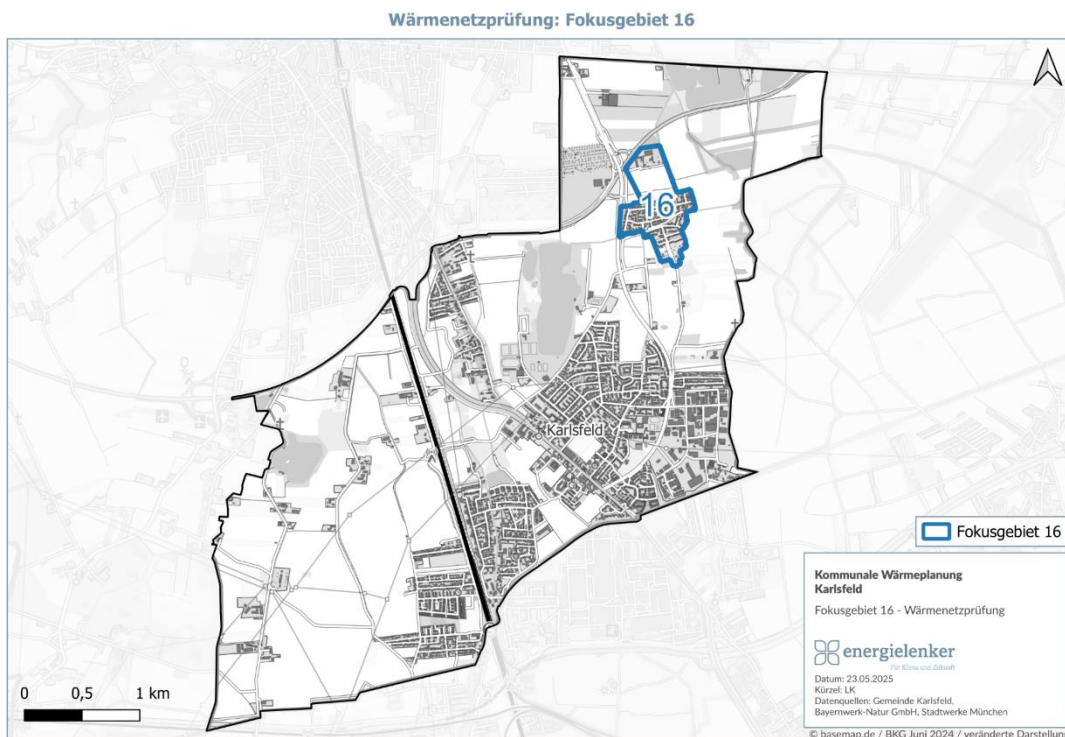


Abbildung 5-15: Lage des Fokusgebietes 16 in der Gemeinde

### Wärmenetzaufbau

Ein zukünftiges Wärmenetz im Fokusgebiet 16 könnte voraussichtlich an die Transportleitung der Tiefengeothermie angeschlossen werden. Alternativ dazu ist die Versorgung beispielsweise über ein lokales Biomasse-Blockheizkraftwerk möglich.

Durch den Bach „Moosgraben“, der sich von Osten nach Westen durch das Gebiet zieht, entsteht eine natürliche Grenze für den Wärmenetzausbau. Aufgrund des Moosgrabens, Ausbaueinschränkungen für Wärmenetze südlich des Moosbaches sowie geringen Wärmelinienichten in den anderen Straßen südlich des Moosgrabens wird das Gebiet südlich des Moosgrabens nicht in den folgenden Szenarien berücksichtigt.

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 5-16 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor, welches sich entlang der Hochstraße und des Bachwegs sowie den angrenzenden Abschnitt des Augstenfelder Wegs erstreckt. Aufgrund der Lage außerhalb des Kernsiedlungsgebiets der Gemeinde Karlsfeld besteht im Gegensatz zu den vorherig beschriebenen Fokusgebieten keine Anschlussmöglichkeit an das Wärmenetz der Gemeindewerke Karlsfeld.

Auch im Fokusgebiet 16 liegen Einschränkungen für einen Wärmenetzausbau vor. Der komplette Moos- und Wiesenweg sowie Schwarzhölzlstraße werden dementsprechend in Szenario 1 nicht an das Wärmenetz angeschlossen. Es könnten dementsprechend in diesem Ausbauszenario 41 Adressen an das Wärmenetz angeschlossen werden.

Ein zweites Ausbauszenario ist in Abbildung 5-17 dargestellt. Durch eine Wärmenetzleitung zur Kläranlage der Gemeinde Karlsfeld könnte Abwasserwärme aus dem Kläranlagenablauf für die Versorgung genutzt werden. Da die dadurch bereitgestellte Wärmemenge voraussichtlich nicht ausreicht, um den Wärmebedarf des gesamten Erschließungsgebiets zu decken, ist z. B. die Einspeisung der Wärme aus der Tiefengeothermie als zusätzliche Versorgungsquelle erforderlich. Das Szenario sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor, welches das gesamte

Fokusgebiet nördlich des Moosgrabens versorgt. Es könnten dementsprechend 255 Adressen an das Wärmenetz angeschlossen werden.

Wärmenetzprüfung: Fokusgebiet 16: Ausbauszenario 1

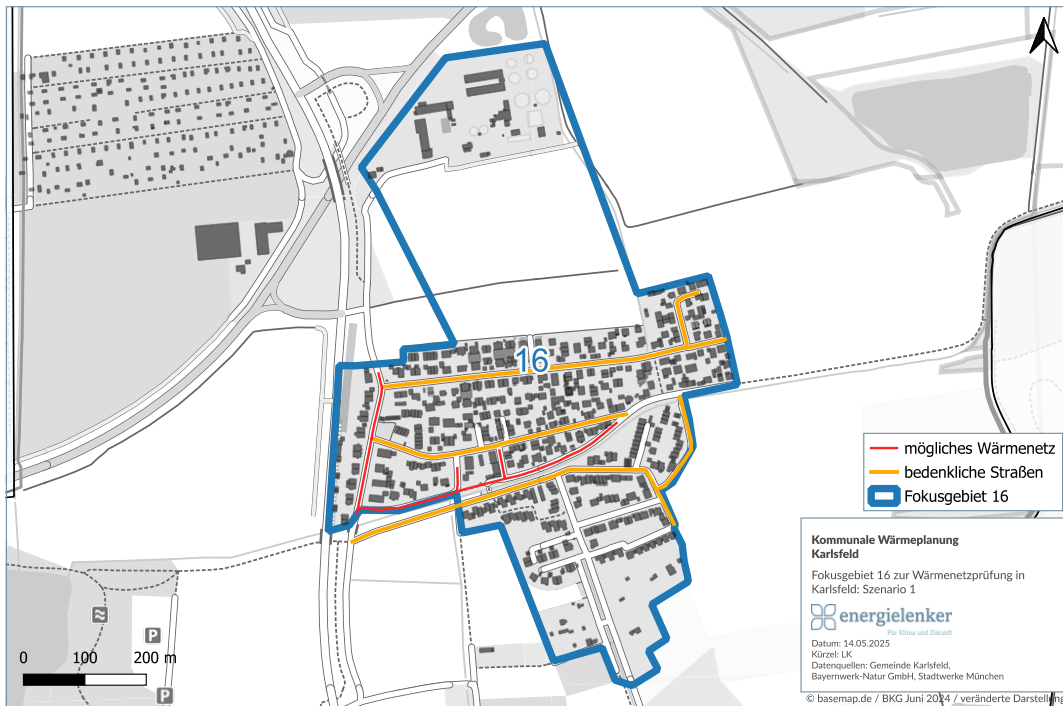


Abbildung 5-16: Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 16: Szenario 1

Wärmenetzprüfung: Fokusgebiet 16: Ausbauszenario 2

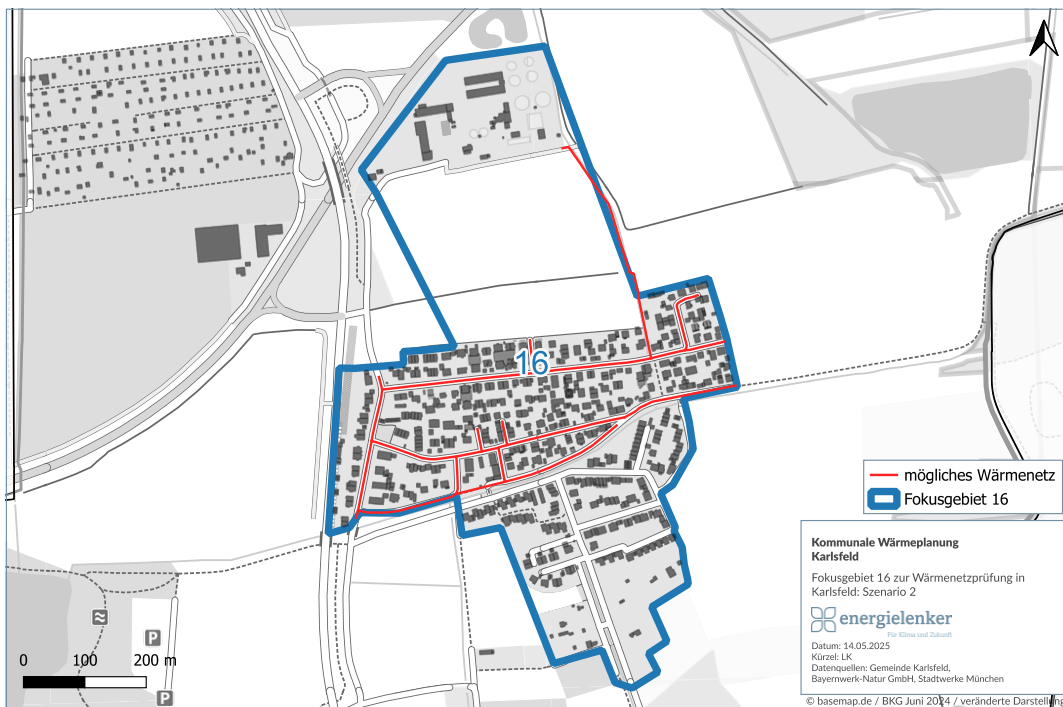


Abbildung 5-17: Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 16: Szenario 2

**Investitionskosten für das Wärmenetz**

Tabelle 5-8 und Tabelle 5-9 geben eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet 16.

Tabelle 5-8: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
<b>Hausanschluss</b>	142.444 €	569.777 €
<b>Rohrnetz</b>	818.510 €	818.510 €
<b>Übergabestationen</b>	46.825 €	152.152 €
<b>Pumpen</b>	42.407 €	137.798 €
<b>Summe</b>	<b>1.050.186 €</b>	<b>1.678.236 €</b>

Tabelle 5-9: Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2

	Anschlussquote 25 %	Anschlussquote 100 %
<b>Hausanschluss</b>	804.877 €	3.219.508 €
<b>Rohrnetz</b>	2.546.860 €	2.546.860 €
<b>Übergabestationen</b>	171.649 €	484.516 €
<b>Pumpen</b>	155.456 €	438.807 €
<b>Summe</b>	<b>3.678.842,36 €</b>	<b>6.689.690,13 €</b>

In Abbildung 5-18 sind die zwei verschiedenen Anschlusszenarien zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.

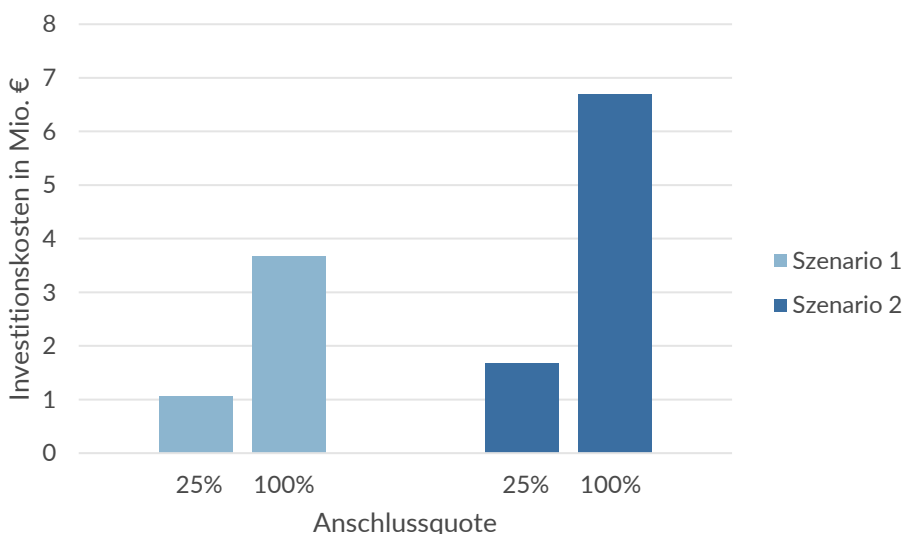


Abbildung 5-18: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten im Fokusgebiet 16

## 5.4 Kosten der Transformation

In diesem Abschnitt werden die Kosten für die Transformation im Wärmebereich abgeschätzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vorhersage von Kosten und die Ausnutzung von Potenzialen für erneuerbare Energie und ungenutzte Abwärme mit hohen Unsicherheiten verbunden ist und von vielen Faktoren abhängig ist. So sind z. B. die Kosten für ein Wärmenetz und die Hausübergabestationen insbesondere von der Anschlussdichte abhängig, diese lässt sich aber erst im detaillierten Planungsverlauf nach Beteiligung der ansässigen Bürger final abschätzen. Auch die Kostenschätzung zur Nutzung industrieller Abwärme erfordert detaillierte, unternehmensbezogene Informationen. Diese liegen auf der betrachteten Ebene der kommunalen Wärmeplanung nicht vor und lassen eine valide Kostenschätzung nicht zu. Auch die energetische Gebäudesanierung wurde nicht in die Kostenbetrachtung einbezogen, da entsprechende Maßnahmen stark objektspezifisch sind und eine pauschale, gemeindeweite Kalkulation im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht möglich ist. Die folgenden Abschnitte sollen deswegen einen Überblick über mögliche Kosten für die Transformation anhand des Beispiels Solarthermie geben.

### 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. Detailliertere Kostenermittlungen sind innerhalb von Machbarkeitsstudien und in der Detailplanung vorzunehmen.

Die Werte aus dem Technikkatalog sind geschätzte, bundesweite Durchschnittswerte, die zur einheitlichen Bewertung in der kommunalen Wärmeplanung herangezogen werden. Tatsächliche Kosten und Leistungen können lokal zum Teil erheblich variieren, z. B. durch Unterschiede in den Erschließungskosten, technischen Rahmenbedingungen oder Genehmigungsaufgaben. Alle folgenden Ergebnisse stellen daher grobe, überschlägige Kostenschätzungen dar, die im Rahmen konkreter Vorhaben einer standortbezogenen Prüfung und Anpassung bedürfen.

Es wurden rund 550 Hektar als grundsätzlich geeignet für eine solarthermische Nutzung über Freiflächenanlagen (ohne Konkurrenz zu geförderten PV-Anlagen im EEG-Korridor) identifiziert (siehe Abschnitt 3.5). Unter der Annahme, dass aus planungsbedingten Gründen – etwa für Erschließungswege, Abstandsflächen oder Einfriedungen – lediglich 60 % dieser Flächen tatsächlich mit Kollektoren belegt werden können, ergibt sich eine technisch nutzbare Freifläche von rund 330 Hektar. Ein vollständiger Ausbau dieses Potenzials ist allerdings als unrealistisch einzuschätzen. Insbesondere aufgrund konkurrierender Flächennutzungen, etwa durch die Landwirtschaft, ist davon auszugehen, dass nur ein kleiner Teil der theoretisch verfügbaren Flächen tatsächlich für Solarthermie zur Verfügung steht. Zusätzlich sind bei dem Einsatz von solarthermischen Freiflächenanlagen in Kombination mit Wärmenetzen Transportverluste zu berücksichtigen, was die Effizienz der Nutzung insbesondere entfernter Flächen beeinflussen kann. Vor diesem Hintergrund wurden drei abgestufte Ausbauszenarien berechnet, die sowohl Freiflächen- als auch Dachflächenpotenziale einbeziehen. Diese Szenarien dienen der überschlägigen Abschätzung möglicher Investitionskosten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Es handelt sich dabei um vereinfachte Modellrechnungen, die keine konkrete technische Planung ersetzen können. Die unterschiedlichen Kosten sind in Abbildung 5-19 gegenübergestellt.

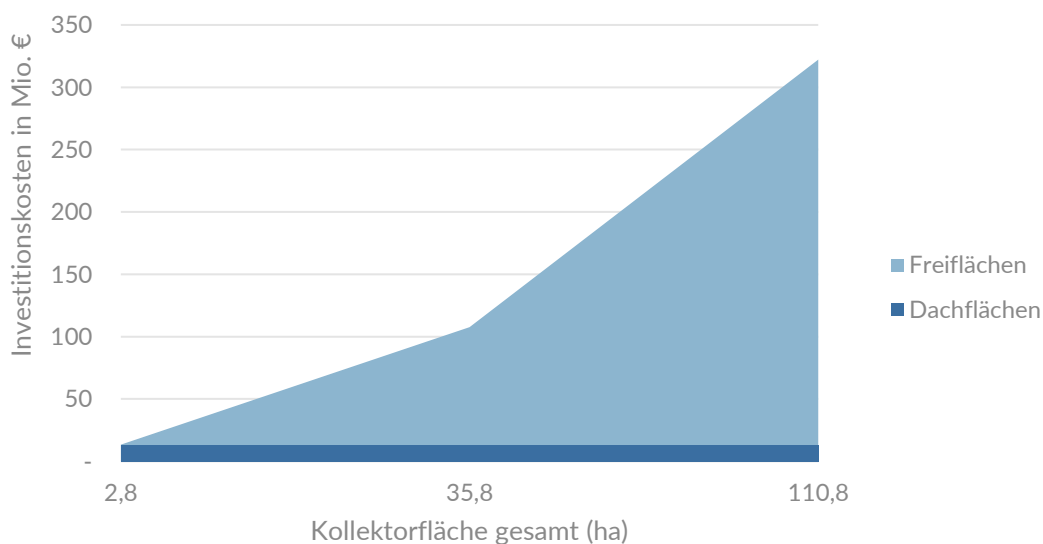


Abbildung 5-19: Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien für den Ausbau der Solarthermie

**Szenario A: Vollständige Nutzung des Dachflächenpotenzials**

Für die Solarthermienutzung auf Dachflächen wurden geeignete Dachflächen im Gemeindegebiet auf Basis des Energieatlas Bayern identifiziert (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2024). Die analysierte Bruttofläche beträgt etwa 4 Hektar. Bei einem angenommenen Bebauungsgrad von 70 % ergibt sich eine effektiv nutzbare Kollektorfläche von ca. 2,8 Hektar. Anhand des Technikcatalogs wurden spezifische Investitionskosten für Flachkollektoren auf Dachflächen von 476 € pro Quadratmeter angesetzt. Daraus ergeben sich Investitionskosten von rund 13,33 Millionen Euro. Der erwartete jährliche solarthermische Energieertrag liegt bei etwa 9,8 GWh.

**Szenario B: Vollständige Nutzung des Dachflächenpotenzials und 10 % der Freiflächenpotenziale**

Dieses Szenario kombiniert die vollständige Nutzung der Dachflächen mit einem Ausbau von 10 % der identifizierten Freiflächen. Mit einem Bebauungsgrad von 60 % ergibt sich eine effektiv nutzbare Kollektorfläche für Freiflächenanlagen von 33 ha. Für Freiflächenanlagen

weist der Technikkatalog spezifische Investitionskosten von 268 € pro Quadratmeter bei einer mittleren Anlagengröße von 5.000 m<sup>2</sup> aus. Die Investitionskosten belaufen sich bei den Freiflächen in diesem Szenario auf etwa 88 Mio. €. Zusammen mit den Dachflächenkollektorkosten ergibt sich ein Gesamtinvestitionsvolumen von ca. 102 Mio. € Euro. Der gesamte Jahreswärmeertrag liegt bei diesem Szenario bei etwa 59,3 GWh.

### **Szenario C: Vollausbau zur Deckung des kommunalen Wärmebedarfs**

In Szenario C wird ein Ausbaumumfang betrachtet, der den gesamten jährlichen Wärmeenergiebedarf der Gemeinde Karlsfeld in Höhe von ca. 163 GWh decken soll. Hierfür wären etwa 181 ha bebaubare Freifläche erforderlich, wovon bei einem Bebauungsgrad von 60 % rund 108 ha effektiv mit Kollektoren belegt werden würden. Ergänzend wird weiterhin die vollständige Nutzung der verfügbaren Dachflächen (2,8 Hektar) angenommen. Insgesamt ergibt sich somit eine kombinierte effektive Kollektorfläche von knapp 111 ha. Basierend auf den genannten spezifischen Kosten ergeben sich Investitionskosten von rund 302 Mio. €.

## 5.5 Kommunikationsstrategie

Ein Großteil der Energie- und CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 Karlsfeld 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 und die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete finalisiert.

Für die Umsetzungsphase nach der kommunalen Wärmeplanung könnte eine neue Arbeitsgruppe und ein regelmäßiger Austausch zwischen der Gemeinde Karlsfeld und beteiligten Akteuren sein. Mögliche Akteure könnten u. a. die aktuellen Wärmenetzbetreiber (Gemeindewerke Karlsfeld und die Bayernwerke Natur GmbH), potenzielle neue Wärmenetzbetreiber, der Gasnetzbetreiber (Stadtwerke München), der zukünftige Betreiber der Tiefengeothermieanlage, Ansässige Industrie- und Gewerbeunternehmen, Abwärmeproduzenten, Planer und Investoren sein. Auch weitere potenzielle Akteure wie z. B. Energiegenossenschaften oder Anlagenbetreiber von Biogasanlagen oder größeren erneuerbaren 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 drei Gremientermine zur Informierung des Gemeinderats sowie eine öffentliche Abschlussveranstaltung zur Vorstellung der Endergebnisse durchgeführt. Darüber hinaus wurden Zwischenergebnisse auf der Homepage der Gemeinde Karlsfeld 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.

## 5.6 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.

### 5.6.1 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 der Gemeinde Karlsfeld,
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 der Gemeinde Karlsfeld,
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 Gemeinde Karlsfeld 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.

### 5.6.2 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, das die Bauherren verpflichtet oder Anreize setzt, Sanierungen anzuzeigen. Außerdem können bei dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Informationen über geförderte Effizienzmaßnahmen und Heizungsaustausche, nach Postleitzahlen sortiert, abgerufen werden. Anhand dieser Informationen können geförderte Sanierungsmaßnahmen erfasst werden.

#### **Ausbau der Fernwärme**

Für die klimaneutrale Wärmeversorgung der Gemeinde Karlsfeld ist der Ausbau der Fernwärme und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung der Wärmenetze essenziell. Entscheidend wird dabei die Nutzung der Tiefengeothermie sein (vgl. Abschnitt 3.4.1 und Abschnitt 5.3).

#### **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 (hauptsächlich Erdwärmekollektoren) 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 Wärmepflanzungsgesetz, spielt für Karlsfeld jedoch eine untergeordnete Rolle.

### 5.6.3 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 sind der Wärmenetzausbau und der Anschluss

der Tiefengeothermie als Schlüsselindikatoren genau zu überprüfen, um weitere Schritte und entsprechende Maßnahmen abzuleiten.

#### 5.6.4 Indikatoren für den Prozess

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

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

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

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

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

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

### 5.7 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.

#### 5.7.1 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 Karlsfeld. 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.

### 5.7.2 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 erforderlich sein 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 Karlsfeld 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)
- ▶ einen kontinuierlichen Abstimmungsprozess mit den Gemeindewerken durchzuführen
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
- ▶ schaffen von Transparenz bzgl. des Ausbaus der Wärmenetze für alle notwendigen Akteure (z. B. Gemeinde und Gemeindewerke verlinken ihre Webangebote zu dem Thema untereinander und legen Verantwortung für Informationsinhalte fest)
- ▶ Wärmenetzbetreiber zu akquirieren
- ▶ gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten (z. B. Kommune, SHK- und Schornsteinfegerinnung und Wärmenetzbetreiber treffen sich 2x jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch (Weiterleitung von Anschlusswünschen an das

Wärmenetz im Rahmen ihrer Beratung an die Wärmenetzbetreiber, Informieren über anstehenden Wärmenetzausbau der nächsten 1-2 Jahre)

### 5.7.3 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

### 5.7.4 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 Karlsfeld hat die vorliegende Wärmeplanung erstellen lassen, um diese Aufgabe in Zukunft planvoll und zielorientiert anzugehen. Das Ziel der Wärmeplanung ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzziele 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), 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 Karlsfeld bis zum Zieljahr 2040 sowie die einzelnen Teilgebiete in Form von Teilgebietssteckbriefen, in denen auch die Maßnahmen verortet sind.

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

## 7 Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB\\_22p2\\_rev-1.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf) abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25. 06 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie> abgerufen
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (02. 9 2024). *Energieatlas Bayern*. Von <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=684879,5413001&z=13&l=atki&t=energie&comp=mischpult> abgerufen
- BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- 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](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](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](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](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- IHK-Standortportal, B. (12 2024). *IHK-Standortportal Bayern*. Von <https://standortportal.bayern.de/BayStandorte/Oberbayern/Dachau/Karlsfeld.html> abgerufen
- Institut, H. (09 2024). *www.hamburg-institut.com*. Von [https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/07/Planungsleitfaden\\_Freiflaechen-Solarthermie.pdf](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
- 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](https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx)
- Statistik, B. L. (2021). Von Bayerisches Landesamt für Statistik : [https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet\\_bevoelkerung/demographischer\\_wandel/demographische\\_profile/09174126.pdf](https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09174126.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](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/uba_ad_hoc_papier_abwasserwaerme.pdf) abgerufen


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

<b>Partizipation an der Energiewende für Bürger</b>		<b>M1</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Information, Beratung, Kooperation	
<b>ZIELSETZUNG</b>	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. 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. Außerdem soll ein Beratungsangebot aufgebaut werden. Die Bürger\*innen sollen zu konkreten Anliegen von Ansprechpartner\*innen der Verwaltung oder von externen Energieberatern beraten werden.

#### 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

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde Ggf. Volkshochschulen, Verbraucherzentrale, Energieberater
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Haushaltsmittel
<b>Herausforderungen</b>	Finanzierung

Maßnahme 2

<b>Wärmenetzprüfung</b>		<b>M2</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Prüfung eines möglichen Wärmenetzes</b>	


**Beschreibung der Maßnahme**

Zusammen mit wichtigen Akteuren, die Abwärmepotenzial zur Verfügung haben oder 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. Zusammenbringen der Akteure wie z. B. Wärmenetzbetreiber, Abwärmelieferanten, Ankerkunden, Bevölkerung / Gebäudeeigentümer
  2. Identifizierung eines zukünftigen Wärmenetzbetreibers
  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

<b>Verantwortung Akteure</b>	/	Wärmenetzbetreiber
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>		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
<b>Herausforderungen</b>		Finanzierung (hohe Kosten Netzaufbau) Integration von Abwärme / Prozesswärme Anschlussbereitschaft

Maßnahme 3

<b>Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene</b>		<b>ME3</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Energieeinsparungen	
<b>ZIELSETZUNG</b>	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 diesen Teilgebieten ist ein hoher Sanierungsbedarf erkennbar. In der Potentialanalyse wurden umfassende Energieeinsparpotentiale durch energetische Gebäudesanierungen aufgezeigt. Um diese Potentiale 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:

- ▶ **„Tag des offenen Hauses“:** Bereits umgesetzte Maßnahmen können von Eigentümern gezeigt werden, um Nachbarn praxisnah mögliche Sanierungsmaßnahmen zu demonstrieren.
- ▶ **„Energiekarawane“:** Eine Art Haus-zu-Haus-Beratung, die durch Energieberater im Quartier durchgeführt wird.
- ▶ **Sanierungspools:** Gebäudeeigentümer könnten sich zusammenschließen und gemeinsam Sanierungsmaßnahmen beauftragen, um von Mengenrabatten bei Bauunternehmen und Handwerkern zu profitieren. Die Kommune 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.

<b>Handlungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bedarfsanalyse: Erhebung des Informations- und Beratungsbedarfs in den Zielgruppen</li> <li>2. Strategieentwicklung: Erstellung eines Plans für die Informationsarbeit</li> <li>3. Ressourcenplanung: Festlegung der notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen</li> <li>4. Informationsbereitstellung (Online oder Printmedien)</li> <li>5. Beratungsangebot: Veranstaltungen, Online-Beratung</li> </ol>
--------------------------	---

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

Maßnahme 4

<b>Wärmenetzvorrang, z.B. durch Anschluss- und Benutzungszwang, durch Satzung(en) sicherstellen</b>		<b>M4</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Rechtliche Absicherung und ordnungsrechtliche Instrumente	
<b>ZIELSETZUNG</b>	Sicherung der Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze, Preisgünstige Versorgung der Einwohner	

**Beschreibung der Maßnahme**

Wärmenetze benötigen für den wirtschaftlichen Betrieb einen möglichst hohen Wärmeabsatz je Trassenmeter. Die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes wurde anhand eines hohen Anschlussgrades ermittelt. Wird dieser nicht erreicht, verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung und die Kosten für die angeschlossenen Abnehmer erhöhen sich.

Ein hoher Anschlussgrad kann in der Wärmenetzversorgung entweder über persönliche Kommunikation und Überzeugungsarbeit oder über die kommunale Satzung sichergestellt werden. Hier kommt zumeist die kommunale Satzung zur Durchsetzung eines Anschluss- und Benutzungszwanges für Wärmenetze zum Einsatz. Die Satzung soll dabei auch klare Regeln enthalten, mit denen sich Anlieger vom Anschluss- und Benutzungszwang befreien können. Praxisbeispiele zeigen, dass mit einer geeigneten Satzung auch der Energieversorger zu einer möglichst schnellen Senkung der mit der Wärmegehung verbundenen Treibhausgasemissionen motiviert werden kann.

- Handlungsschritte**
1. Erarbeitung und Beschluss der Satzung
  2. Fortschreibung mit Entwicklung der Wärmeversorgung

<b>Verantwortung / Akteurinnen und Akteure</b>	Gemeinde
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Keine
<b>Herausforderungen</b>	Durchsetzung der Satzung Aktualisierung mit fortschreitender Umsetzung der Wärmewende

Maßnahme 5

<b>Wärmenetzverdichtung</b>		<b>M5</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für die Verdichtung vorhandener Wärmenetze im Gebiet unter den Aspekten der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz</b>	

**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 Gemeinde und 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

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

Maßnahme 6

<b>Gründung von Bürgerenergiegesellschaften</b>		<b>M6</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Information, Beratung, Kooperation	
<b>ZIELSETZUNG</b>	Partizipation der Bürger*innen an der Energiewende	
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>		
<p>Mit Bürgerenergieprojekten nehmen die Menschen vor Ort die Energiewende selbst in die Hand und können sie aktiv mitgestalten. Das sorgt auch für ein tieferes Verständnis und mehr Akzeptanz vor Ort. Zusätzlich können Investitionsmöglichkeiten eine direkte finanzielle Beteiligung an den Projekten ermöglichen und so die Akzeptanz deutlich steigern.</p>		
<b>Handlungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyse von potenziellen Standorten bzw. Quartieren für Bürgerenergiegesellschaften</li> <li>2. Analyse des Bedarfs an Kommunikation und Beratung</li> <li>3. Kooperationen mit regionalen Energieberatern, Verbraucherzentrale o.Ä.</li> <li>4.</li> </ol>	
<b>Verantwortung / Akteurinnen und Akteure</b>	Gemeinde	
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Zu prüfen	
<b>Herausforderungen</b>	Akteure / Bürger zusammenzubringen Standortanalysen	

Maßnahme 7


<b>Prüfung der Potenziale für Tiefengeothermie</b>		<b>M7</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Versorgung</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Untersuchung des Potenzials der Tiefengeothermie für die Wärmeversorgung in ... mitsamt seinen Chancen und Risiken</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**

Ziel der Maßnahme ist es die aktuellen Planungen zum Thema Tiefengeothermie (vgl. Abschnitt 3.4.1) zu begleiten und den Austausch zwischen den beteiligten Akteuren aufrecht zu erhalten und zu fördern. Für die Dekarbonisierung der Wärmenetze kommt es schließlich darauf an, wie viel der prognostizierten Wärmemengen aus der Tiefengeothermie in der Zukunft für die Einspeisung in die Wärmenetze zur Verfügung stehen.

<b>Verantwortung / Akteurinnen und Akteure</b>	Gemeinde Gemeindewerke MAN
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Zu prüfen
<b>Herausforderungen</b>	Treten die prognostizierten Wärmemengen aus der Tiefengeothermie in der Zukunft ein

Maßnahme 8

<b>Nutzung Abwärme aus Abwasser im Gemeindegebiet</b>		<b>MU3</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Kommunale Unternehmen für die Wärmewende</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Potenzialanalyse zur Nutzung von Abwasserwärme</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**

Abwasser gelangt meist mit einer Temperatur von 12 °C bis 20 °C in die Abwasserkanäle. Abwasserwärme eignet sich deshalb sehr gut für den effizienten Heizbetrieb von Wärmepumpen, da sie gegenüber anderen Wärmequellen wie Luft, Boden und Grundwasser höhere Temperaturen aufweisen. Über Wärmeübertrager kann dem Abwasser ein Teil der Wärme entzogen und über Wärmepumpen auf ein in den Gebäuden nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Für die Nutzung der Abwasserwärme im Vorlauf zu den Kläranlagen sind bestimmte Temperaturgrenzen einzuhalten und die Wärmeentnahme entsprechend zu regulieren bzw. eine begrenzte Wärmeentnahme einzuplanen. Zusätzlich bietet auch das geklärte Abwasser aus Kläranlagen weitere Nutzungsmöglichkeiten. Zusätzlich ist Abwasserwärme – wie die oberflächennahe Geothermie – ganzjährig verfügbar und Gebäude können mit Abwasserwärme und Wärmepumpen auch gekühlt werden. Die Abwasserwärmenutzung ist somit eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Wärmewende.

Abwasserwärme ist bei entsprechenden Voraussetzungen für größere Bauten in der Umgebung von Sammelkanälen oder Kläranlagen wirtschaftlich konkurrenzfähig. Werden sehr große Wärmeabnehmer versorgt, können diese bis zu einem Kilometer und mehr vom Kanal beziehungsweise von der Kläranlage entfernt liegen. Kommunen bietet sich damit eine innovative Möglichkeit zur Reduktion ihrer THG-Emissionen. Auch einzelne Industrieunternehmen oder Industriegebiete können diese Wärme direkt lokal nutzen. Da, je nach industriellem Prozess, hohe Abwassertemperaturen und Volumenströme zustande kommen können.

Wie in den Abschnitten 3.3.1 und 5.3.3 beschrieben eignet sich das Teilgebiet 16 für die Nutzung von Wärme aus Abwasser.

- Handlungsschritte**
1. Erarbeitung von Machbarkeitsstudien für Abwasserwärmenutzung aus einzelnen Kanalabschnitten bzw. an der Kläranlage
  2. Politischer Beschluss
  3. Umsetzung der Maßnahmen

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde Abwasserwirtschaft / Kläranlagenbetreiber Externe Fachberater
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Fördermöglichkeiten ausloten Eigenmittel der Gemeinde
<b>Herausforderungen</b>	Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes durch verringerte Gewinnausschüttungen

Maßnahme 9

<b>Informations- und Beratungsangebote zur Energieeffizienz von Unternehmen schaffen</b>		<b>M9</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>kommunale Unternehmen für die Wärmewende</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Nachhaltigkeit in Industrie- &amp; Gewerbegebieten</b>	


**Beschreibung der Maßnahme**

Diese Maßnahme soll zu einer nachhaltigen Entwicklung der Unternehmen sowie Industrie- und Gewerbegebiete 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. Maßnahme 10).

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

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde Unternehmen Wirtschaftsförderung
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Zu prüfen
<b>Herausforderungen</b>	Zielkonflikte mit anderen Unternehmenszielen Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes

Maßnahme 10

<b>Vernetzung von Unternehmen fördern</b>		<b>M10</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>kommunale Unternehmen für die Wärmewende</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Vernetzung von Unternehmen fördern</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**


Das übergeordnete Ziel besteht darin, die Unternehmen in Karlsfeld 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

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

Maßnahme 11

<b>Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale</b>		<b>M11</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>kommunale Unternehmen für die Wärmewende</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Abwärmepotenziale Industrie</b>	


**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 10). Die Gemeindeverwaltung 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

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

Maßnahme 12

<b>Dekarbonisierung der Erzeugungstechniken in den Wärmenetzen</b>		<b>M12</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Wärmenetze</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Umstellung der Wärmeerzeugung in den bestehenden Wärmenetzen auf 100 % erneuerbare Energien nach dem Wärmeplanungsgesetz</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss die Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen auf 100 % erneuerbare Energien umgestellt werden. Zudem gelten nach dem Wärmeplanungsgesetz die folgenden Anforderungen an Wärmenetze:

- ▶ Ab dem 1.1.2030 muss die Nettowärmeerzeugung zu einem Anteil von mindestens 30 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.
- ▶ Ab dem 1.1.2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %.
- ▶ Ab dem 1.1.2045 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 1.1.2045 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 Wärmenetze mit einer Länge unter zehn Kilometer und einem Anteil von mindestens 65 % an erneuerbaren Energien müssen einen Plan erstellen, können dabei jedoch auf die Darstellungen nach WPG Anhang 3 Abschnitt II bis Abschnitt IV verzichten. Für die Dekarbonisierung des Wärmenetzes der Gemeindewerke Karlsfeld ist die Umsetzung der Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie entscheidend.

- 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

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Wärmenetzbetreiber
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Modul I - Transformationsplan: bis zu 50 % Förderung</li> <li>▶ Modul III – Einzelmaßnahmen: bis zu 40 % Förderung</li> </ul> </li> </ul>
<b>Herausforderungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wirtschaftlichkeit</li> <li>▶ Passende Technologien für Spitzenlast und Reserve</li> </ul>

Maßnahme 13

<b>Wärmenetzausbau</b>		<b>M13</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Wärmeversorgung, lokale Maßnahmen</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Abgleich der lokalen Potenziale und des Wärmebedarfes für die Verdichtung vorhandener Wärmenetze im Gebiet unter den Aspekten der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz</b>	

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

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

Maßnahme 14

<b>Informationsarbeit und Beratungsangebote zum Heizungstausch</b>		<b>M14</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Information, Beratung, Kooperation</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Hilfestellung für Immobilienbesitzer in dezentralen Gebieten zu Möglichkeiten beim Heizungstausch</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**

Der Gebäudebestand in Karlsfeld ist wesentlich durch die Verbrennung von Erdgas und Heizöl 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 Gemeinde Karlsfeld, die umfassende 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

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Kampagne: Haushaltsmittel der Kommune Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM) Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung (Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (EnSanMV))
<b>Herausforderungen</b>	Erreichbarkeit der Zielgruppen Passgenaue Ansprache (im Moment des Heizungstausches)

Maßnahme 15

<b>Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle</b>		<b>M15</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Schwerpunktsetzung, Information, Beratung</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Bürger und Akteure ansprechen, Widerstände verringern</b>	


**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

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Haushaltsmittel Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme
<b>Herausforderungen</b>	Kontinuität der Maßnahme Abstimmung mit anderen Akteuren

Maßnahme 16

<b>Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften</b>		<b>M16</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Prozess Wärmeplanung, kommunale Verwaltungsstrukturen und interkommunale Wärmeplanung	
<b>ZIELSETZUNG</b>	Beschleunigung Umsetzung der Wärmewende, lokale Wirtschaftsförderung	


**Beschreibung der Maßnahme**

Für die Steigerung der Energieeffizienz in kommunalen Gebäuden stehen verschiedene Handlungsoptionen zur Verfügung. Einerseits sind Kommunen aufgefordert, für ihre kommunalen Liegenschaften Sanierungsfahrpläne zu erarbeiten (siehe Maßnahme 17). Andererseits gilt es die vorhandene Gebäudeleittechnik zu optimieren, um Effizienzpotenziale mit geringen Investitionen zu heben bzw. Gebäudeleittechnik zu verbauen. Für die Umsetzung eines Energiemanagementsystems gilt es, die vorliegenden Informationen auszuwerten und konkrete Handlungen abzuleiten. Energiemanagementsysteme können sich dabei auf unmittelbare Energieeinsparungen durch Optimierung der Anlagentechnik oder auch auf die Beschaffung von Strom, Gas und Wärme auswirken.

- Handlungsschritte**
1. Beauftragung des kommunalen Objektbetreibers bzw. externen Sachverständigen zur Erstellung der Sanierungsfahrpläne
  2. Ableitung des Finanzierungsbedarfes aus den Sanierungsfahrplänen
  3. Einrichtung eines Energiemanagementsystems
  4. Kontinuierliche Auswertung des Energiemanagementsystems und Ableitung von weiteren Maßnahmen
  5. Einstellung der Mittel in den Haushaltsentwurf

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Haushaltsmittel Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme
<b>Herausforderungen</b>	Schaffung der technischen Grundlagen Verfügbarkeit qualifizierten Personals Kontinuität der Maßnahme

Maßnahme 17

<b>Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Liegenschaften</b>		<b>M17</b>
<b>HANDLUNGSFELD</b>	<b>Flächensicherung und Leuchtturmwirkung</b>	
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>Beschleunigung Umsetzung der Wärmewende, lokale Wirtschaftsförderung</b>	

**Beschreibung der Maßnahme**

Für die effiziente Umsetzung von Sanierungen und den langfristigen Werterhalt der Immobilien empfiehlt sich die Aufstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude. Die Verknüpfung energetischer Sanierungen mit den turnusmäßigen Sanierungen von Bauteilen stellt eine effiziente Umsetzung der Wärmewende sicher. Die daraus folgenden Sanierungen der Gebäude zu den ermittelten Zeitpunkten erfordern finanzielle Eigenmittel, die auch langfristig bereitzustellen sind. Diese Sanierungsfahrpläne dienen dann auch als Grundlage in der Finanzplanung des kommunalen Haushaltes.

- Handlungsschritte**
1. Beauftragung des kommunalen Objektbetreibers
  2. Beauftragung von Sachverständigen mit der Erstellung der Sanierungsfahrpläne
  3. Fortschreibung der Sanierungsfahrpläne

<b>Verantwortung / Akteure</b>	Gemeinde
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Haushaltsmittel Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme
<b>Herausforderungen</b>	Kontinuität der Maßnahme Umsetzung der Fahrpläne im Zeitplan Fortschreibung der Sanierungsfahrpläne

Maßnahme 18

PV auf kommunalen Dächern		M18
<b>HANDLUNGSFELD</b>	Leuchtturmwirkung, Vorbildwirkung der Kommune	
<b>ZIELSETZUNG</b>	Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung für Wärmetechnologien wie z. B. Wärmepumpen	
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>		
<p>Mit der Installation von PV-Dachanlagen auf kommunalen Dächern und der Erzeugung erneuerbarer Energie, kann die Gemeinde 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>		
<b>Handlungsschritte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifizierung von nutzbaren Dachflächen für PV-Anlagen</li> <li>2. Installation der PV-Anlagen durch Fachfirmen</li> <li>3. Evtl. öffentlich wirksame Darstellung der Projekte als Leuchtturmprojekte</li> </ol>	
<b>Verantwortung / Akteurinnen und Akteure</b>	Gemeinde Karlsfeld	
<b>Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten</b>	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)	
<b>Herausforderungen</b>	Mögliche Belastung des kommunalen Haushaltes	

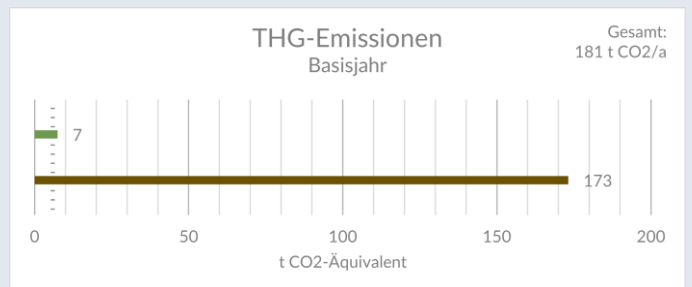
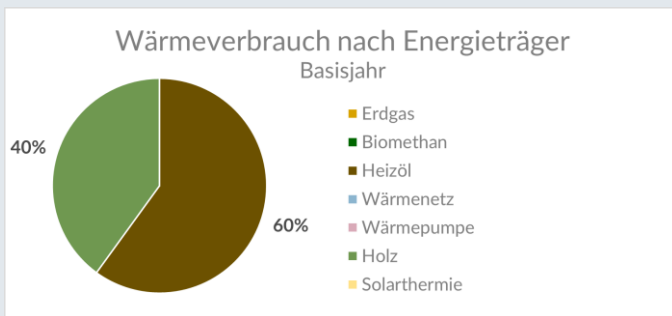
## Teilgebietssteckbriefe

## Bestand

Teilgebiet	1
Fläche	4 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	48 (45 beheizt)
Vorwiegende Baualterklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	931 MWh/a
Wärmedichte	241 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	18 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	16



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Gebiet sind überwiegend EFH und RH mit Gartengrundstücken vorzufinden. Das Teilgebiet verfügt über Wärmeliniendichten unterhalb von 2 MWh/m. Am östlichen Rand des Teilgebietes befindet sich eine Anschlussleitung des Wärmenetzes 2 von 18 m aus dem Nachbargebiet 3. Aktuell sind keine Gebäude aus dem Teilgebiet an das Wärmenetz angeschlossen. Im Gebiet ist kein Gasnetz vorhanden, sodass alle Gebäude dezentral versorgt werden. Aufgrund der Datengrundlage wurden für das Teilgebiet eine Energieträgeraufteilung nach den Schornstiefegerdaten des Gemeindegebiets angesetzt. Nach Akteuersinformationen (Betreiber des Wärmenetzes 2) ist eine Erweiterung des Wärmenetzes im Teilgebiet 1 aktuell nicht geplant, sodass für das Teilgebiet in Zukunft eine dezentrale Wärmeversorgung über erneuerbare Energien wie Biomasse und Wärmepumpen angenommen wird.

## Wärmewendestrategie

Dezentral

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets 747 m

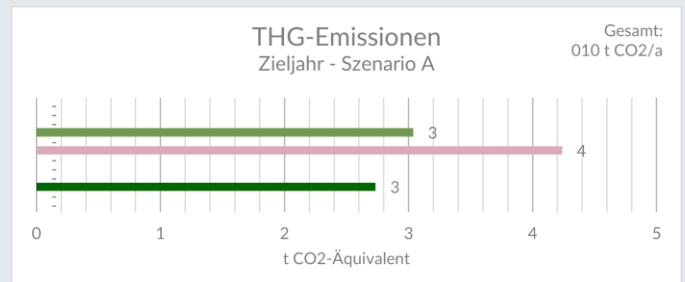
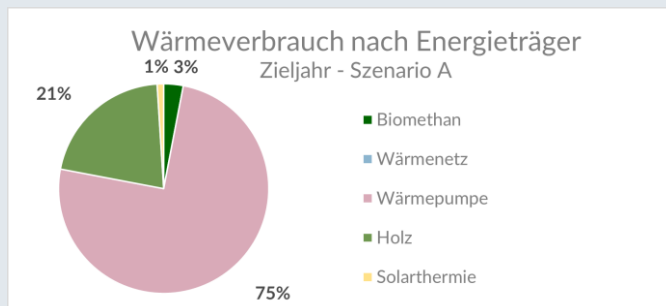
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	1
Wärmeverbrauch im Zieljahr	903 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	233 MWh/ha*a



## Maßnahmen

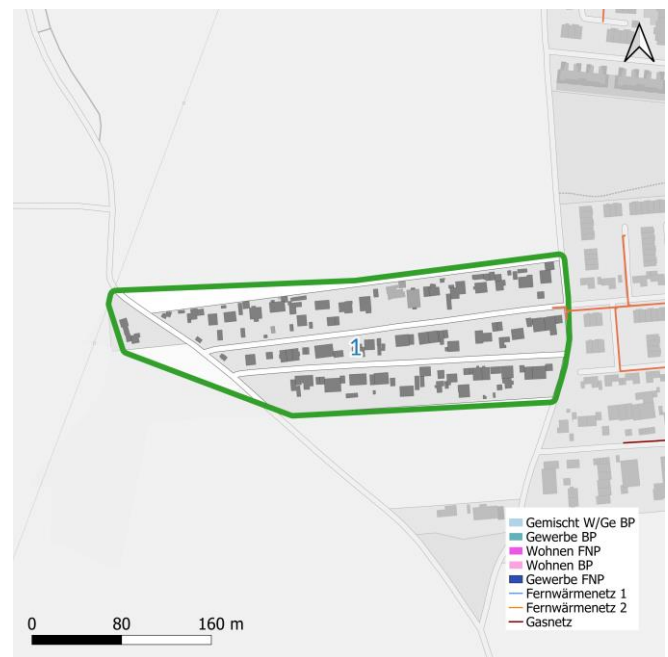
1

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



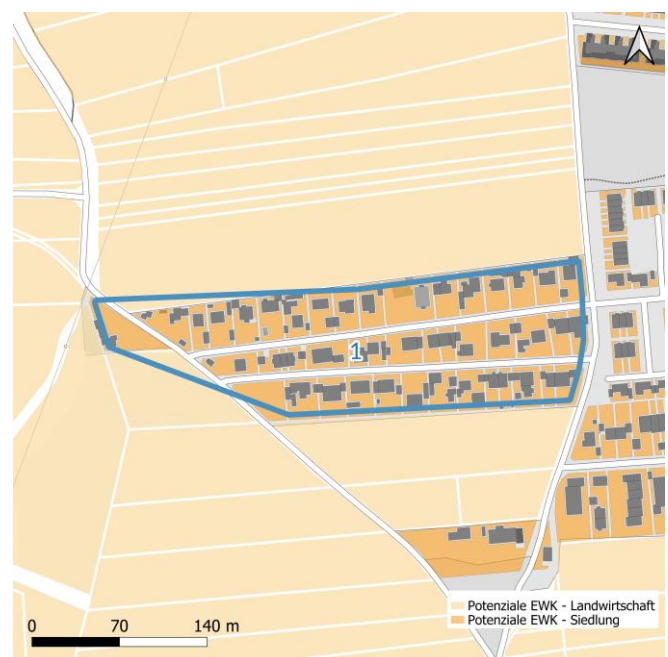
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



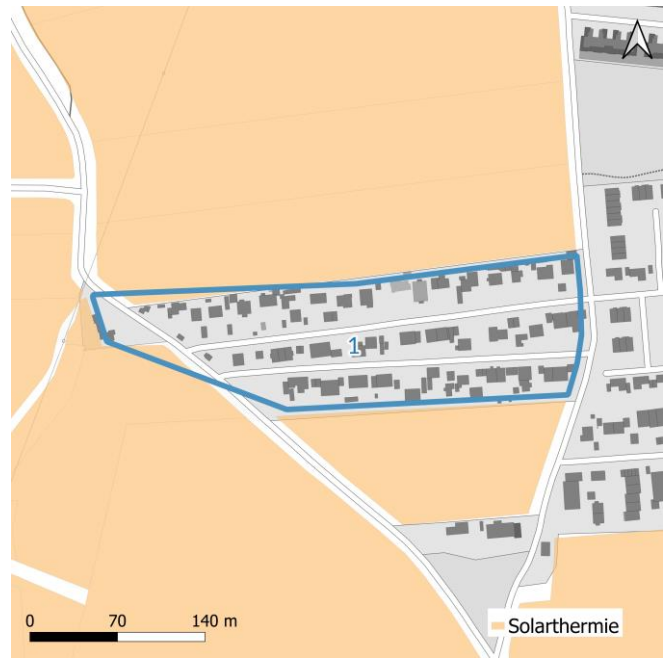
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

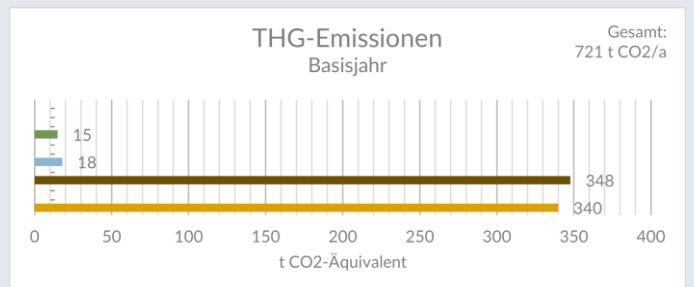
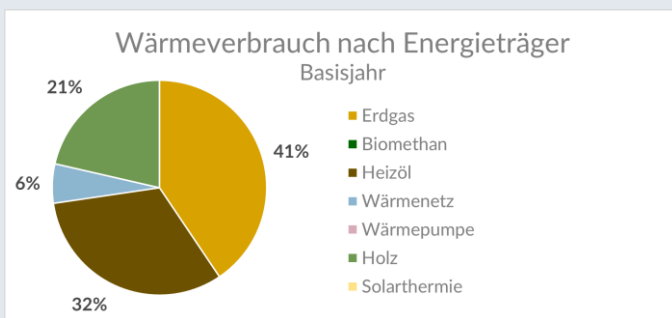


## Bestand

Teilgebiet	2
Fläche	9 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	139 (135 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	3.493 MWh/a
Wärmedichte	375 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	1 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	14 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	54 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	30



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Der Gebäudebestand ist überwiegend der Wohnnutzung zuzuschreiben. Im nordwestlichen Bereich des Gebiets sind überwiegend MFH vorzufinden. Ansonsten sind überwiegend EFH und RH vorhanden. Im nordöstlichen Bereich ist die Fachoberschule verortet, die als Ankerkunde ans Wärmenetz 2 angeschlossen ist. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Etwa die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Ein kleiner Anteil ist über die Versorgung von Fernwärme (Wärmenetz 2) gegeben. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Auf Grundlage der vorliegenden Akteursinformationen (Betreiber Wärmenetz 2) ist dieses Teilgebiet in Zukunft für eine Ausbau des Wärmenetzes 2 in der näheren Evaluation.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzprüfung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.417 m
---	---------

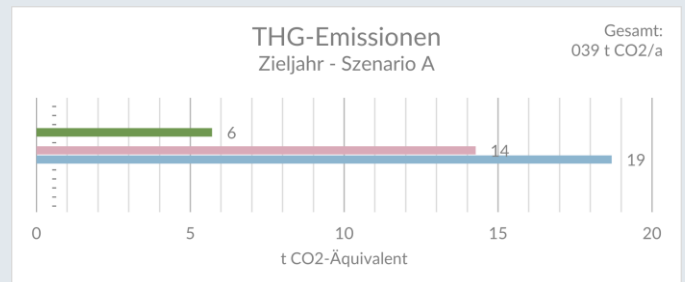
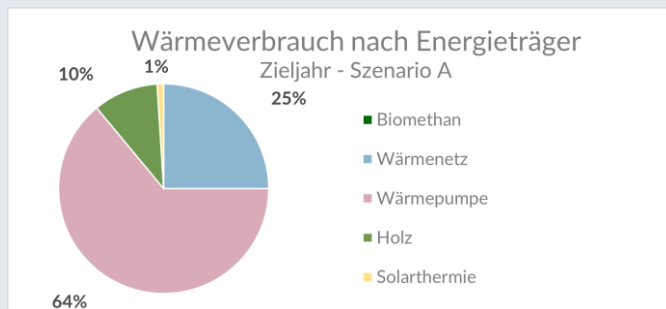
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	2
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.270 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	351 MWh/ha*a



## Maßnahmen

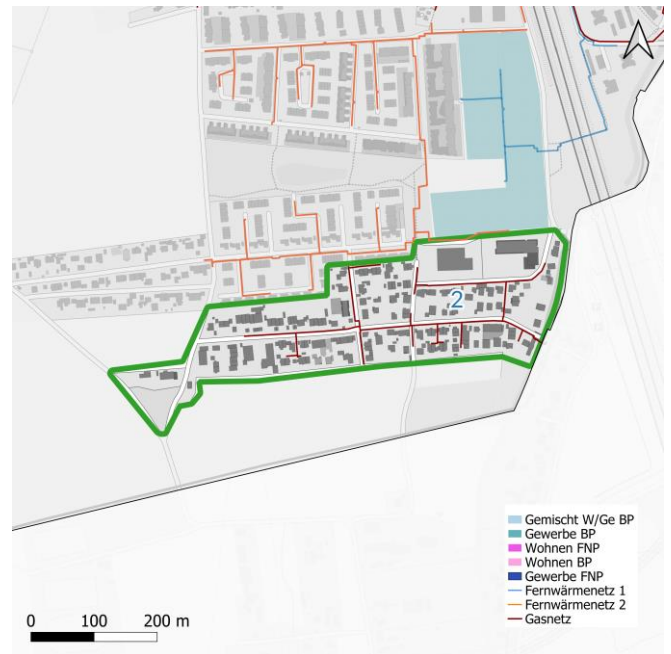
1, 2, 7

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



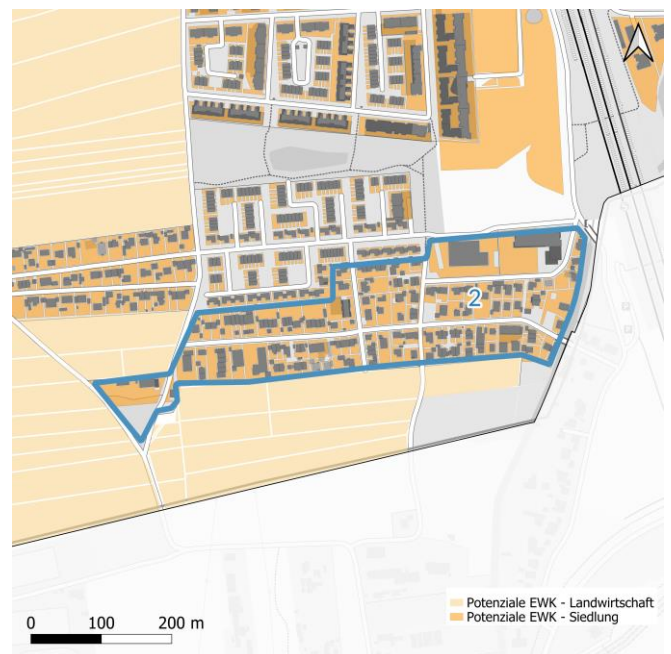
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**

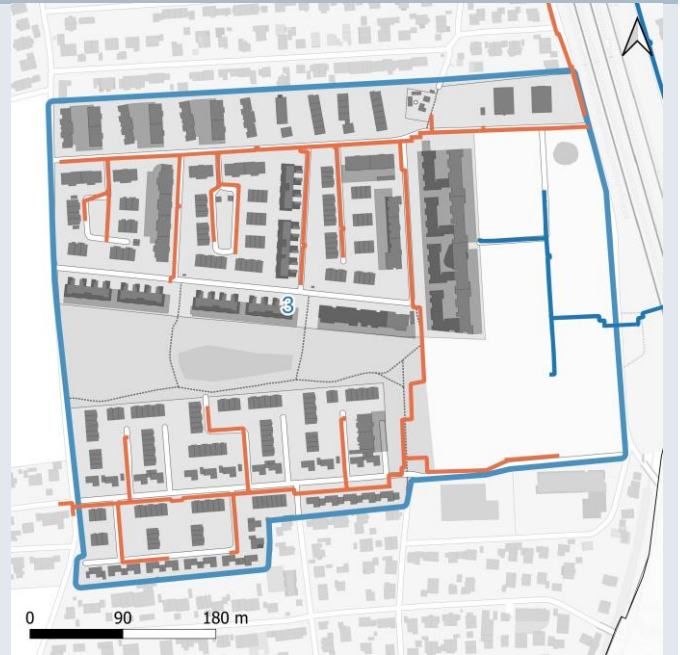


**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

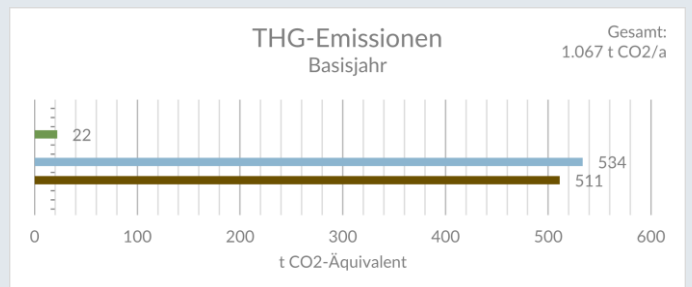
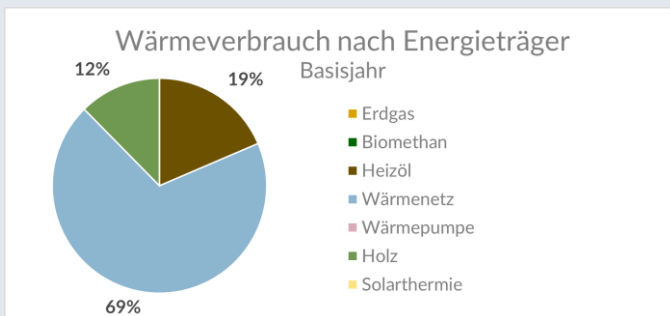


## Bestand

Teilgebiet	3
Fläche	21 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	351 (350 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	2010-2019
Wärmeverbrauch	8.880 MWh/a
Wärmedichte	416 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	74 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	5.640 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	0 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	6



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Das Baualter der Gebäude dieses Gebietes ist überwiegend neuer als 2001. Der Hauptteil der Gebäude ist bereits an das Wärmenetz 2 angeschlossen. Das Wärmenetz 2 wird derzeit über die Energieträger Erdgas, Biomethan und Holzpellets mit Wärme gespeist. Ein Gasnetz ist nicht im Teilgebiet vorhanden. Darüber hinaus ist auf dem Gebiet ein Ankerkunde (Altenpflegeheim) an das Wärmenetz 1 angeschlossen. In Zukunft wird von einer Wärmenetzverdichtung des Wärmenetzes 2 ausgegangen. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Im Westen des Gebiets (beim Altenpflegeheim) ist ein Gewerbegebiet in Entwicklung, in dem zukünftig neue Gebäude gebaut und eventuell an eins der Wärmenetze angeschlossen werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzverdichtung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Wärmenetz   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	0 m
---	-----

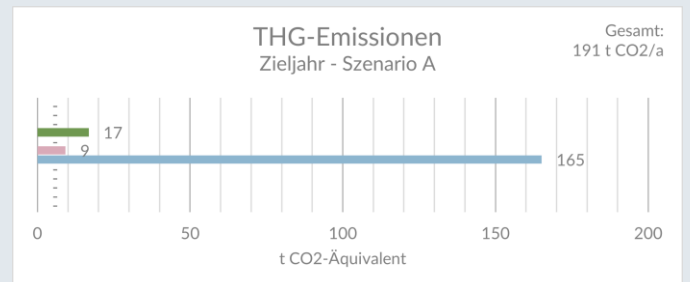
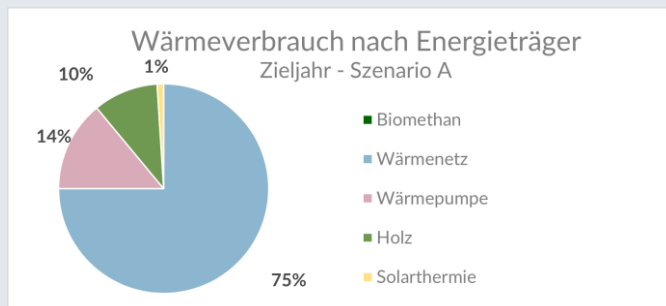
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	3
Wärmeverbrauch im Zieljahr	8.818 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	413 MWh/ha*a



## Maßnahmen

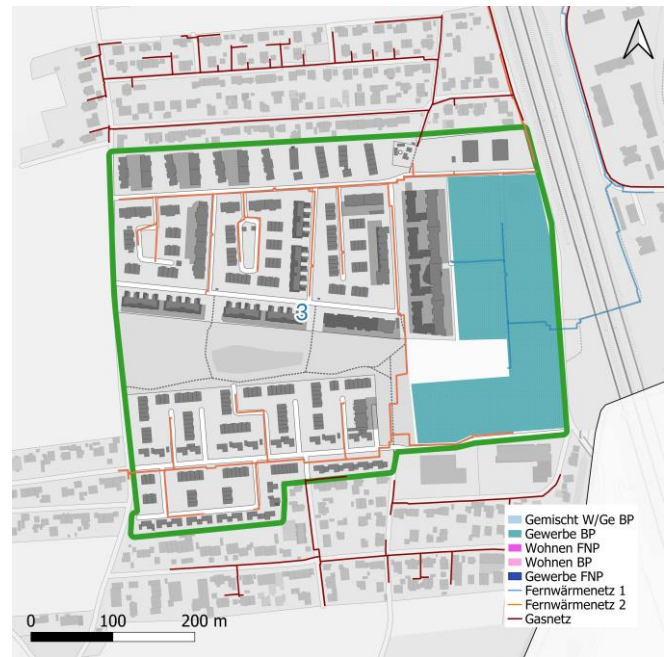
1, 5, 7, 12

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



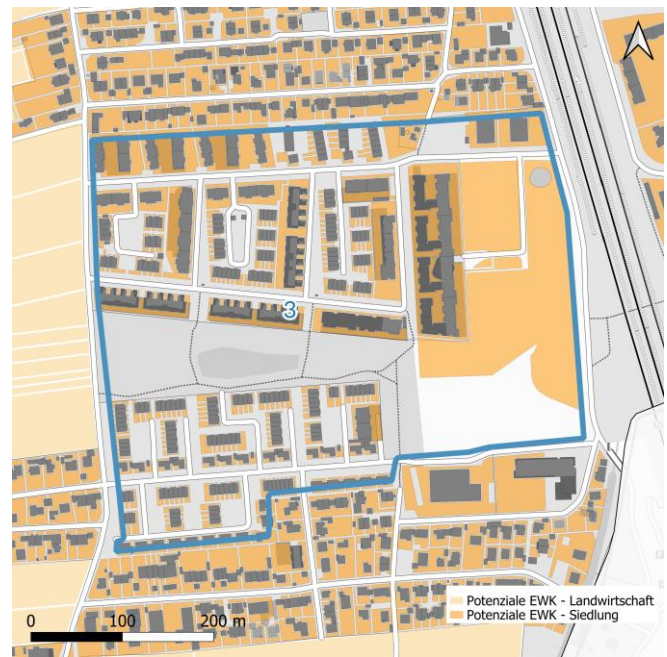
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

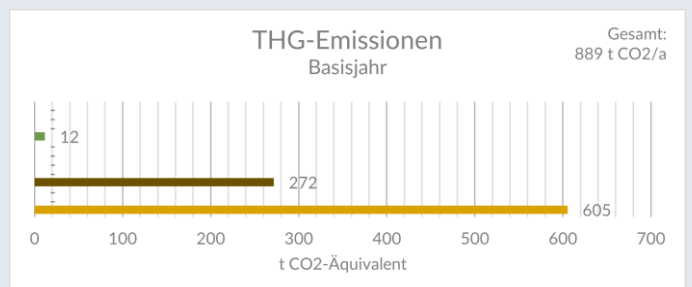
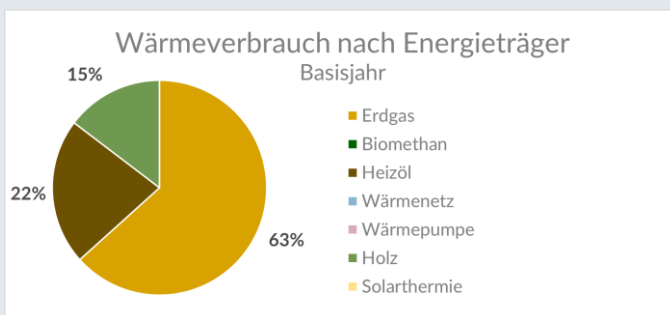


## Bestand

Teilgebiet	4
Fläche	17 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	179 (170 beheizt)
Vorwiegende Baualterklasse	1991-2000
Wärmeverbrauch	3.982 MWh/a
Wärmedichte	229 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	531 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	65 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	36



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Der Gebäudebestand weist überwiegend freistehende EFH und MFH mit Baualterklassen nach 1984 auf. Ein Neubau des Gynasium an der Theresa-von-Bayer Straße wurde vor kurzen fertiggestellt (Gebäudepolygon ist noch nicht in Karte enthalten). Das Gymnasium ist nun an das Wärmenetz 2 angeschlossen, jedoch sind die Verbrauchsdaten zum Stand der Datenerhebung nicht bekannt gewesen und somit nicht in die Betrachtung eingeflossen. Eine größere Kindertagesstätte ist im Teilgebiet vorhanden. Ein großer Teil der Gebäude ist an das Gasnetz angeschlossen. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Die zukünftige Wärmeversorgung im Teilgebiet ist über den Wärmenetzausbau des Wärmenetzes 2 vorgesehen.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzausbau

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.886 m
---	---------

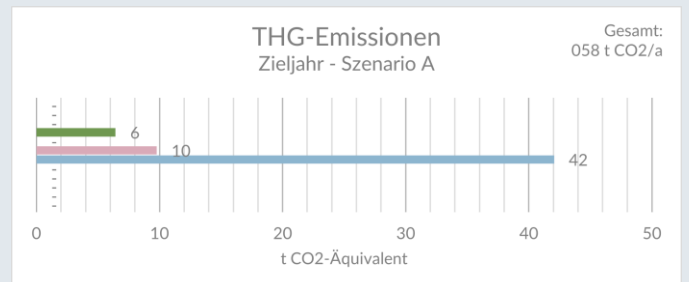
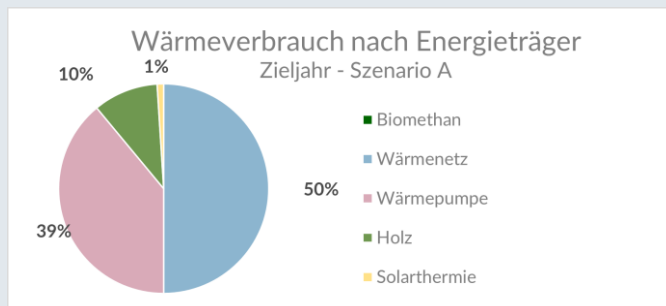
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen), Biomethan (WN)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	8
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.582 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	206 MWh/ha*a

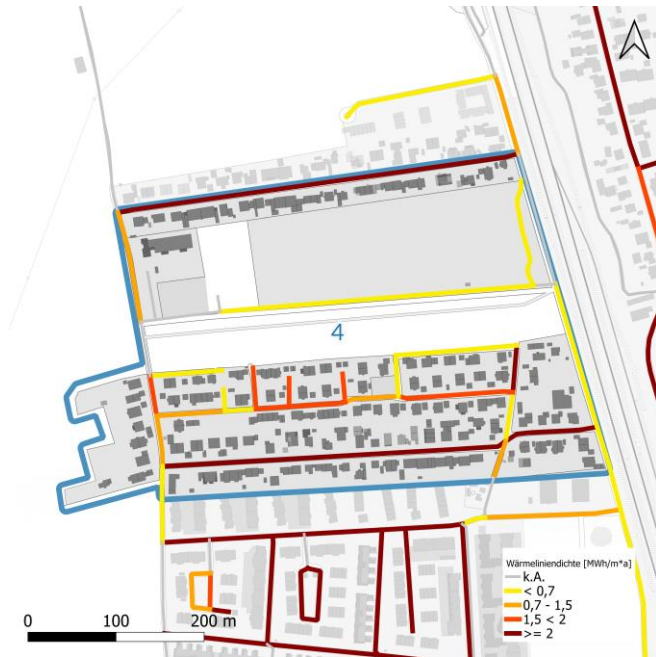


## Maßnahmen

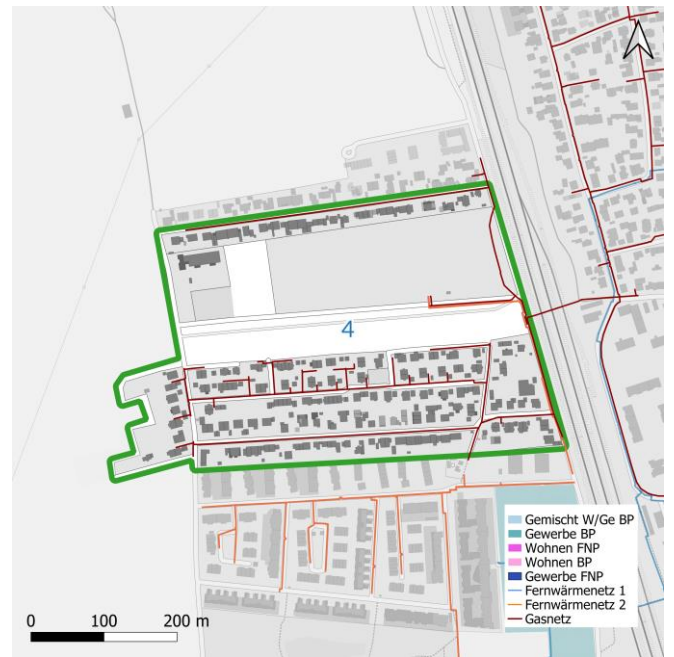
1, 13

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



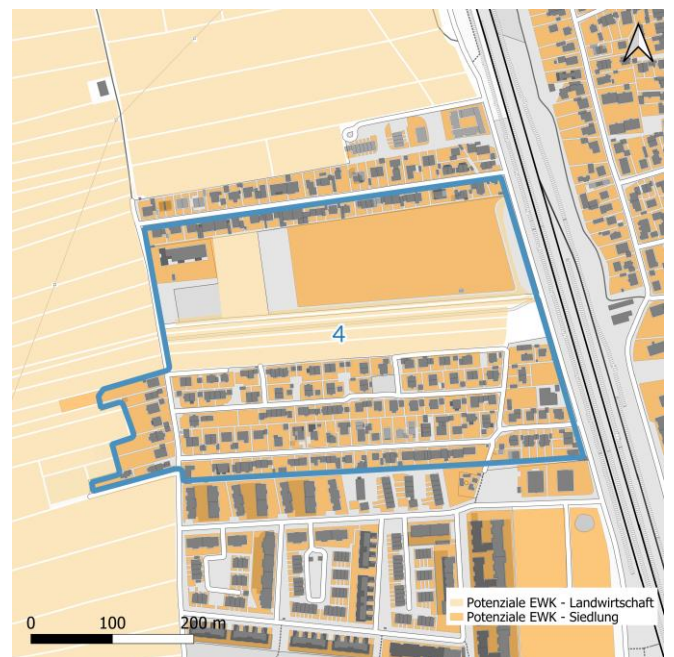
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



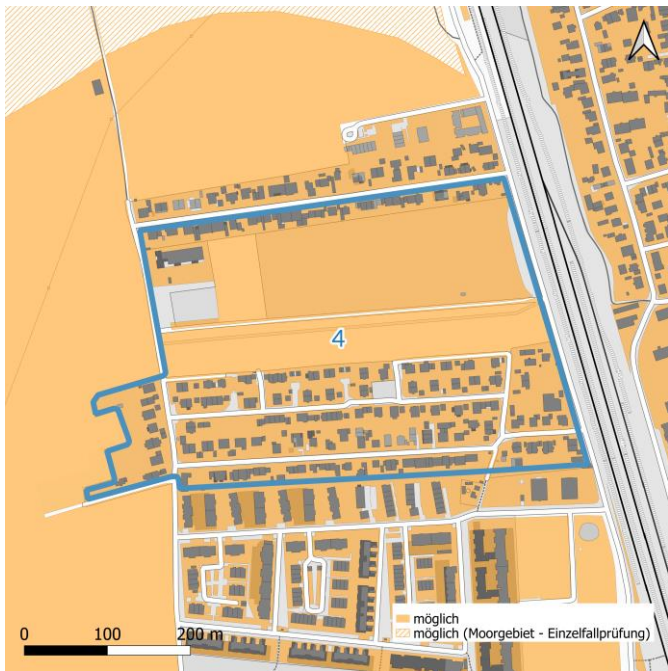
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



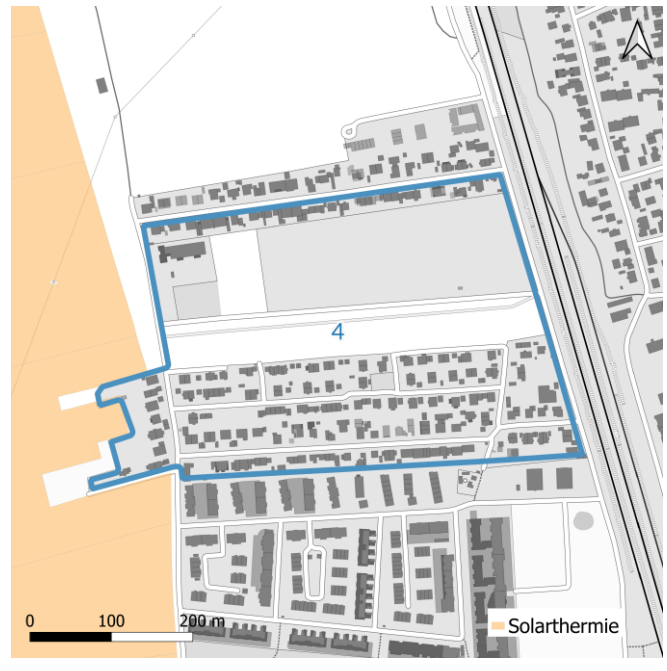
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**

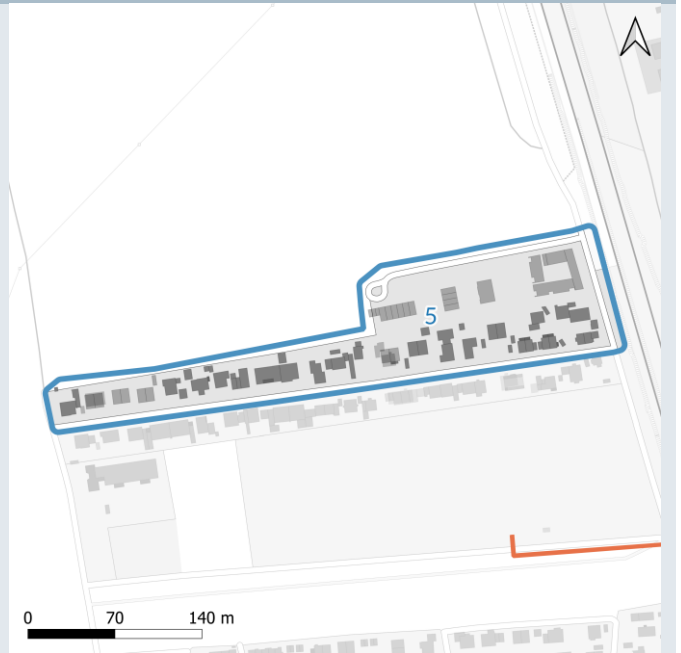


**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

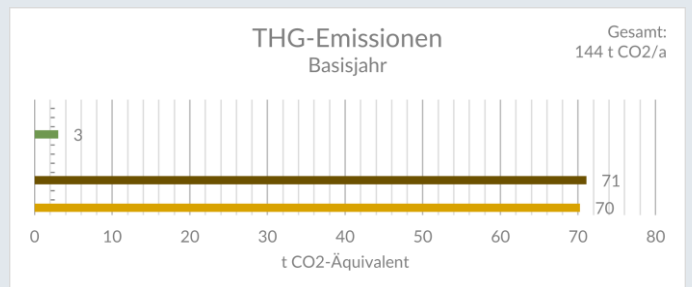
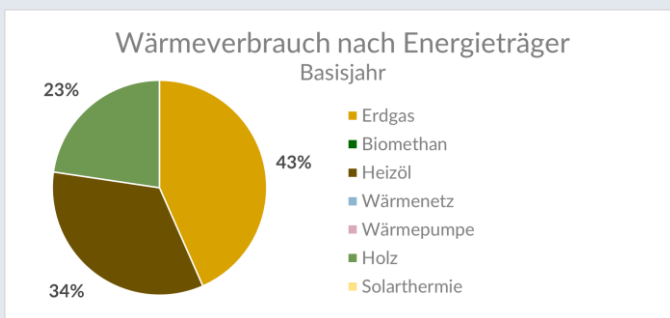


## Bestand

Teilgebiet	5
Fläche	2 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	45 (30 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	675 MWh/a
Wärmedichte	282 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	50 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	8



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1979 und 2001 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Die Hälfte der Gebäude ist an das Gasnetz angeschlossen. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Die Wärmeversorgung im Teilgebiet wird auch in Zukunft voraussichtlich dezentral über erneuerbare Energien wie Biomasse und Wärmepumpen erfolgen. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 2) ist keine hohe Anschlussquote zu erwarten und eine primäre Erweiterung des Netz nicht geplant.

## Wärmewendestrategie

Dezentral

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5 m
---	-----

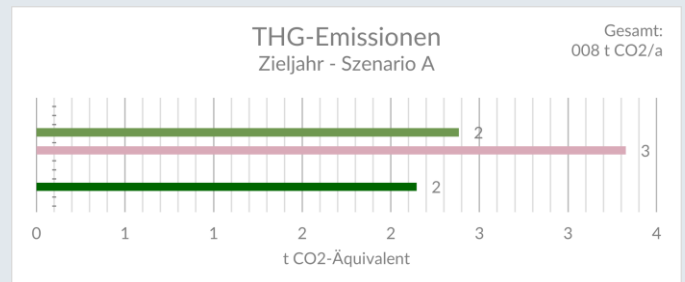
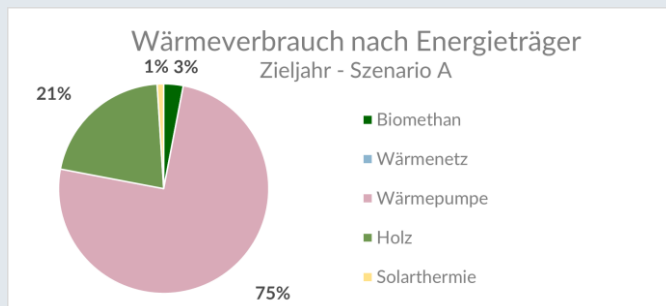
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	0
Wärmeverbrauch im Zieljahr	675 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	282 MWh/ha*a

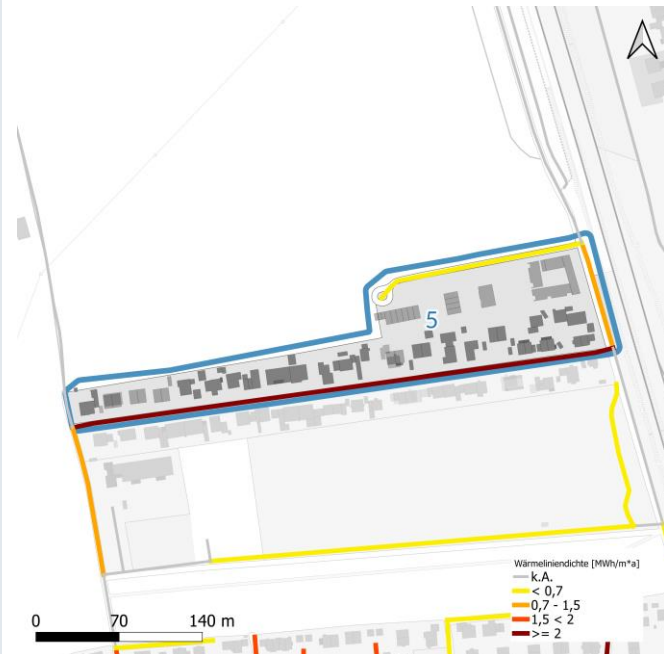


## Maßnahmen

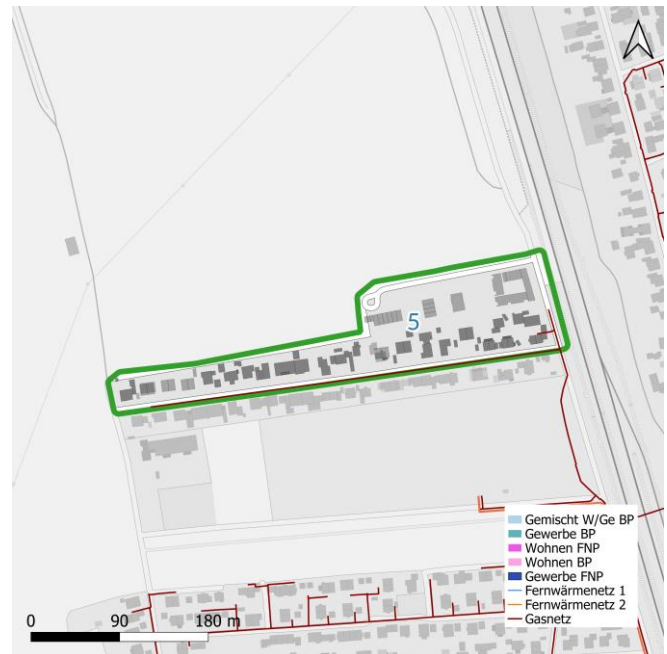
1, 7

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



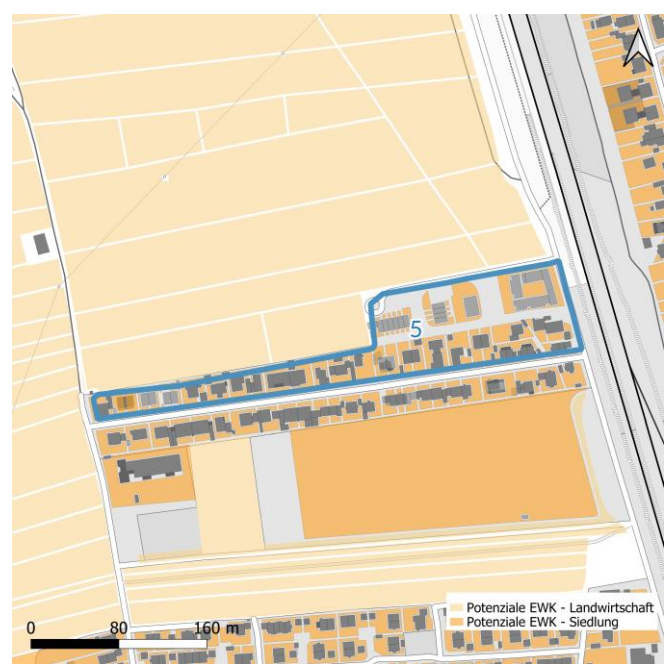
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



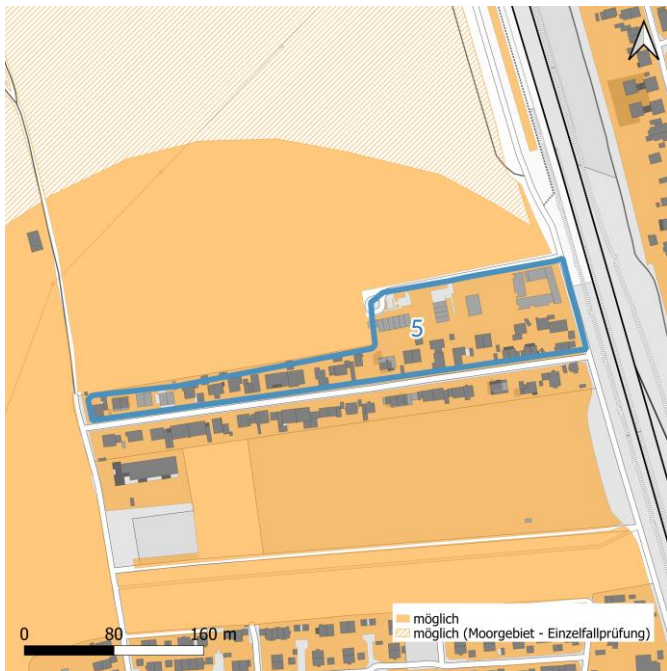
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



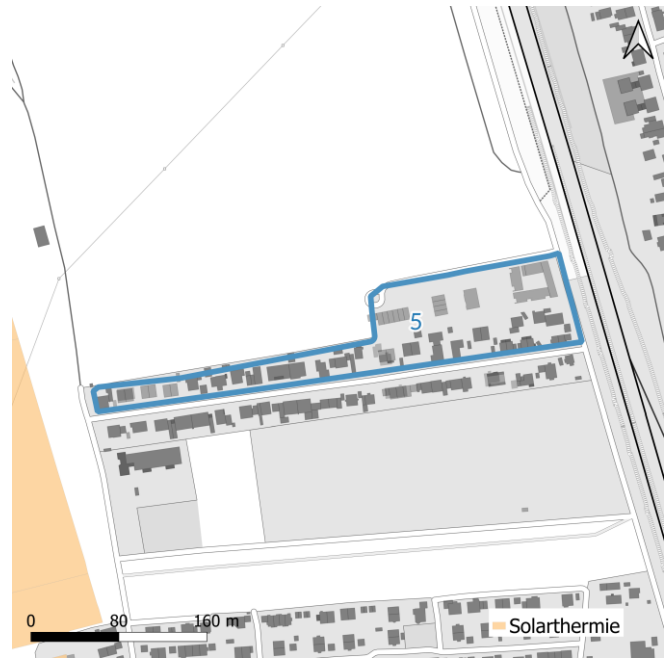
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

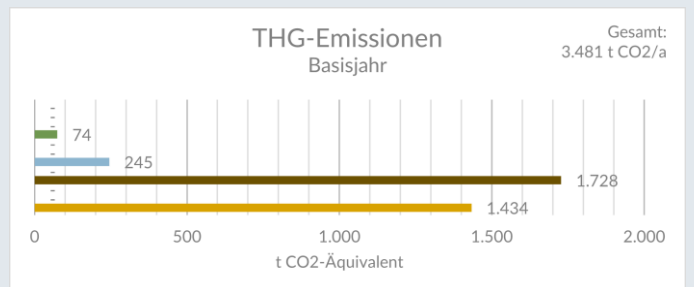
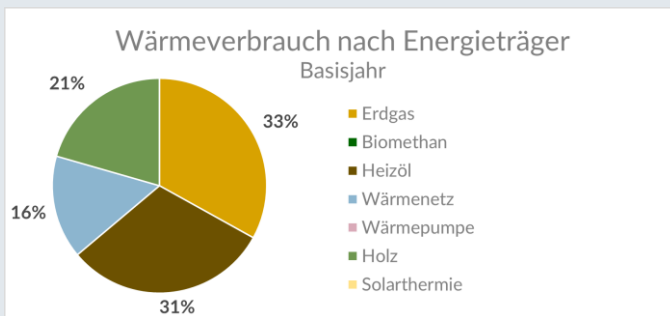


## Bestand

Teilgebiet	6
Fläche	48 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	539 (519 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	18.075 MWh/a
Wärmedichte	57 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	5 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	5.672 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	48 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	186



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Das Wärmenetz 1 zieht sich vom südlichen zum nördlichen Teil des Gebiets und versorgt mehrere Großabnehmer. Ein Gasnetz ist im Gebiet vorhanden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Auf Grundlage der vorliegenden Akteursinformationen (Betreiber Wärmenetz 1) ist dieses Teilgebiet in Zukunft für einen Ausbau des Wärmenetzes 1 in der näheren Evaluation. Zukünftig werden voraussichtlich neue Gebäude im Neubaugebiet im Westen des Teilgebietes entstehen und dadurch den Energieverbrauch erhöhen. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzausbau

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.396 m
---	---------

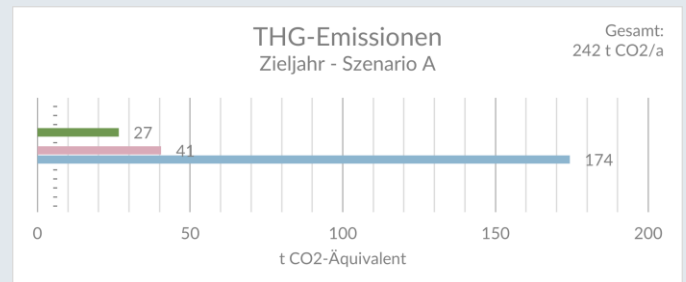
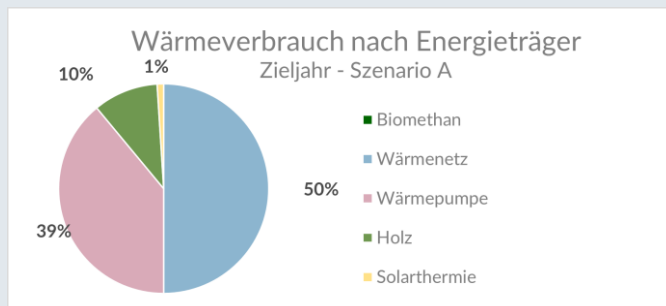
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	35
Wärmeverbrauch im Zieljahr	15.784 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	328 MWh/ha*a

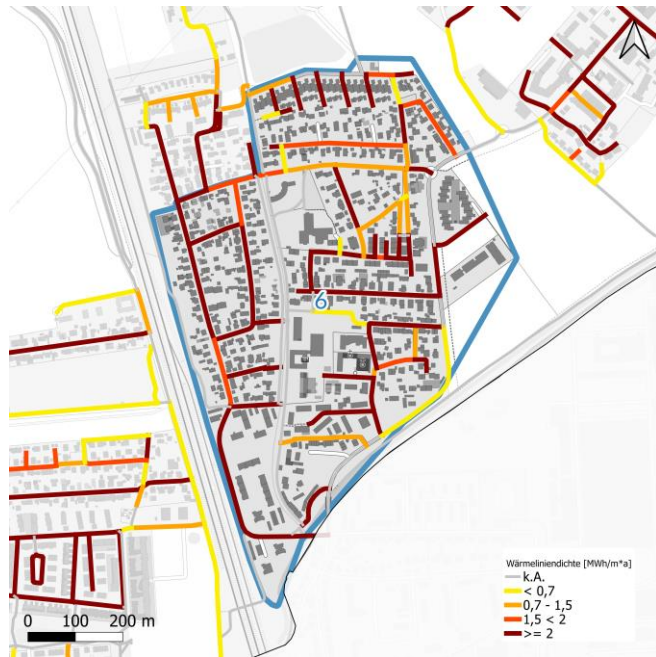


## Maßnahmen

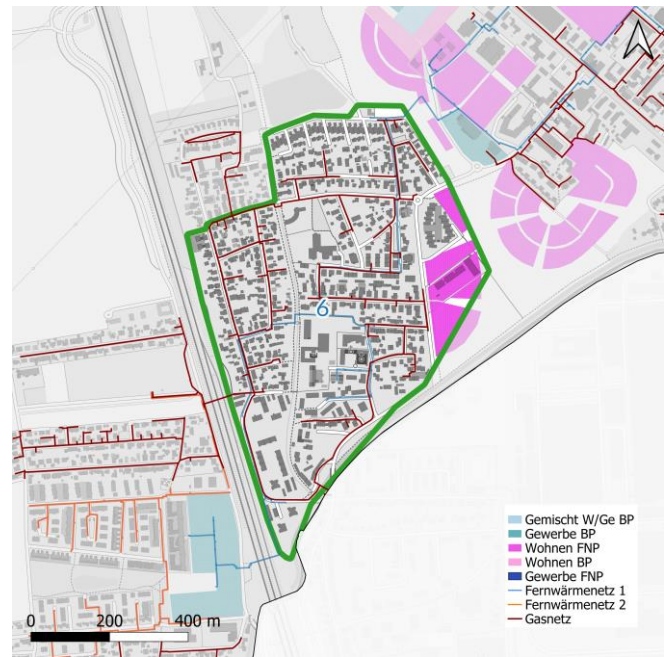
1, 13

Potenziale zur Wärmeversorgung

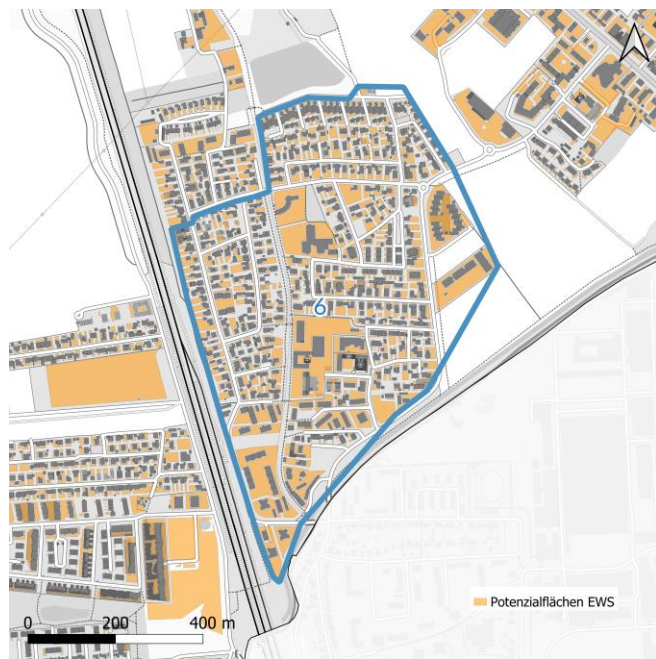
Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



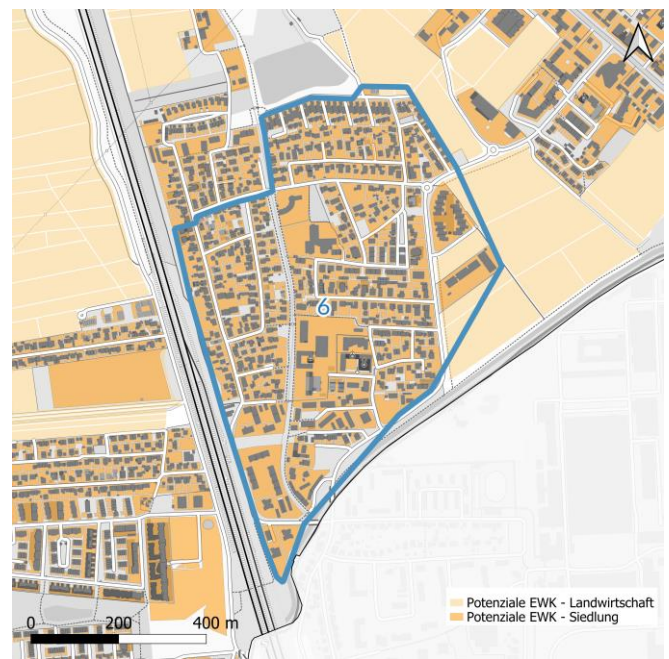
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



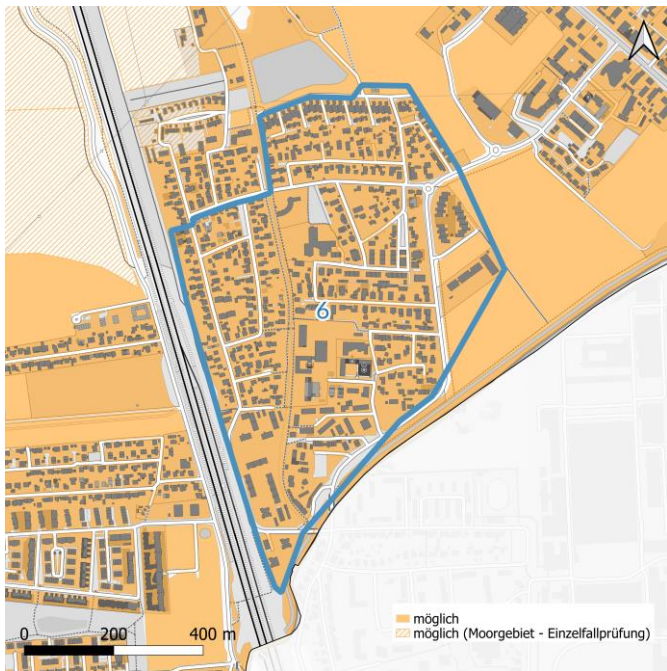
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

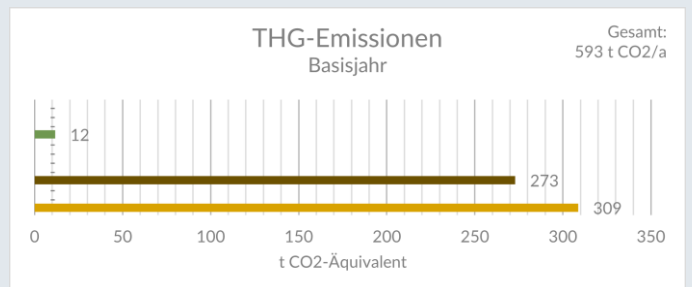
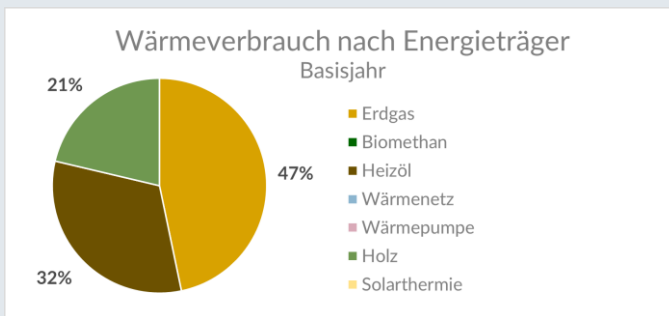


## Bestand

Teilgebiet	7
Fläche	8 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	90 (89 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	2010-2019
Wärmeverbrauch	2.753 MWh/a
Wärmedichte	1.657 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	49 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	34



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1958 und 2001 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt über teils hohe Wärmelinienichten größer als 2 MWh/m. Knapp die Hälfte der Gebäude ist an das Gasnetz angeschlossen. Ein Wärmenetz ist bisher nicht vorhanden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Die Wärmeversorgung im Teilgebiet wird auch in Zukunft voraussichtlich dezentral über erneuerbare Energien wie Biomasse und Wärmepumpen erfolgen. Im Nachbargebiet 6 ist das Wärmenetz 1 vorhanden. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist keine hohe Anschlussquote zu erwarten und eine primäre Erweiterung des Netz nicht geplant.

## Wärmewendestrategie

Dezentral

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

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

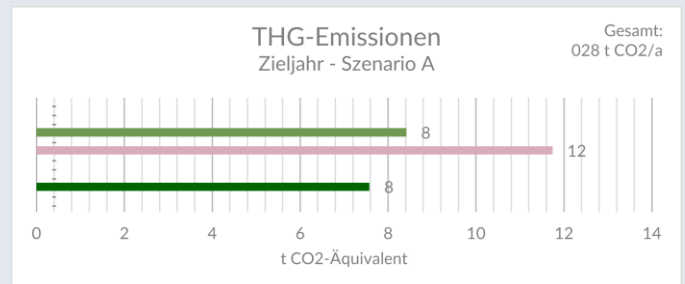
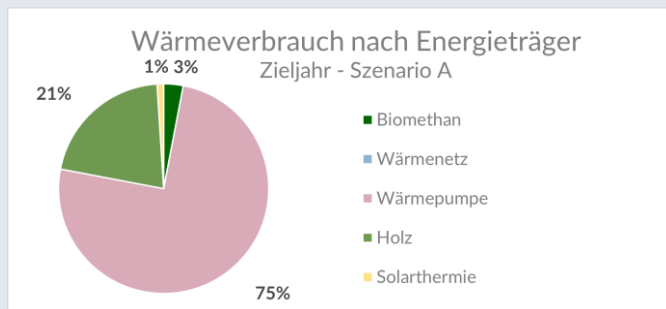
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	4
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.294 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	295 MWh/ha*a

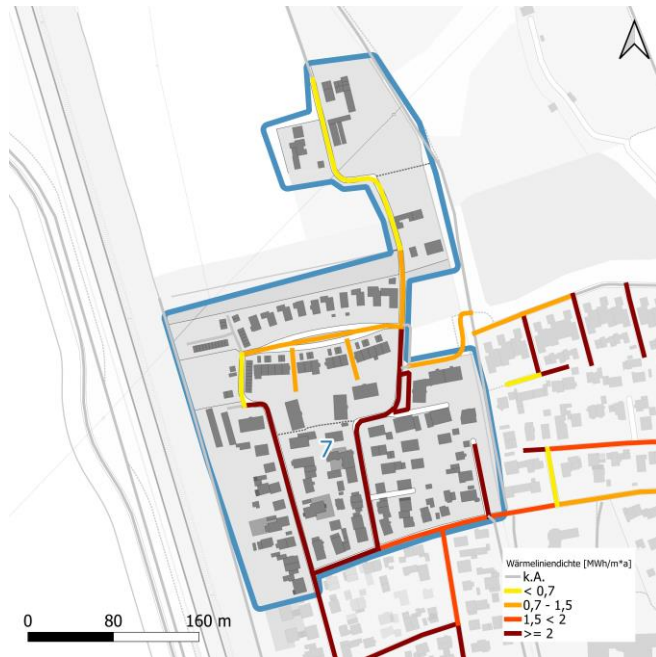


## Maßnahmen

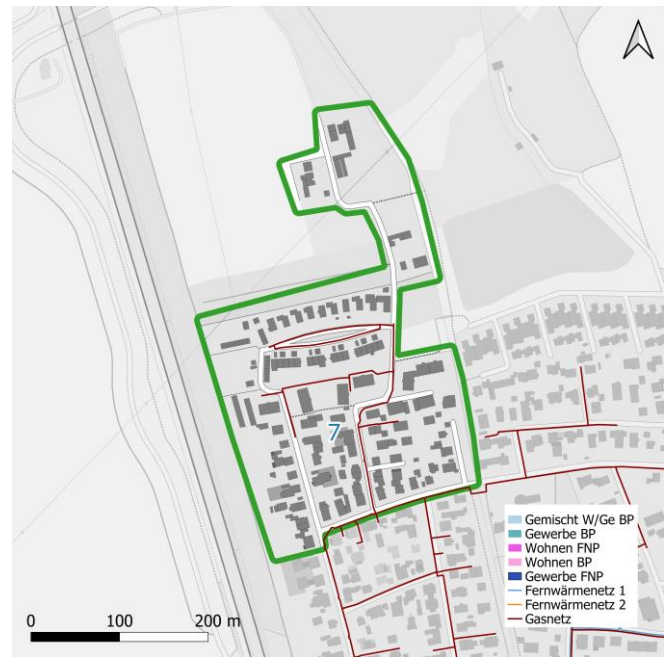
1

Potenziale zur Wärmeversorgung

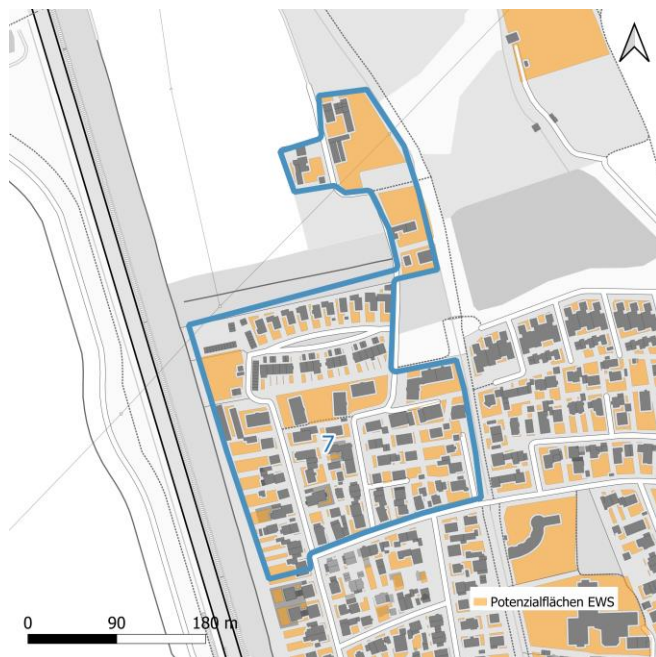
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



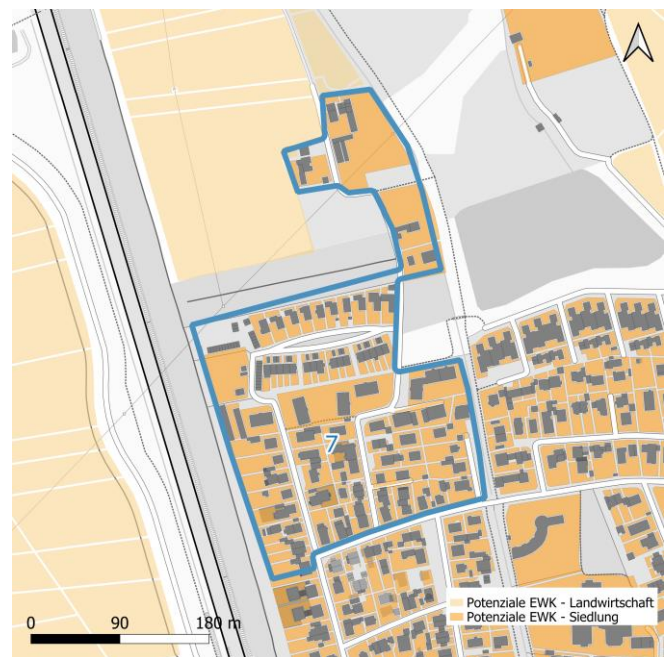
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



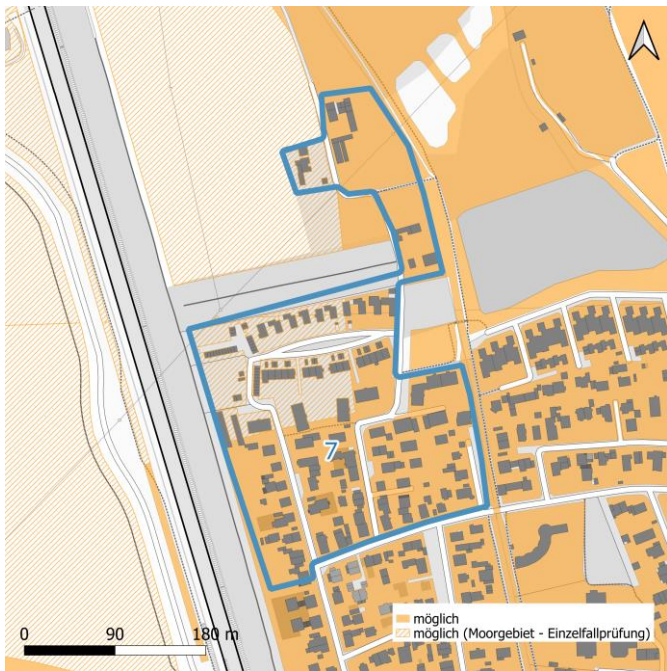
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



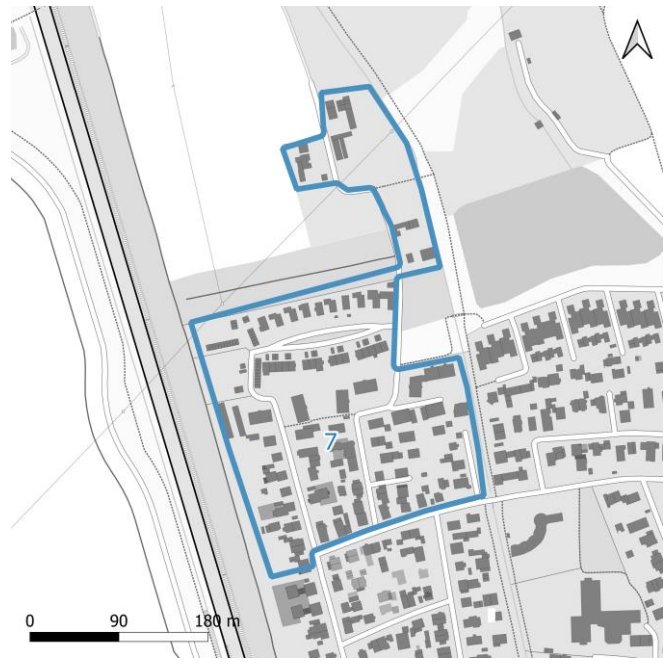
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**

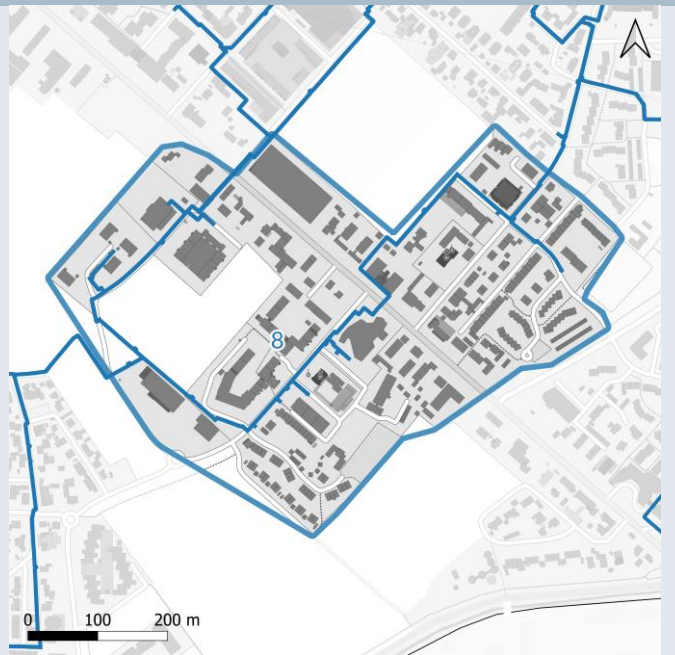


**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

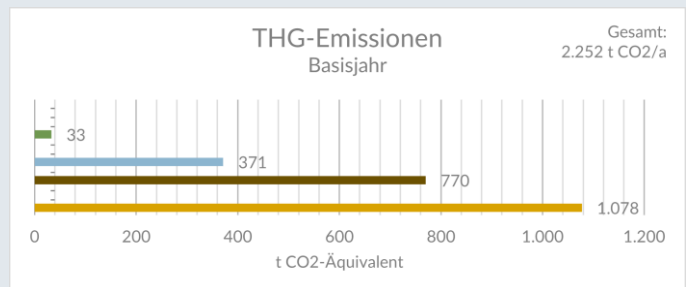
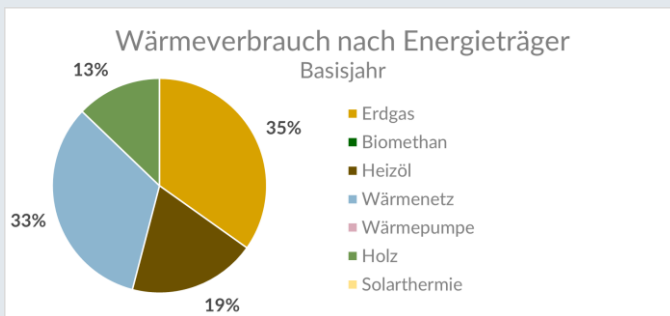


## Bestand

Teilgebiet	8
Fläche	27 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	240 (238 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	12.897 MWh/a
Wärmedichte	477 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	11 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	4.604 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	60 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	59



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind sowohl EFH und MFH als auch kommunale Gebäude (z. B. Rathaus) und Gewerbegebäude vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt größtenteils über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Das Wärmenetz 1 liegt im Gebiet und versorgt überwiegend kommunale Gebäude. Zusätzlich befinden sich die Wärmeerzeugeranlagen des Wärmenetzes 1 im Teilgebiet. Hier soll zukünftig auch der Anschluss an die Wärme aus der Tiefengeothermie gelegt werden. Ein Gasnetz ist im Gebiet ebenfalls vorhanden. Das Wärmenetz und das Gasnetz decken jeweils knapp 35 % der Wärmeversorgung im Gebiet ab. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornstiefegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist ein Ausbau des Wärmenetzes geplant. Primär können entlang des bestehenden Wärmenetzes neue Abnehmer angeschlossen werden. Zukünftig werden neue Gebäude in mehreren Neubaugebieten im Gebiet und im Umkreis des Gebietes entstehen und dadurch den Energieverbrauch erhöhen. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzausbau

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Wärmenetz   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	0 m
---	-----

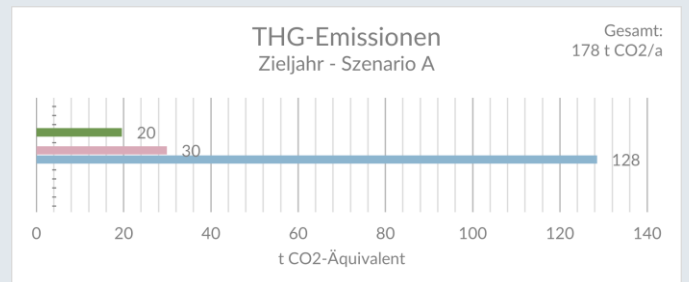
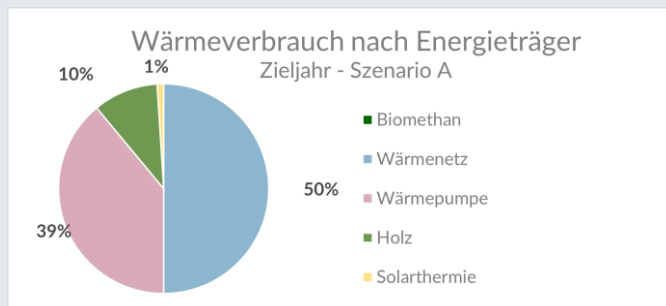
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	7
Wärmeverbrauch im Zieljahr	11.140 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	412 MWh/ha*a

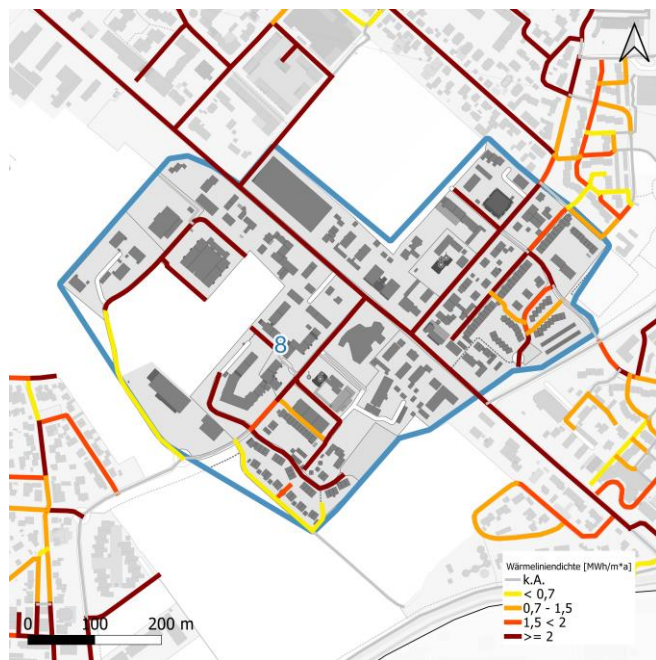


## Maßnahmen

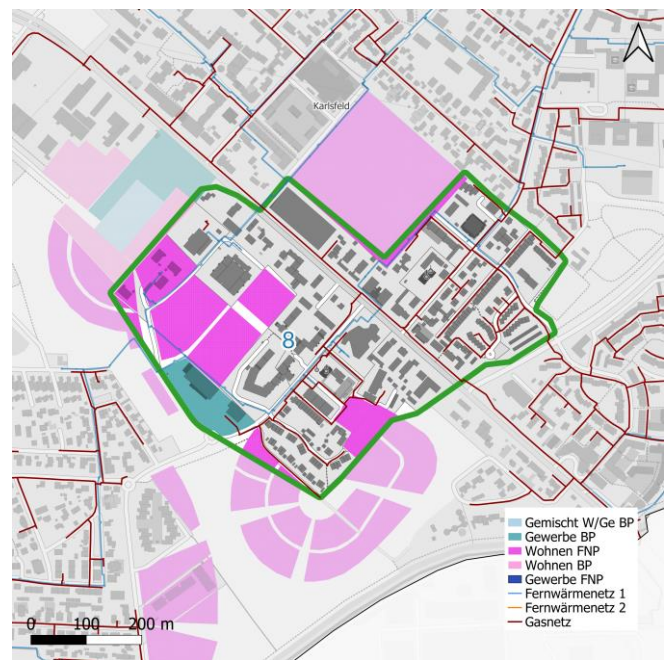
1, 13

Potenziale zur Wärmeversorgung

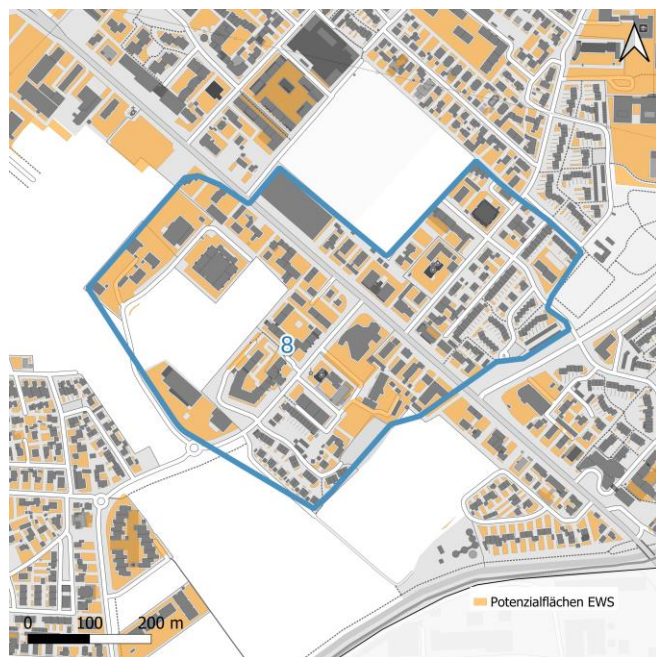
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



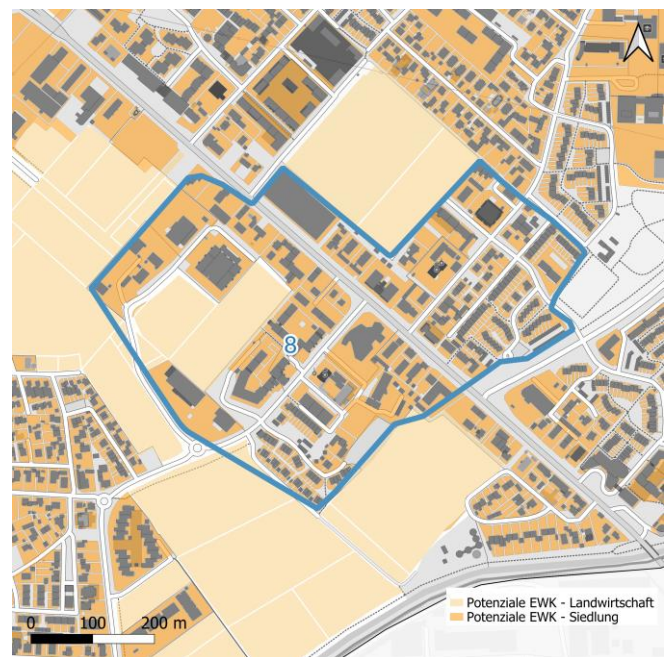
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



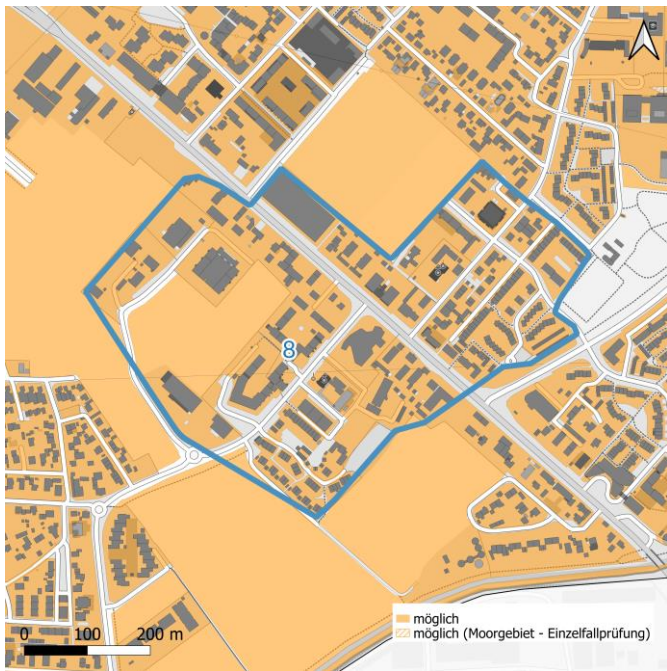
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

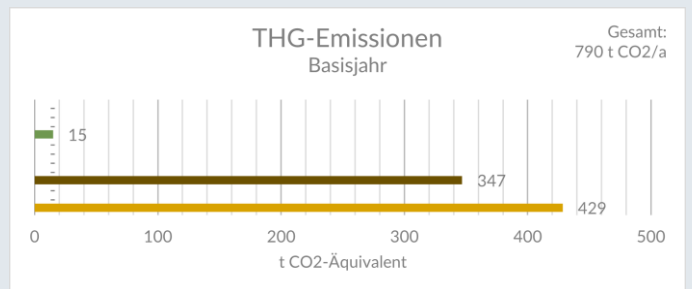
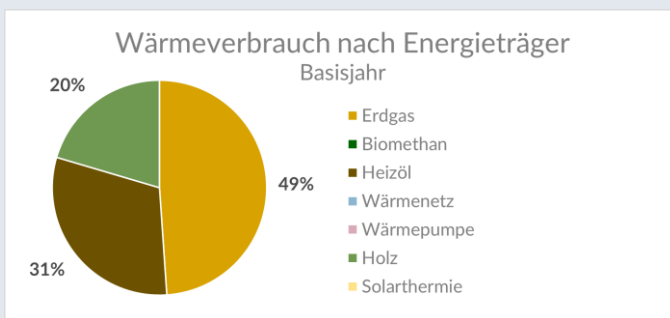


## Bestand

Teilgebiet	9
Fläche	7 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	128 (128 beheizt)
Vorwiegende Baualterklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	3.651 MWh/a
Wärmedichte	533 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	52 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	76



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

In diesem Wohngebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Die Gebäude wurden zwischen 1958 und 1968 gebaut. Für das Teilgebiet liegt ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial vor. Somit sollten energetische Sanierungen in zukünftigen Umsetzungsstrategien berücksichtigt werden. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Etwa die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Im Gebiet ist bislang kein Wärmenetz vorhanden, jedoch sind im Teilgebiet hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m vorzufinden. Das Gebiet wurde im Zuge der kommunalen Wärmeplanung als Fokusgebiet deklariert. Im Zuge dessen wurde ein Wärmenetzanschluss an das Wärmenetz 1 (südlich im Nachbargebiet 10 gelegen) detailliert analysiert.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzprüfung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.008 m
---	---------

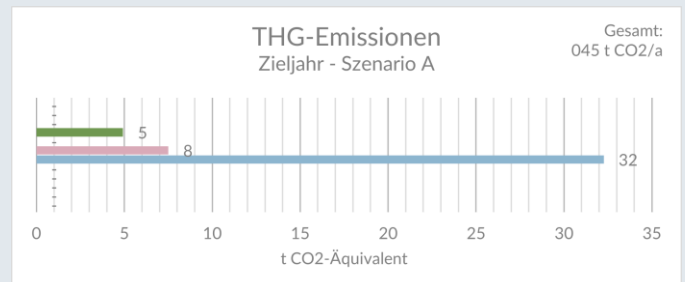
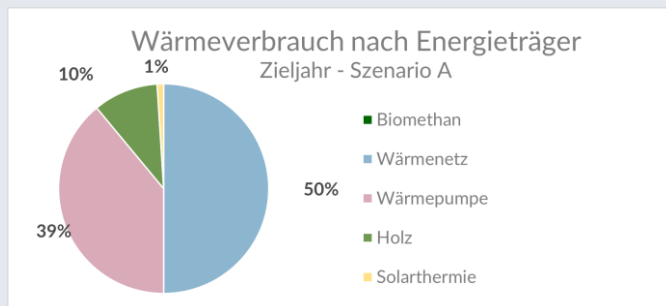
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen), Tiefengeothermie (WN 1)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	8
Wärmeverbrauch im Zieljahr	3.372 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	492 MWh/ha*a



## Maßnahmen

1, 2, 3

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



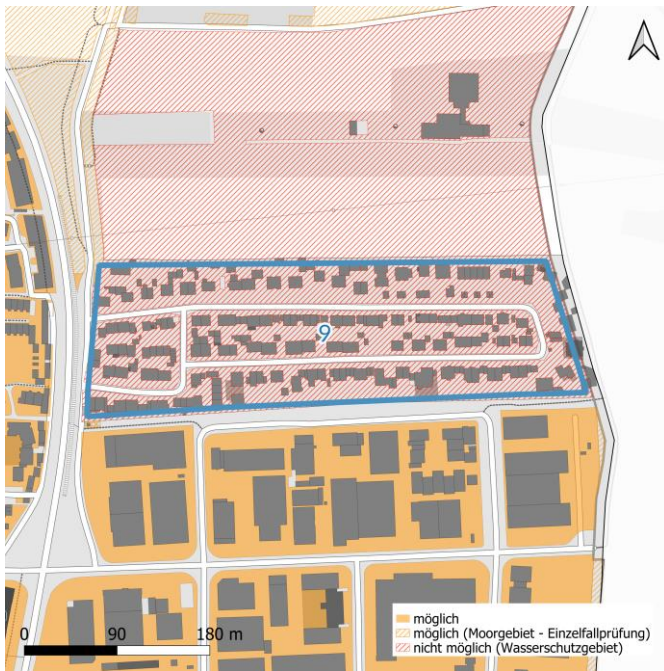
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



### Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

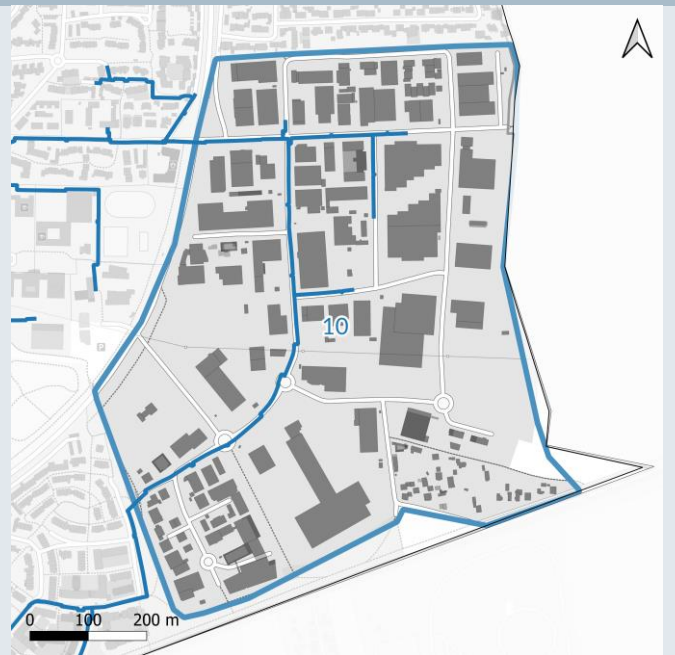


### Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen

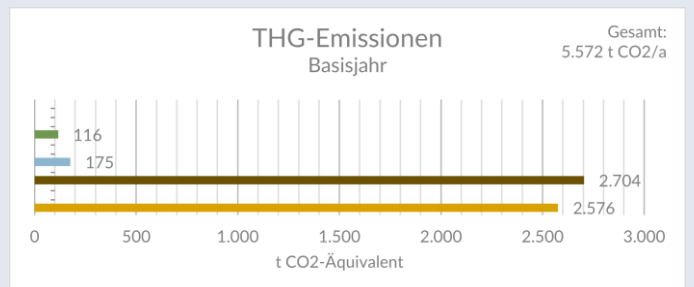
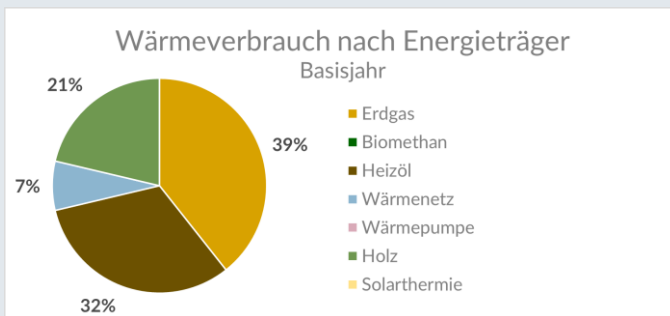


## Bestand

Teilgebiet	10
Fläche	53 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Gewerbegebiet
Anzahl Adressen	129 (127 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	2001-2010
Wärmeverbrauch	27.286 MWh/a
Wärmedichte	514 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	7 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	3.350 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	36 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	94



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Das Teilgebiet 10 ist ein Gewerbegebiet mit vereinzelter Wohnraumnutzung. Die überwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Teilgebiet ist 2001 - 2010. Für das Teilgebiet liegt ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial vor. Somit sollten energetische Sanierungen bzw. Energieeinsparungen im Industrie- und Gewerbebereich in zukünftigen Umsetzungsstrategien berücksichtigt werden. Das Teilgebiet verfügt größtenteils über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Das Wärmenetz 1 liegt im Gebiet, versorgt überwiegend Gewerbegebäude und hat einen Anteil an der Wärmeversorgung von unter 10 %. Ein Gasnetz ist im Gebiet ebenfalls vorhanden, welches knapp 40 % des Gebäudebestandes im Gebiet versorgt. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist ein Ausbau des Wärmenetzes geplant. Primär können entlang des bestehenden Wärmenetzes neue Abnehmer angeschlossen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzausbau

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	1.906 m
---	---------

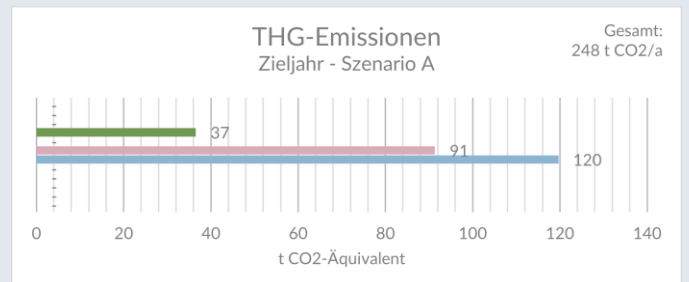
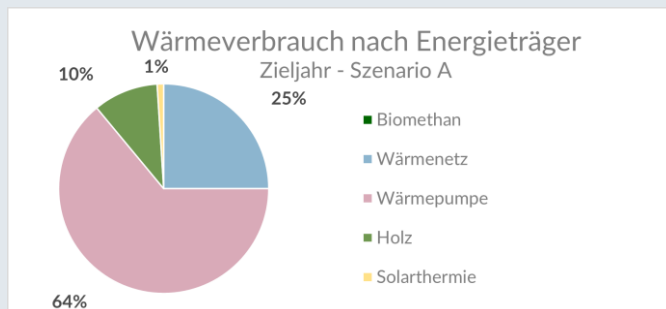
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	7
Wärmeverbrauch im Zieljahr	24.128 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	455 MWh/ha*a



## Maßnahmen

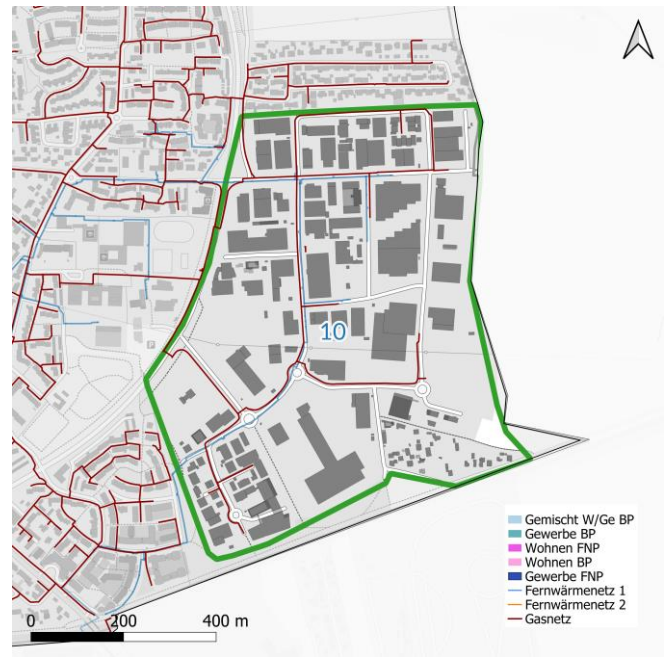
3, 9, 10, 11, 13

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



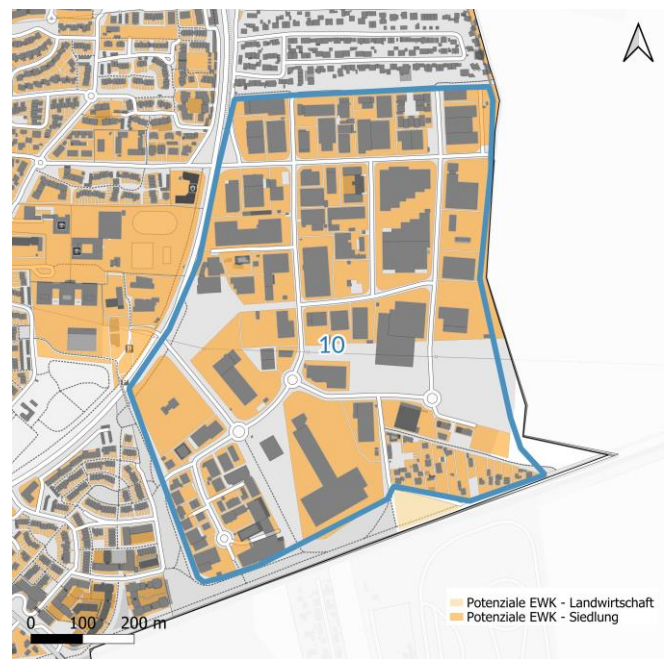
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



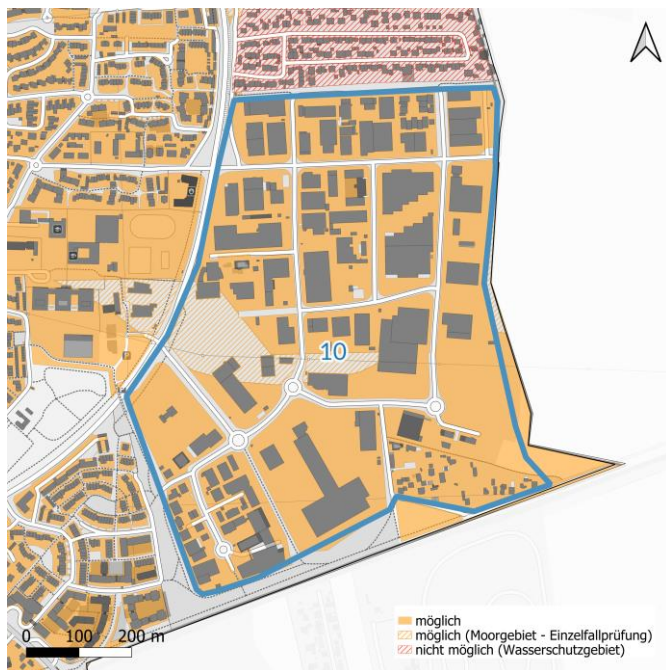
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



## Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen



## Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen

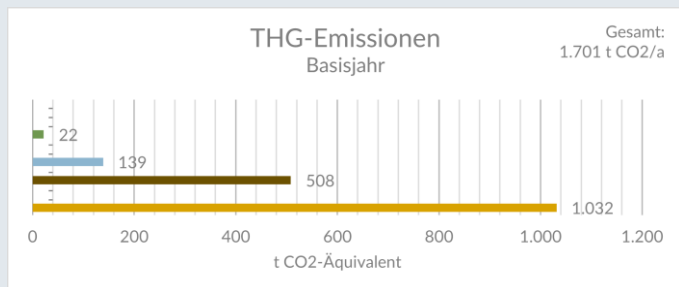
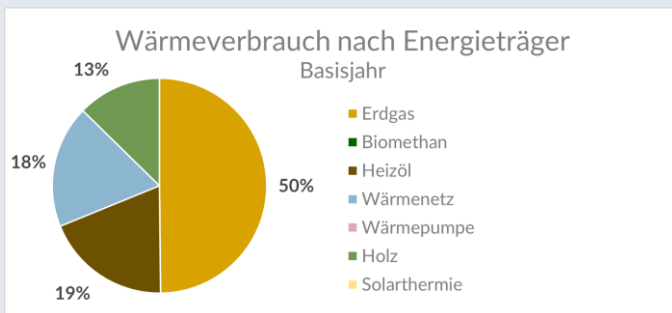


## Bestand

Teilgebiet	11
Fläche	16 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	310 (309 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	2001-2010
Wärmeverbrauch	8.625 MWh/a
Wärmedichte	534 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	10 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	1.392 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	69 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	68



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Die überwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Teilgebiet ist 2001 - 2010. Das Teilgebiet verfügt über Wärmelinien dichtens hauptsächlich im Bereich von 1,5 bis 2 MWh/m. Das Wärmenetz 1 zieht sich im südlichen Teil durch das Gebiet und versorgt mehrere Großabnehmer. Ein Gasnetz ist im Gebiet ebenfalls vorhanden, welches die Hälfte des Gebäudebestandes im Gebiet versorgt. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Zukünftig werden neue Gebäude in einem Neubaugebiet im Westen (außerhalb des Gebietes) entstehen. Dadurch wird der Energieverbrauch der Gemeinde Karlsfeld insgesamt erhöht werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden. Zukünftig ist ein Ausbau des Wärmenetzes denkbar.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzausbau

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.040 m
---	---------

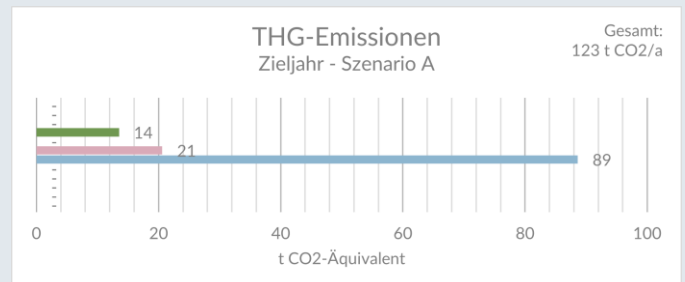
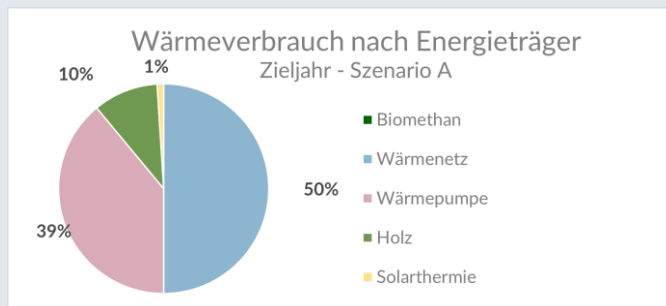
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	3
Wärmeverbrauch im Zieljahr	8.002 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	495 MWh/ha*a

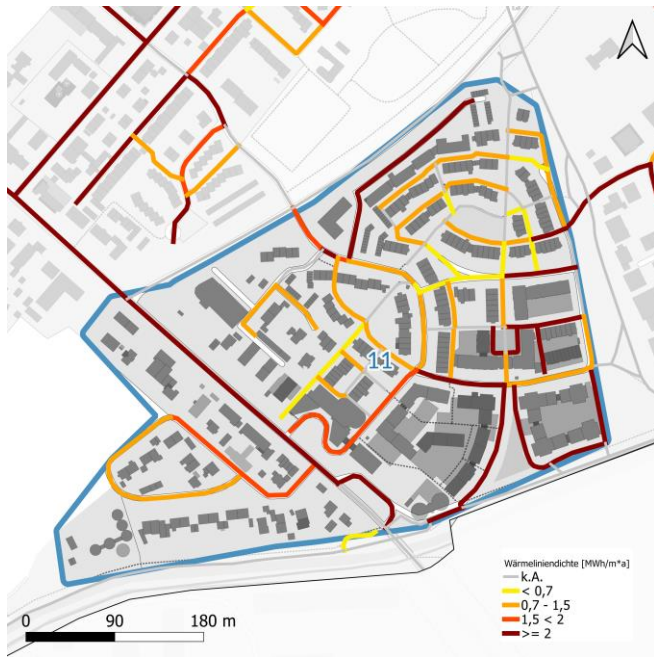


## Maßnahmen

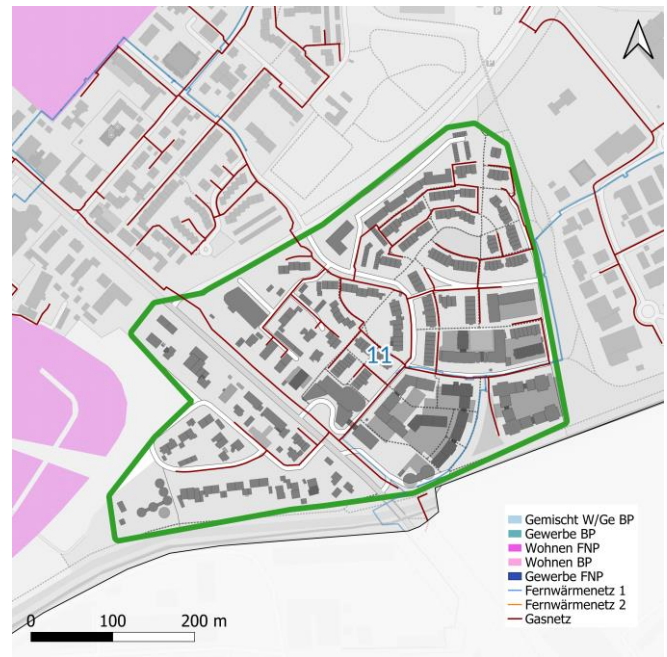
1, 13

Potenziale zur Wärmeversorgung

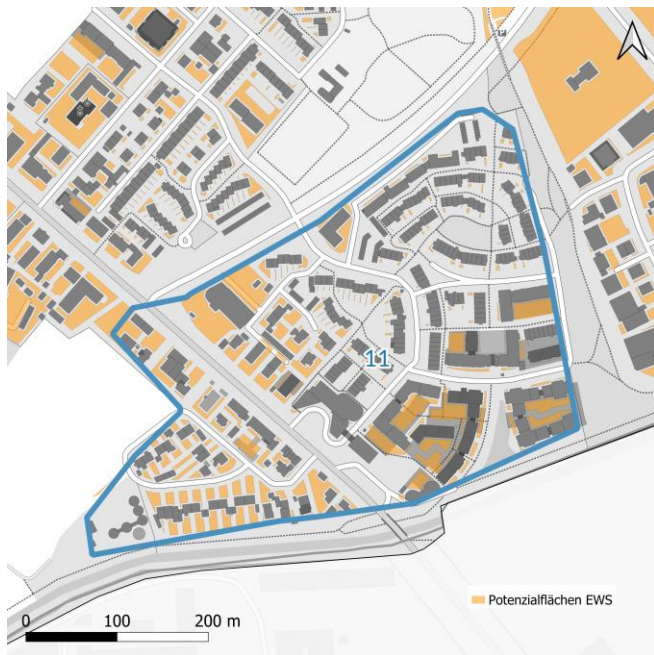
Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



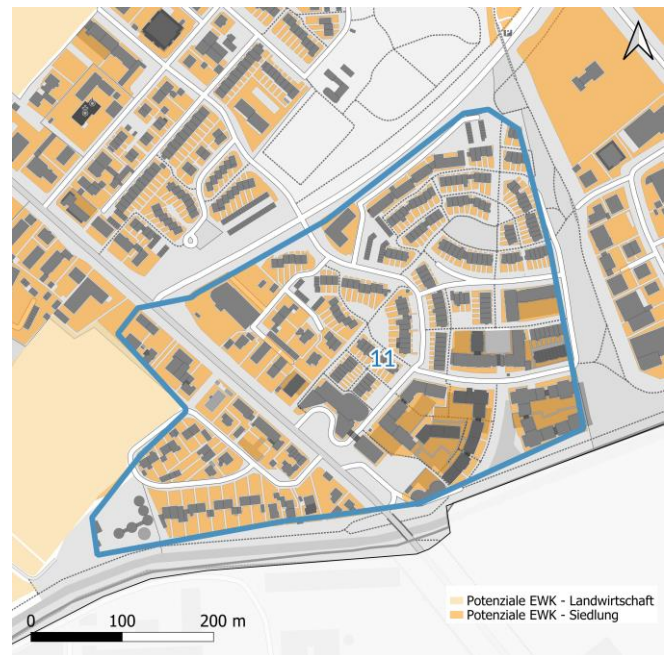
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



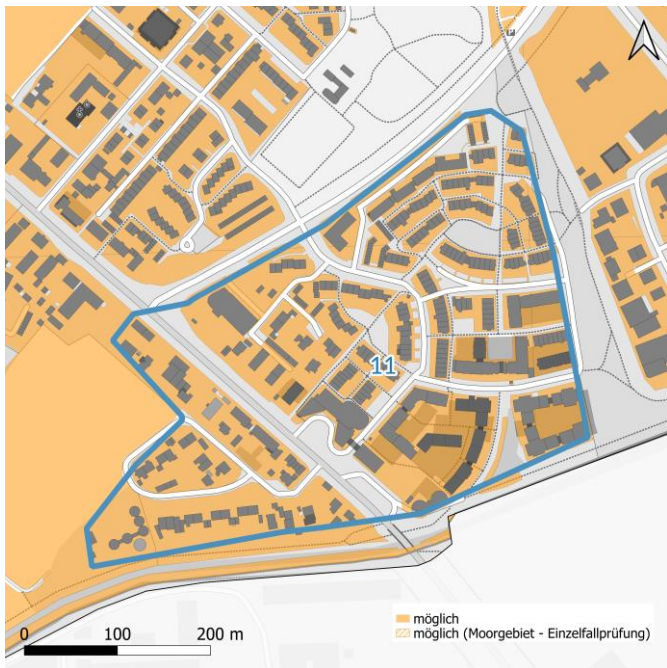
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

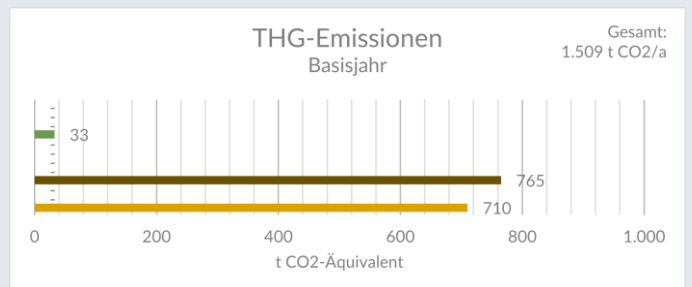
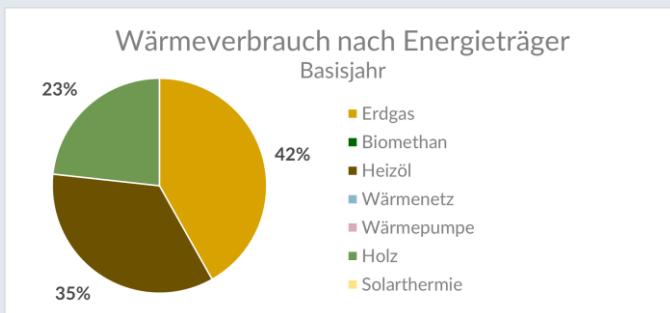


## Bestand

Teilgebiet	12
Fläche	19 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	314 (302 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	7.074 MWh/a
Wärmedichte	378 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	50 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	66



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt über teils hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Die Hälfte der Gebäude ist an das Gasnetz angeschlossen. Ein Wärmenetz ist bisher nicht vorhanden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Die Wärmeversorgung im Teilgebiet wird auch in Zukunft voraussichtlich dezentral über erneuerbare Energien wie Biomasse und Wärmepumpen erfolgen. Im Nachbargebiet 15 ist das Wärmenetz 1 vorhanden. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist keine hohe Anschlussquote zu erwarten und eine primäre Erweiterung des Netz nicht geplant. Zukünftig werden neue Gebäude in einem Neubaugebiet im Osten (außerhalb des Gebietes) entstehen. Dadurch wird der Energieverbrauch der Gemeinde Karlsfeld insgesamt erhöht werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

Dezentral

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.147 m
---	---------

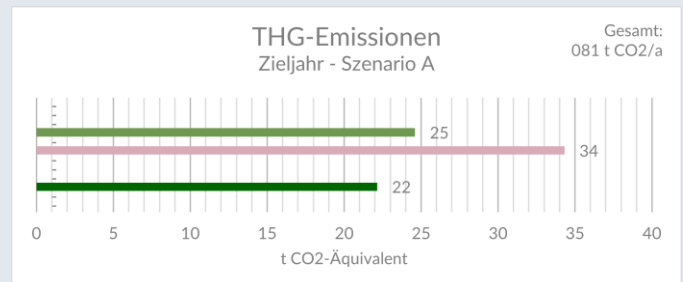
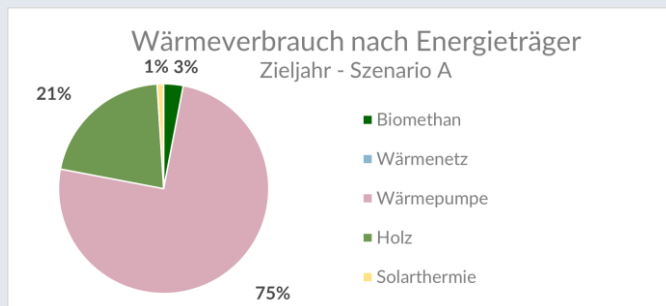
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	7
Wärmeverbrauch im Zieljahr	6.676 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	357 MWh/ha*a



## Maßnahmen

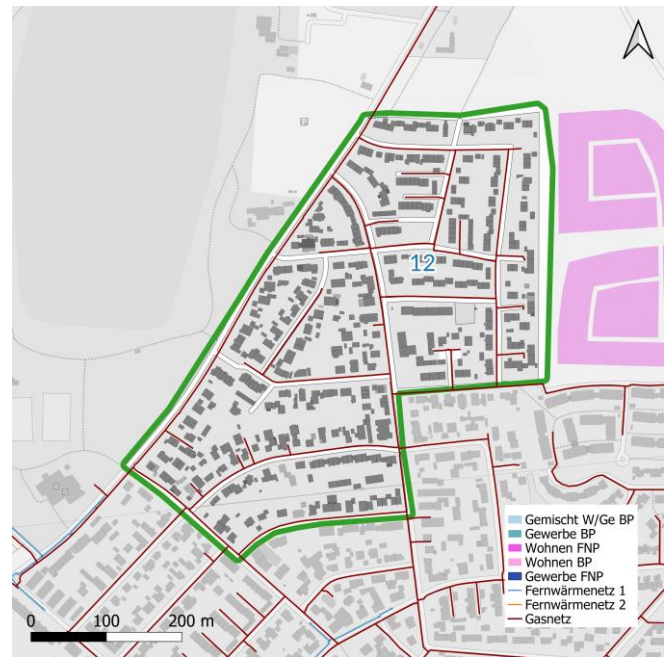
1

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmelinienichte (Indikator für Wärmenetz)



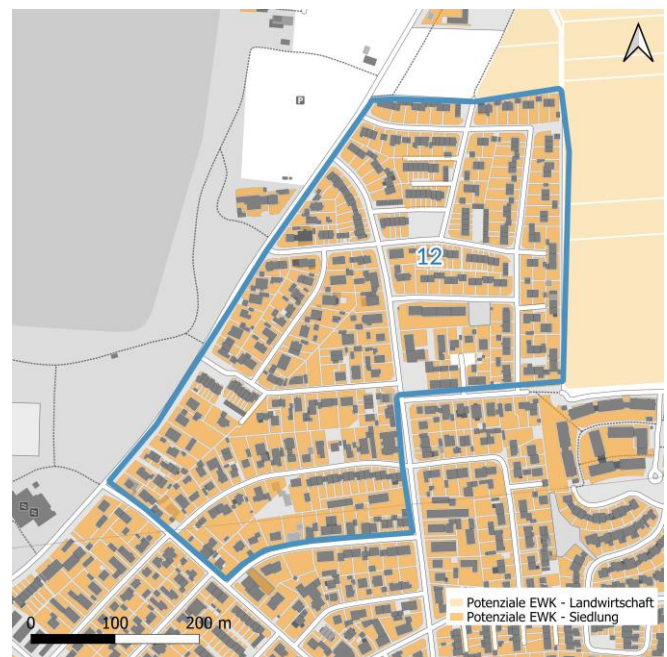
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



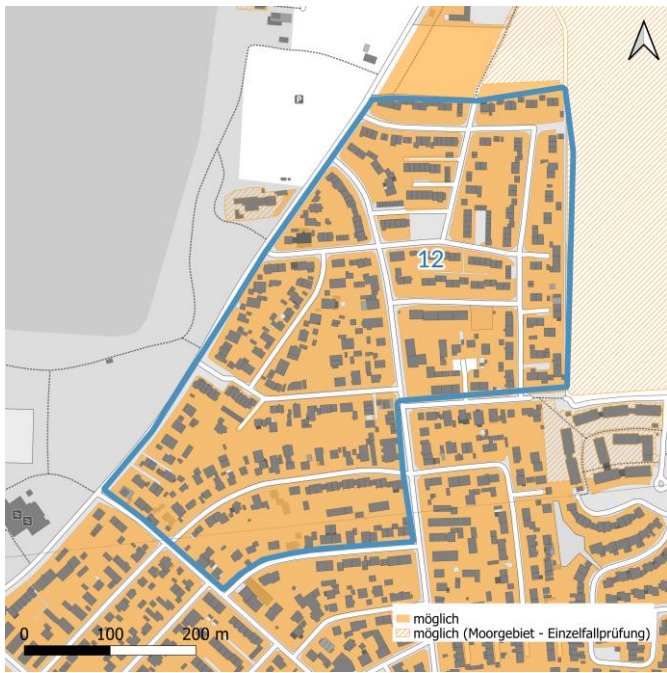
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**

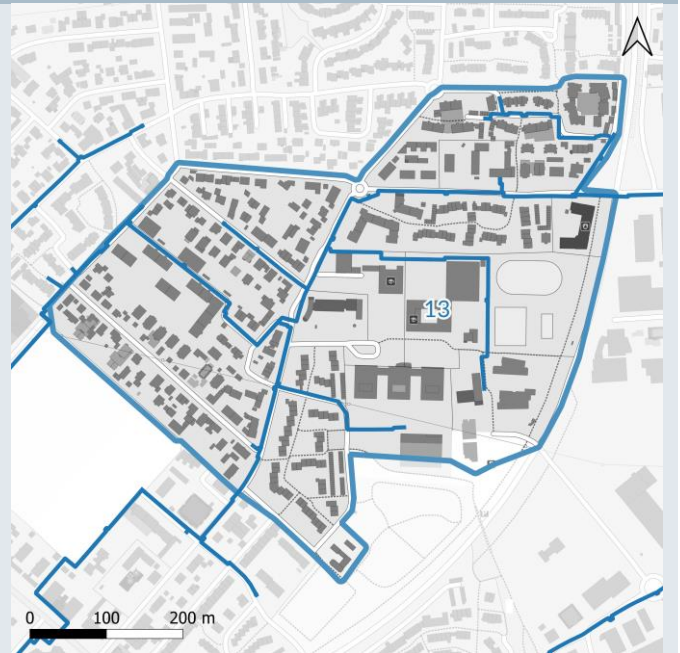


**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

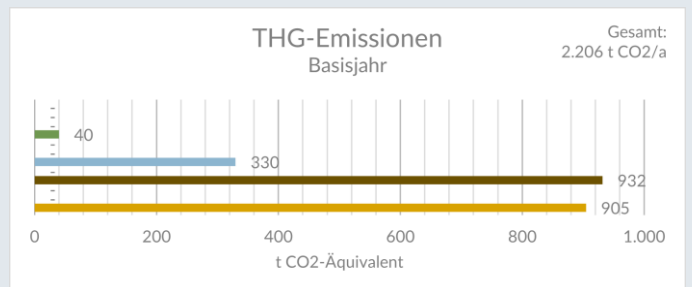
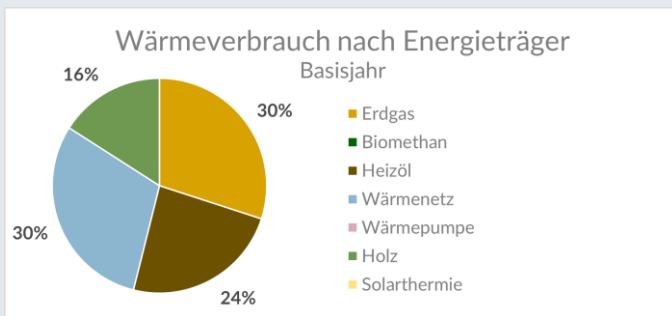


## Bestand

Teilgebiet	13
Fläche	27 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	298 (294 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1991-2000
Wärmeverbrauch	12.565 MWh/a
Wärmedichte	466 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	11 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	6.181 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	60 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	113



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Die überwiegende Gebäudenutzung ist Wohnbebauung als EFH. Im Gebiet sind auch einige kommunale Gebäude (z. B. Grund- und Mittelschule) angesiedelt. Gebäude des Industrie- und Gewerbesektors sind ebenfalls vorhanden. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Über die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Das Teilgebiet verfügt über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Im Gebiet liegt das Wärmenetz 1, das mehrere Großabnehmer versorgt. Aus Akteursinformation des Netzbetreibers ist eine Verdichtung des Wärmenetzes geplant. Primär können entlang des bestehenden Wärmenetzes neue Abnehmer angeschlossen werden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzverdichtung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Wärmenetz   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	0 m
---	-----

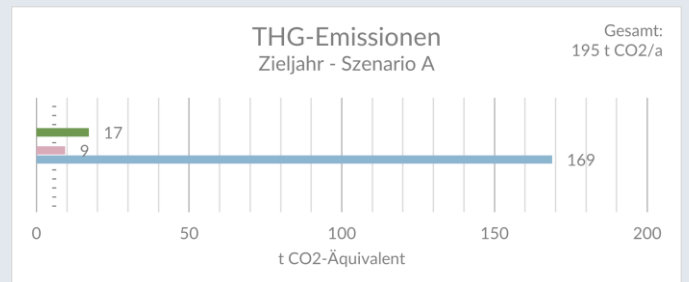
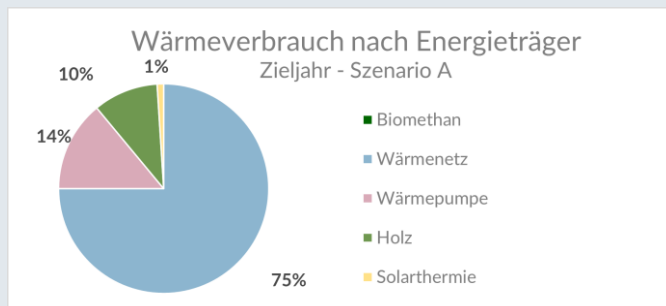
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	7
Wärmeverbrauch im Zieljahr	10.357 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	384 MWh/ha*a

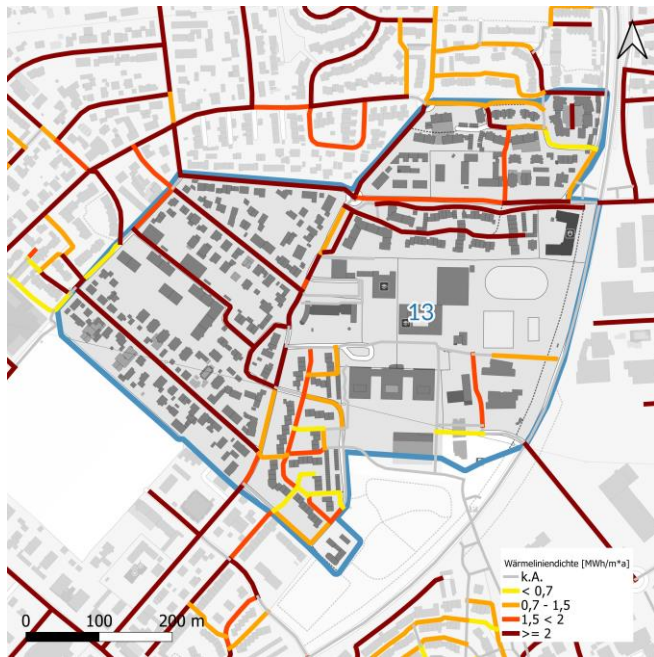


## Maßnahmen

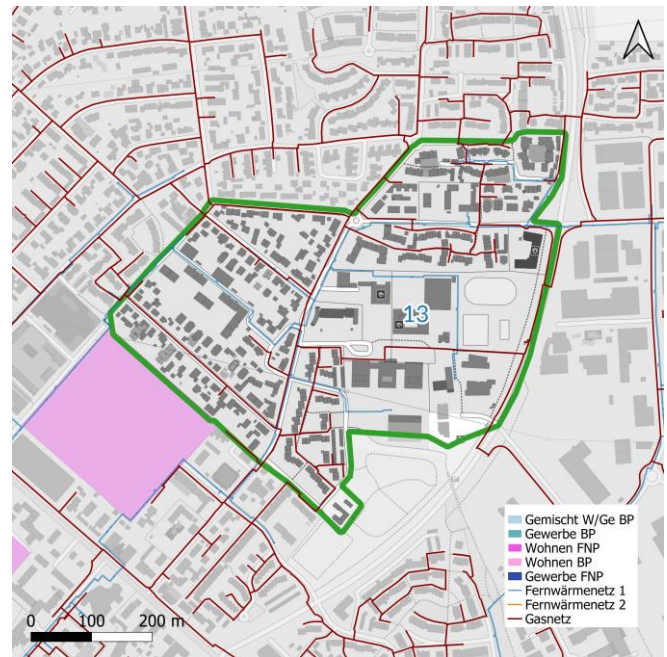
1, 5

Potenziale zur Wärmeversorgung

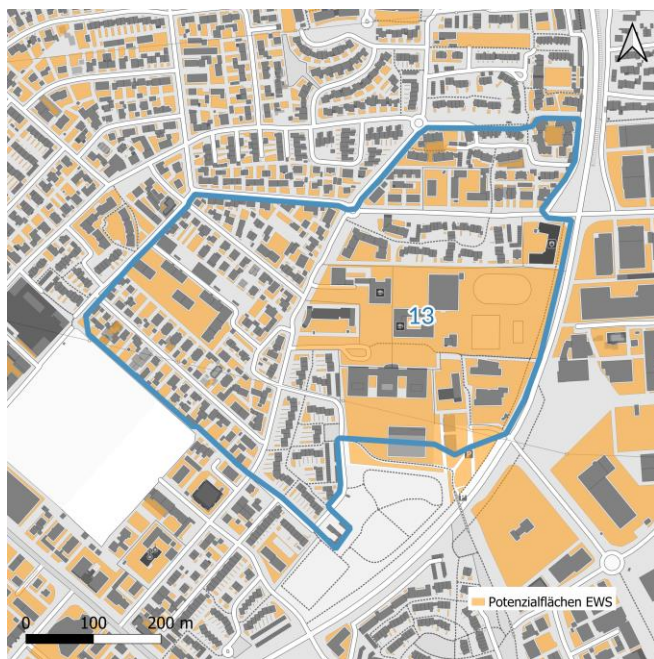
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



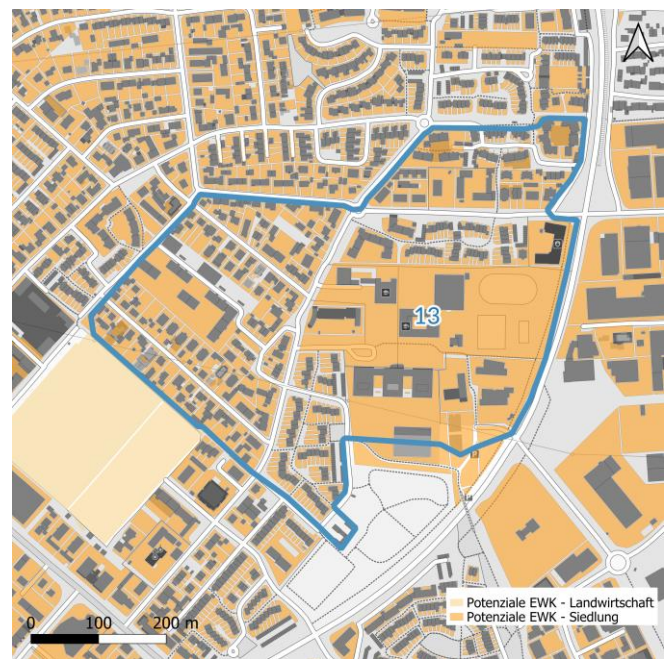
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



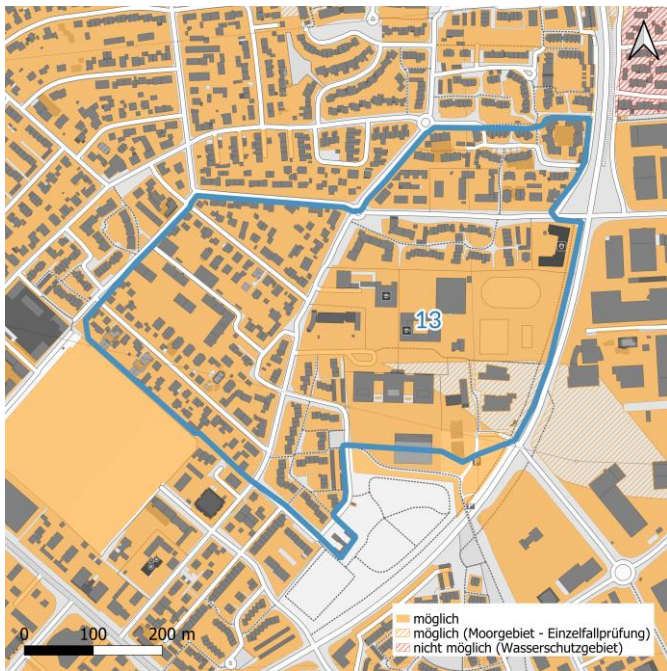
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



### Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

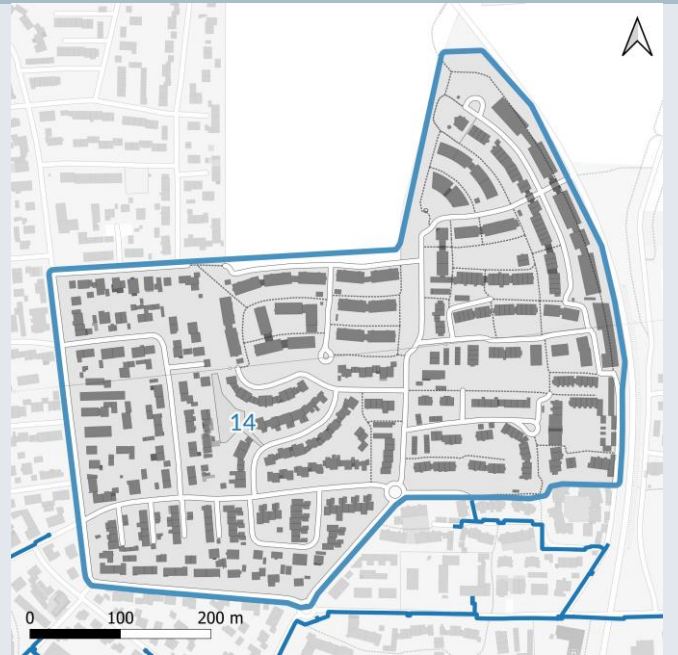


### Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen

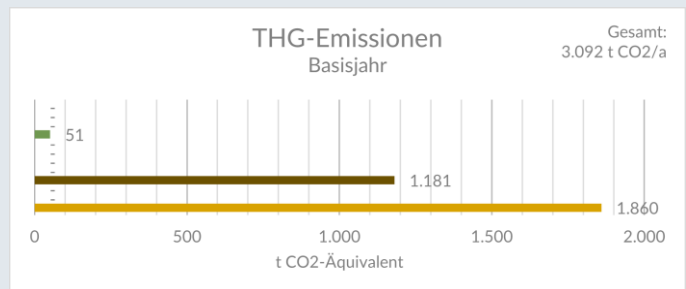
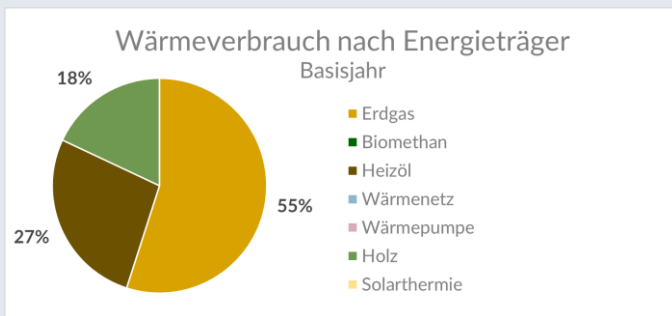


## Bestand

Teilgebiet	14
Fläche	22 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	381 (379 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1991-2000
Wärmeverbrauch	14.102 MWh/a
Wärmedichte	649 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	66 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	157



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH und MFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Über die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Im Gebiet ist bislang kein Wärmenetz vorhanden, jedoch sind im Teilgebiet hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m vorzufinden. Das Gebiet wurde im Zuge der kommunalen Wärmeplanung als Fokusgebiet deklariert. Im Zuge dessen wurde ein Wärmenetzanschluss an das Wärmenetz 1 (südlich und westlich in den Nachbargebieten 13 und 15 gelegen) detailliert analysiert. Zukünftig werden neue Gebäude in einem Neubaugebiet im Norden (außerhalb des Gebietes) entstehen. Dadurch wird der Energieverbrauch der Gemeinde Karlsfeld insgesamt erhöht werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzprüfung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	5.717 m
---	---------

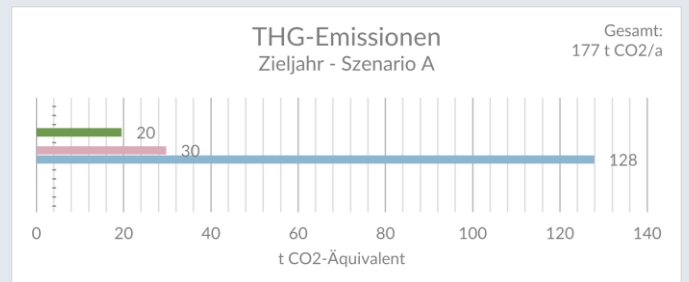
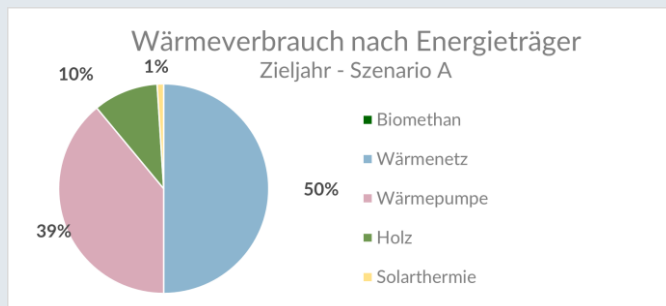
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	23
Wärmeverbrauch im Zieljahr	10.851 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	499 MWh/ha*a

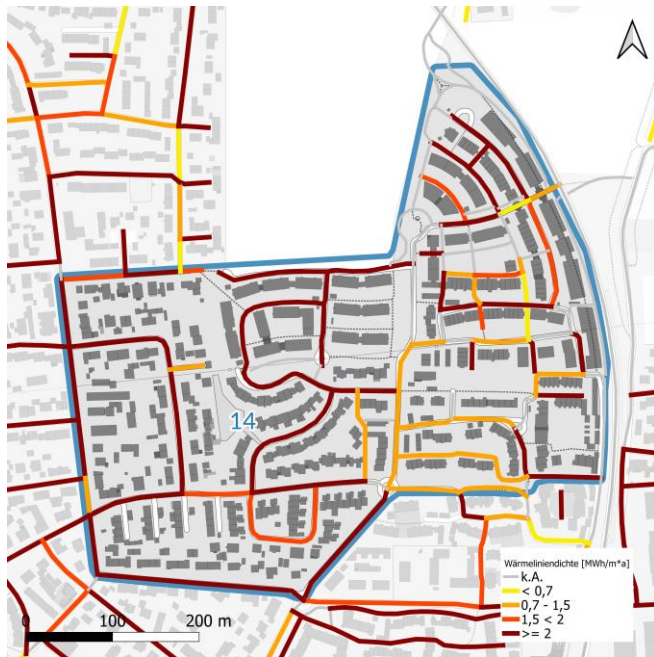


## Maßnahmen

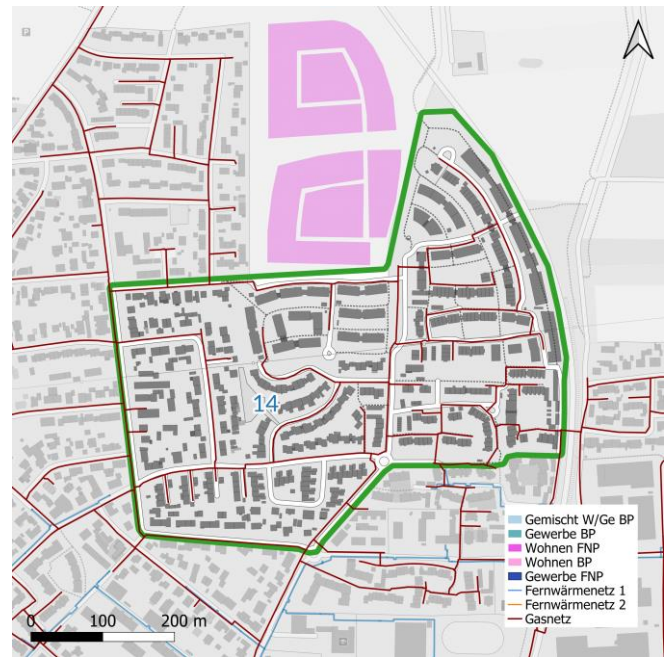
1, 2

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



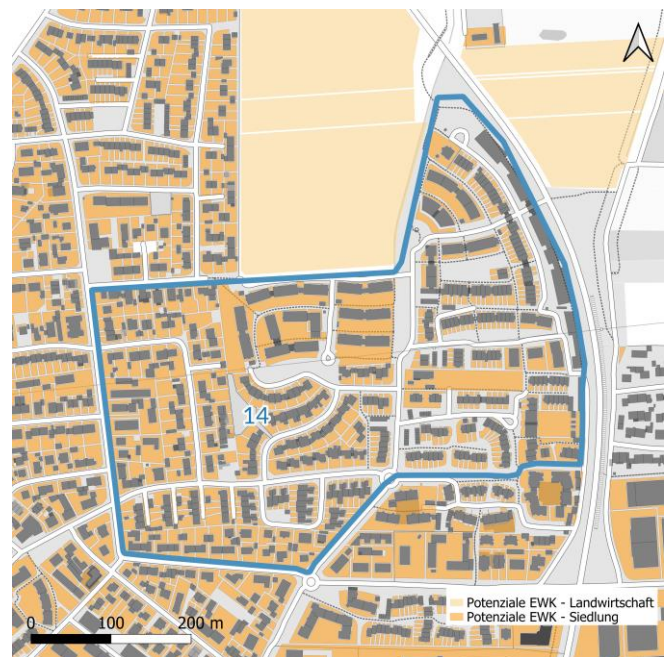
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



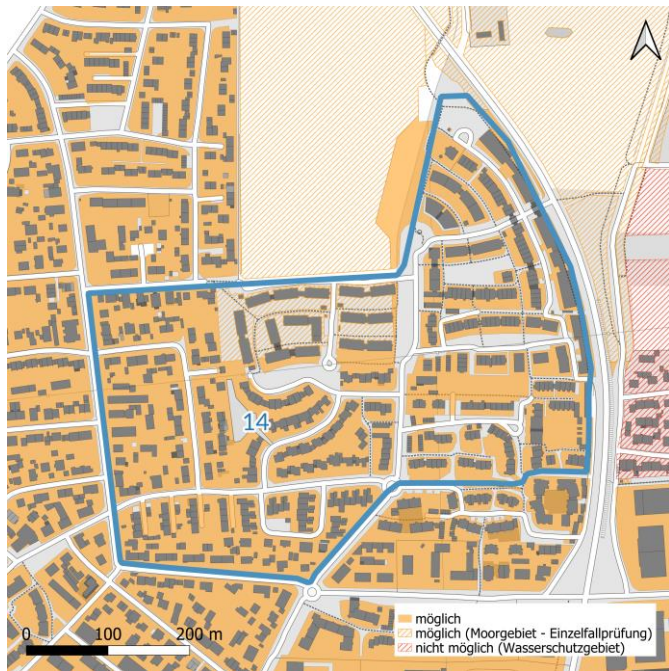
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



### Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen

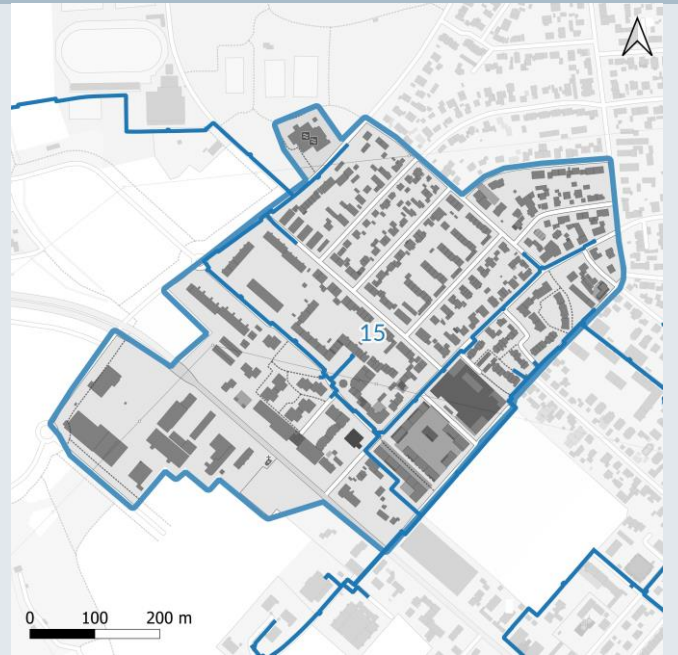


### Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen

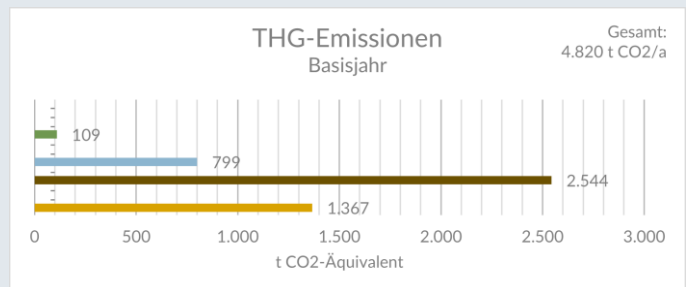
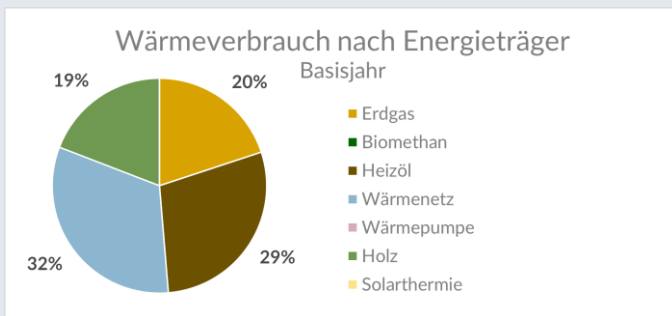


## Bestand

Teilgebiet	15
Fläche	32 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	349 (340 beheizt)
Vorwiegende Baualterklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	28.556 MWh/a
Wärmedichte	894 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	21 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	4.743 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	40 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	181



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Die überwiegende Gebäudenutzung ist Wohnbebauung als EFH und MFH. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualterklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Für das Teilgebiet liegt ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial vor. Somit sollten energetische Sanierungen in zukünftigen Umsetzungsstrategien berücksichtigt werden. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Das Teilgebiet verfügt über hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Im Gebiet liegt das Wärmenetz 1, das mehrere MFH versorgt. Aus Akteursinformation des Netzbetreibers ist eine Verdichtung des Wärmenetzes geplant. Primär können entlang des bestehenden Wärmenetzes neue Abnehmer angeschlossen werden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Zukünftig werden neue Gebäude in mehreren Neubaugebieten im Teilgebiet und außerhalb des Gebietes entstehen. Dadurch wird der Energieverbrauch der Gemeinde Karlsfeld insgesamt erhöht werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzverdichtung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Wärmenetz   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Ja

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets

0 m

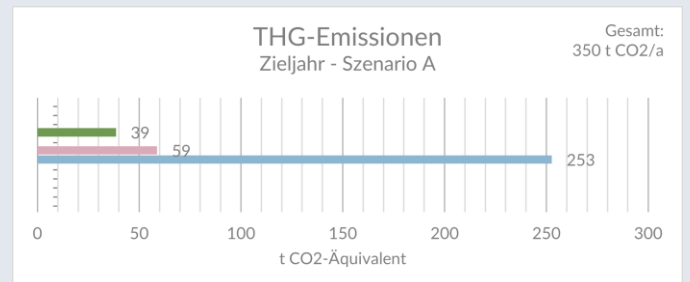
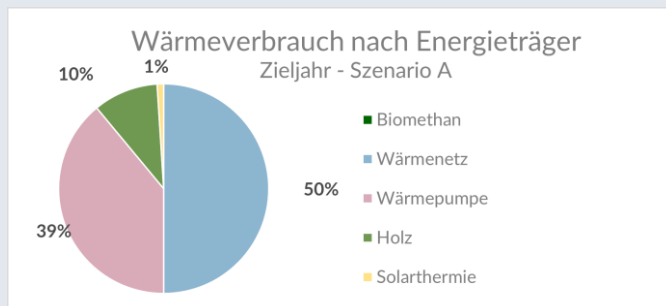
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	22
Wärmeverbrauch im Zieljahr	22.332 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	699 MWh/ha*a

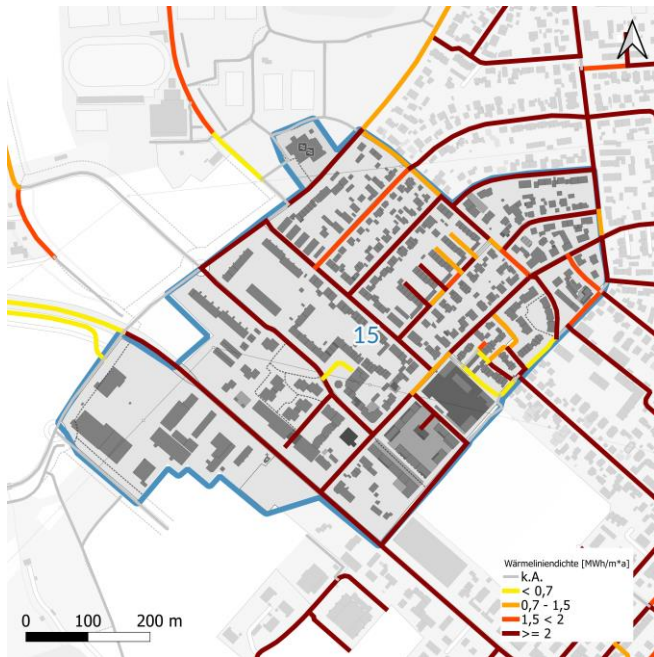


## Maßnahmen

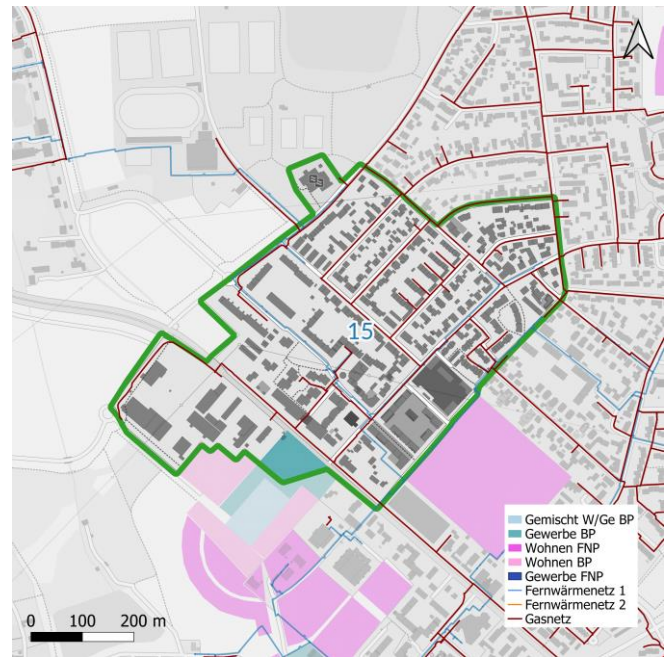
1, 3, 4, 5, 7, 12

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



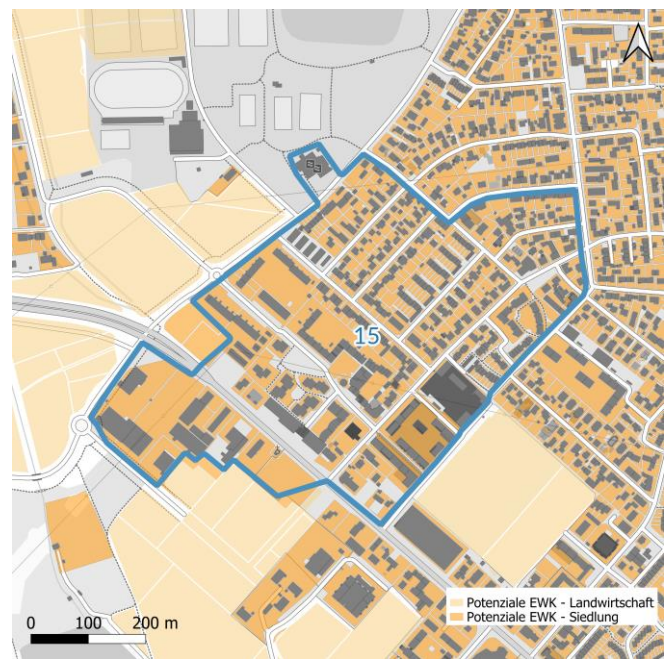
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



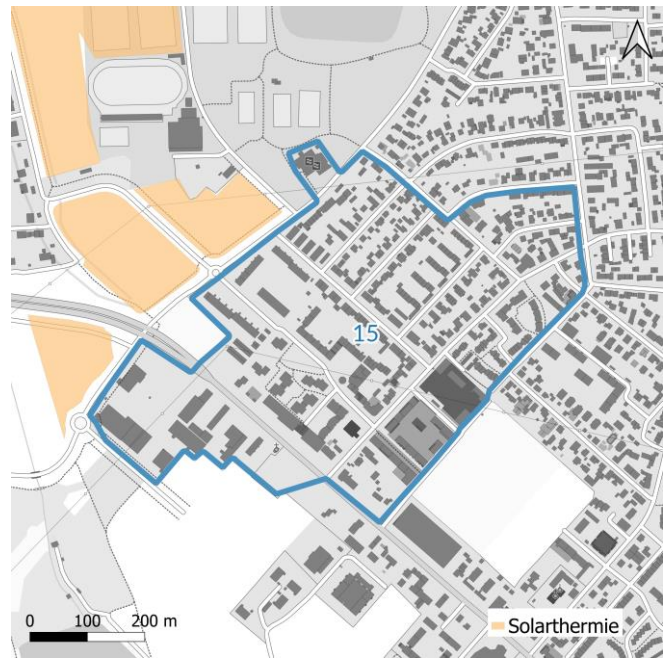
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

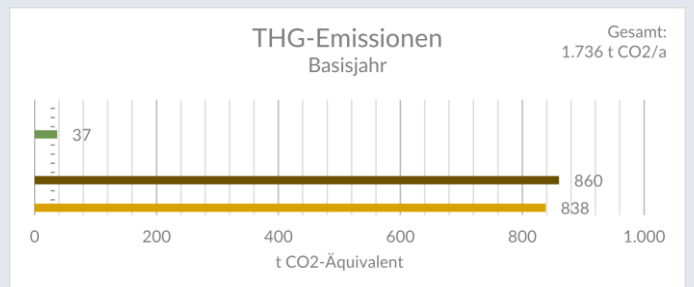
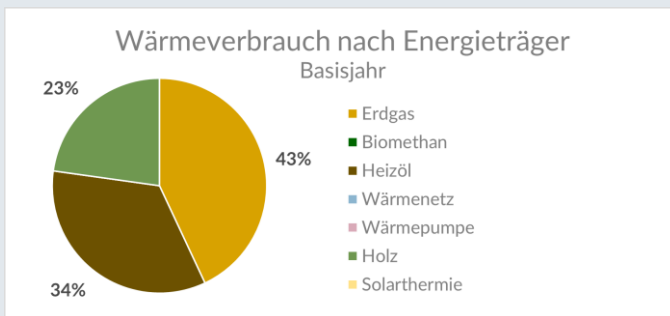


## Bestand

Teilgebiet	16
Fläche	38 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	367 (363 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1949-1978
Wärmeverbrauch	8.119 MWh/a
Wärmedichte	214 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	802 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	50 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	99



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet (Handwerkersiedlung) sind überwiegend EFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1949 und 2001 aufgeteilt. Im Teilgebiet ist ein Gasnetz vorhanden. Die Hälfte der Gebäude wird über das vorhandene Gasnetz versorgt. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Im Gebiet ist bislang kein Wärmenetz vorhanden, jedoch sind im Teilgebiet hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m vorzufinden. Nördlich des Teilgebietes ist die Kläranlage Karlsfeld gelegen. Das Gebiet wurde im Zuge der kommunalen Wärmeplanung als Fokusgebiet deklariert. Im Zuge dessen wurde der Aufbau eines neuen Wärmenetzes detailliert analysiert. Als zukünftige Wärmequellen für das Netz kommen einerseits die Abwasserwärme aus dem Ablauf der Kläranlage sowie hauptsächlich der Anschluss an die voraussichtlich gebaute Transportleitung vom Tiefengeothermiefeld an die Heizzentrale des Wärmenetzes 1 in Frage.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzprüfung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.837 m
---	---------

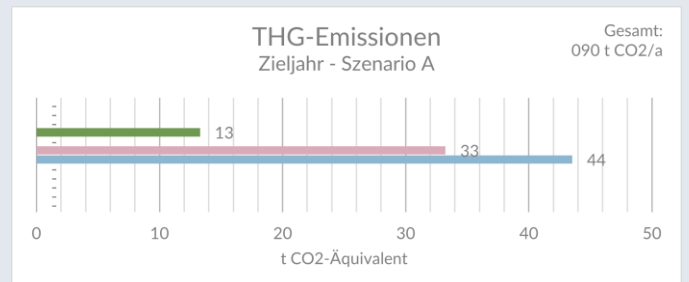
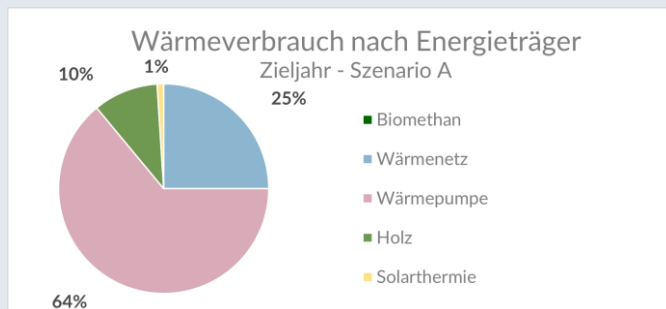
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	15
Wärmeverbrauch im Zieljahr	7.666 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	202 MWh/ha*a

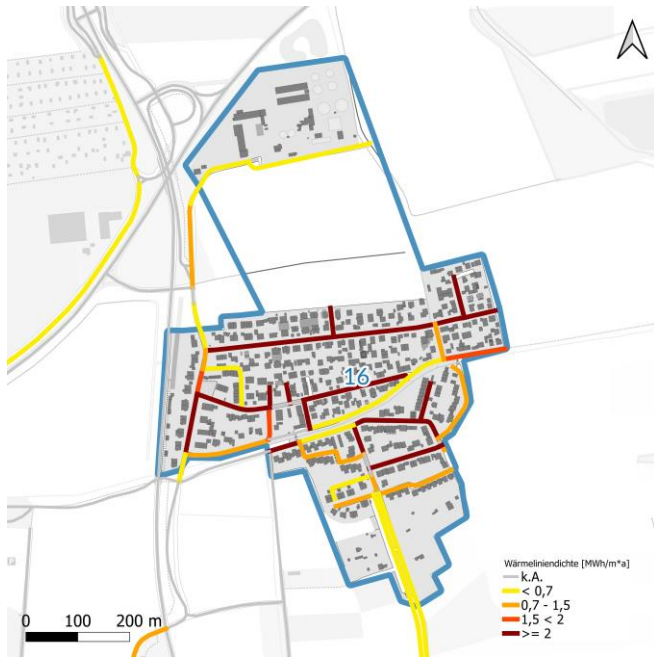


## Maßnahmen

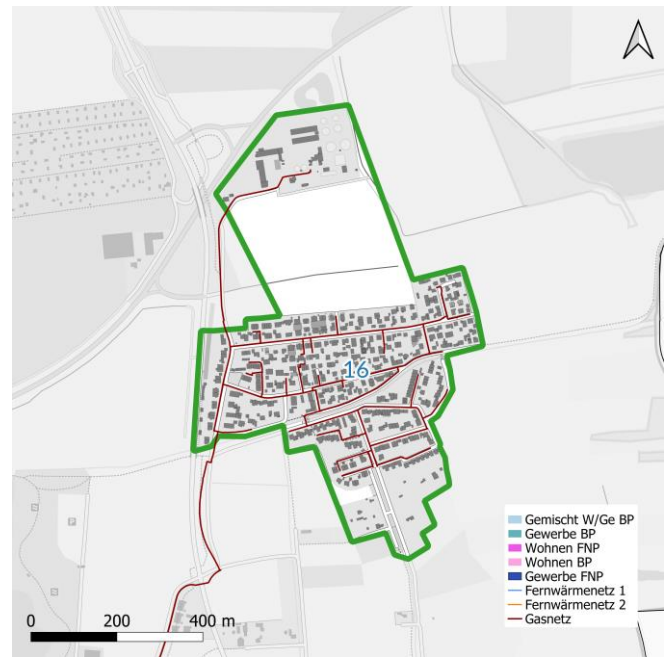
1, 2, 6, 7, 8

Potenziale zur Wärmeversorgung

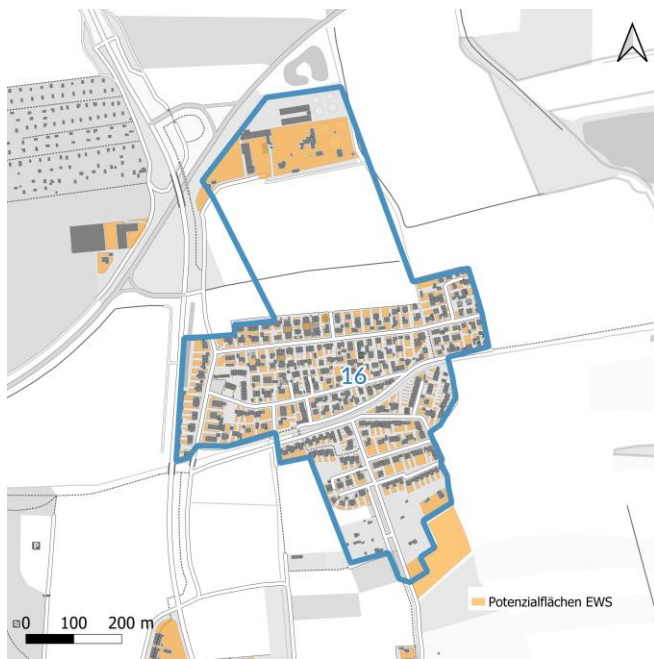
Wärmeliniendichte (Indikator für Wärmenetz)



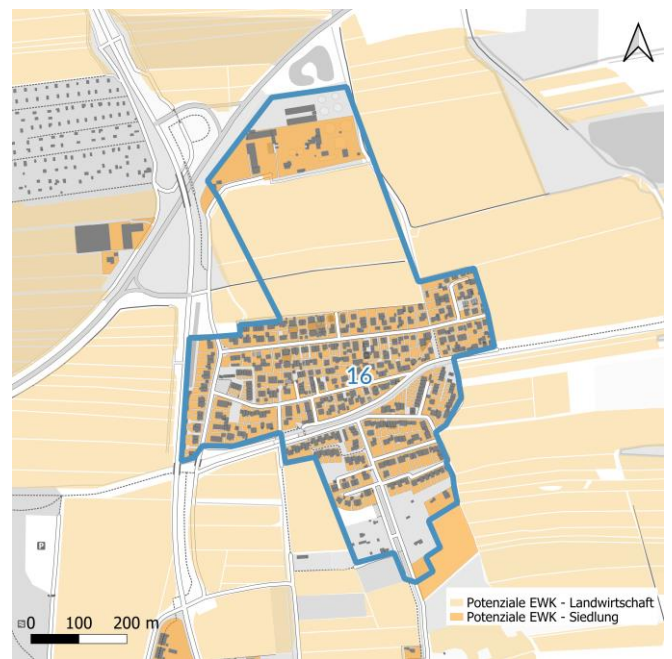
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



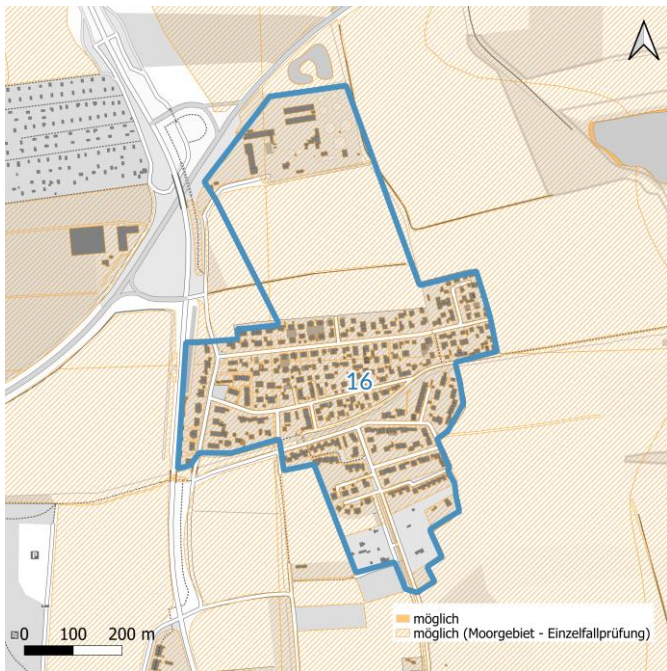
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



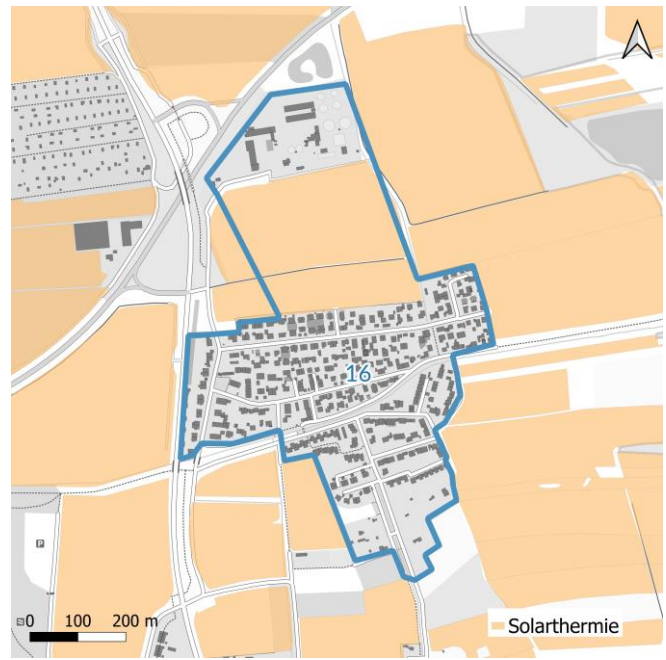
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**

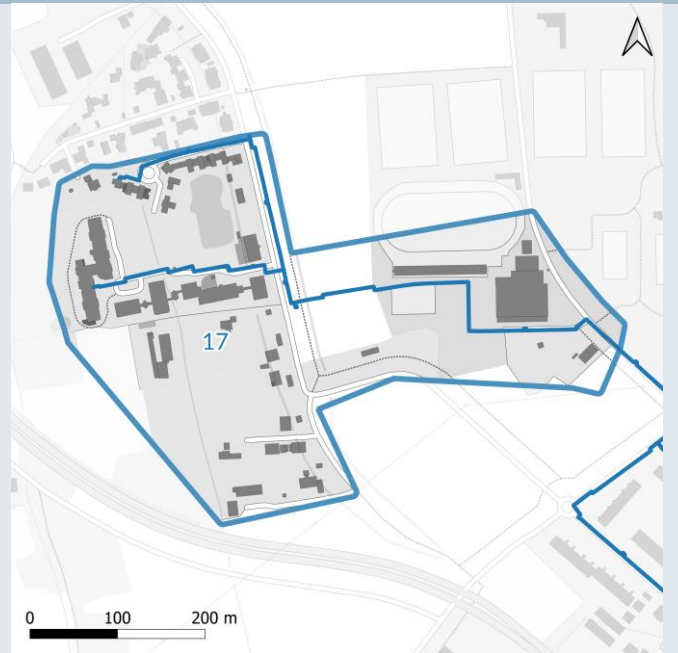


**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

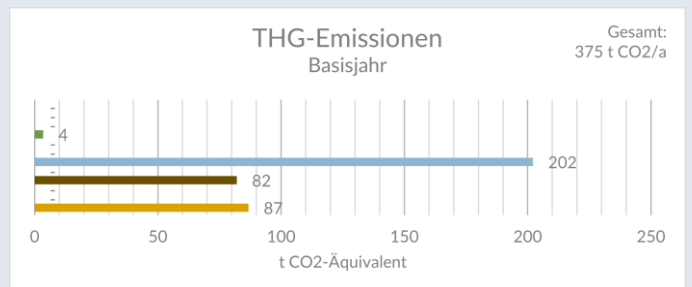
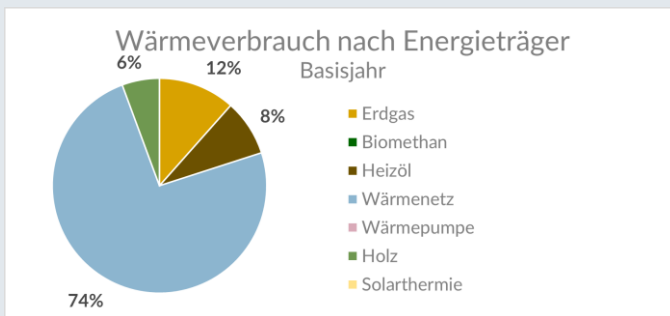


## Bestand

Teilgebiet	17
Fläche	15 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	37 (32 beheizt)
Vorwiegende Baualterklasse	2010-2019
Wärmeverbrauch	3.126 MWh/a
Wärmedichte	209 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	56 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	2.376 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	6 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	10



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend MFH und NWG vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf die Baualterklassen zwischen 2010 - 2019 aufgeteilt. Im Teilgebiet befindet sich ein Ankerkunde (Wohn- und Pflegeheim) und der Sportpark TSV Eintracht Karlsfeld. Weiterhin ist im Teilgebiet ein Gasnetz vorhanden, jedoch sind nur wenige Gebäude des Gebietes an das Gasnetz angeschlossen. Das Teilgebiet weist Wärmelinienichten von kleiner 0,7 MWh/m bis teilweise 2 MWh/m auf. Im Gebiet liegt das Wärmenetz 1, das einen Ankerkunden versorgt. Aus Akteursinformation des Netzbetreibers ist eine Verdichtung des Wärmenetzes geplant. Primär können entlang des bestehenden Wärmenetzes neue Abnehmer angeschlossen werden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzverdichtung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Wärmenetz   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets

0 m

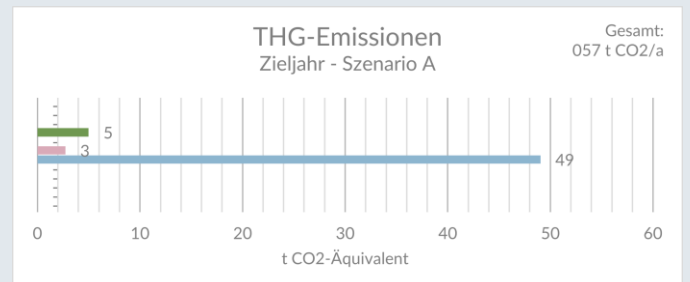
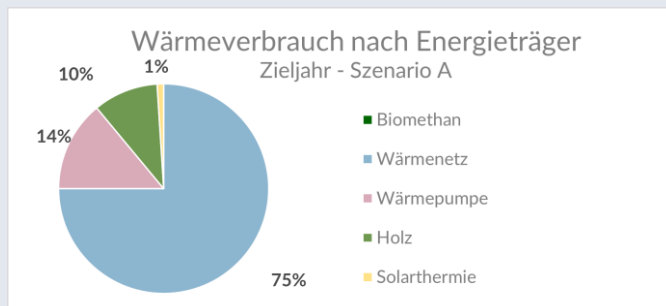
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	0
Wärmeverbrauch im Zieljahr	2.619 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	175 MWh/ha*a

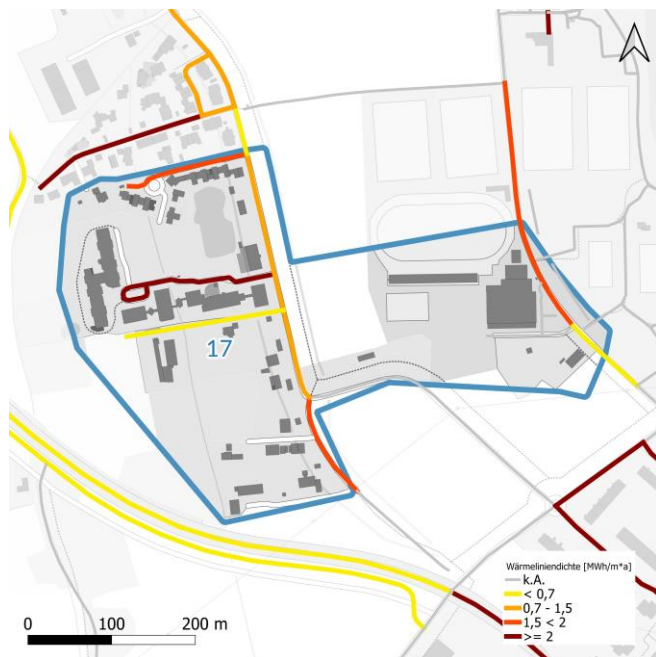


## Maßnahmen

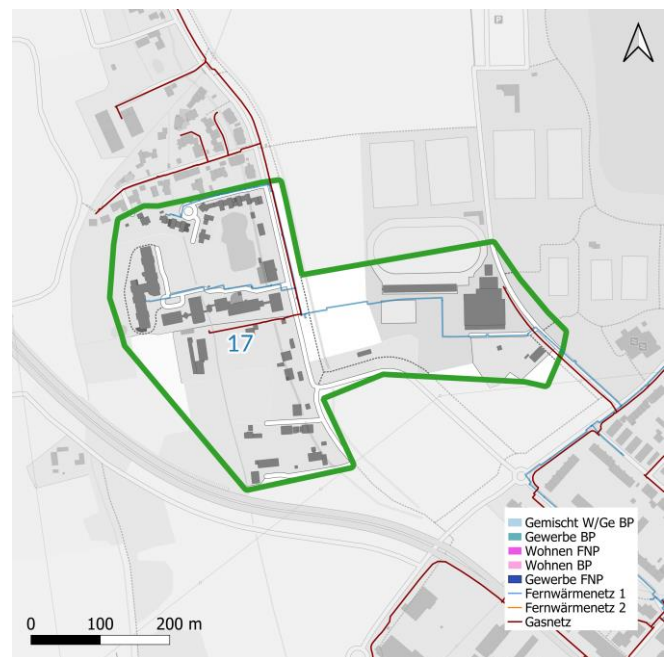
1, 5

Potenziale zur Wärmeversorgung

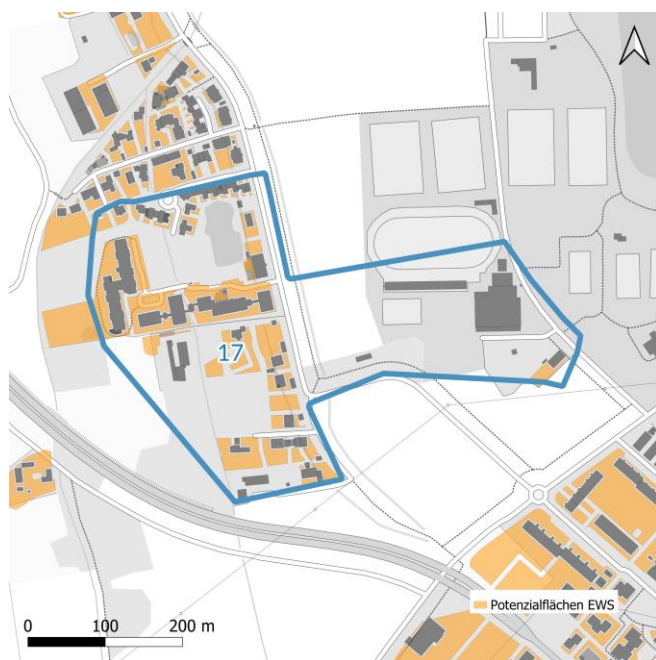
Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



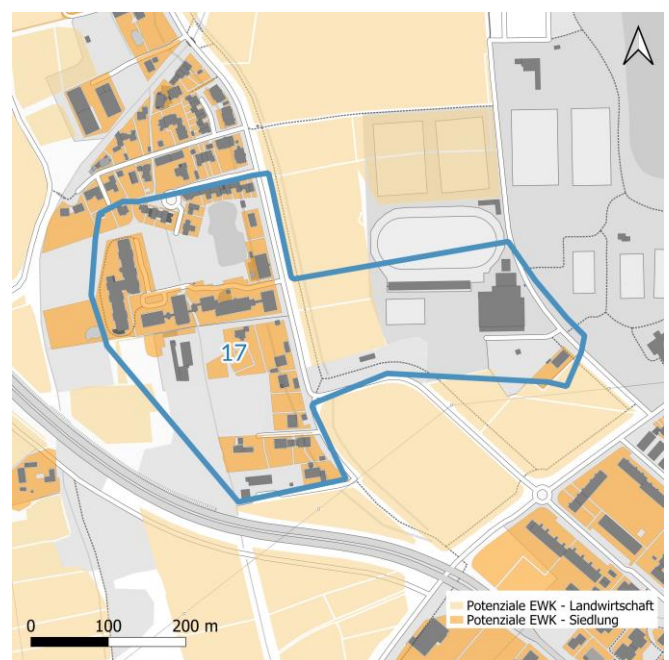
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



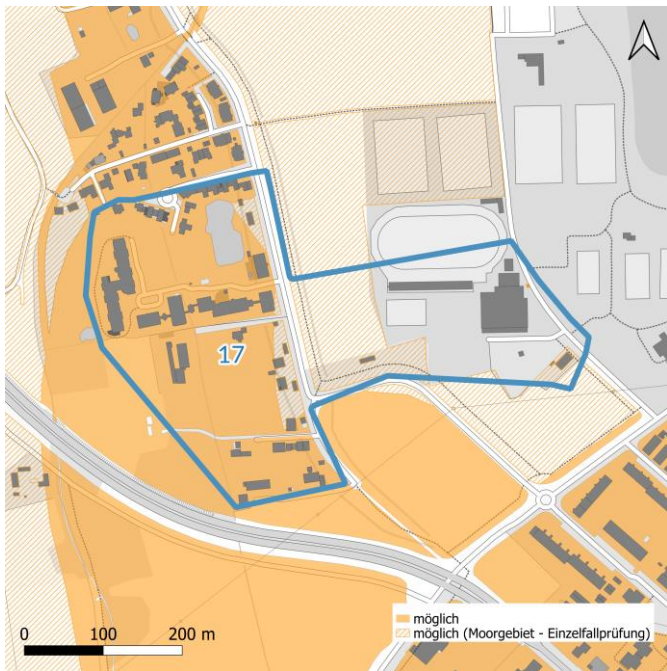
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



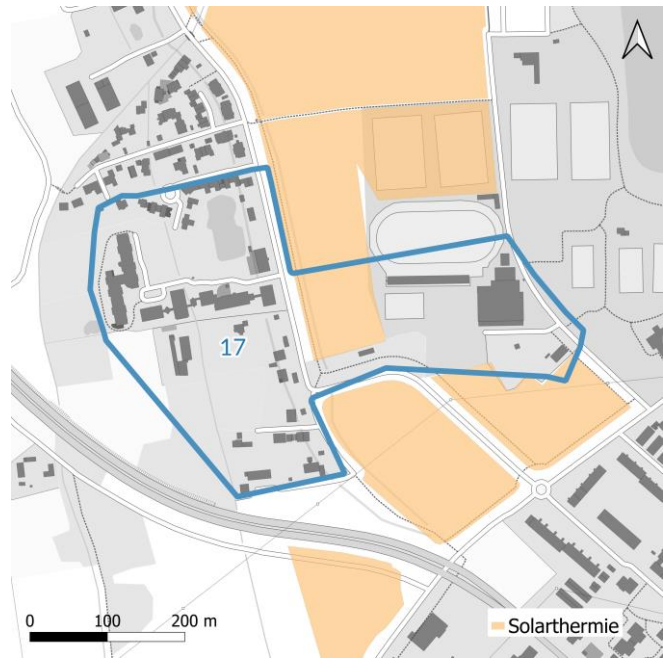
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch  
Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

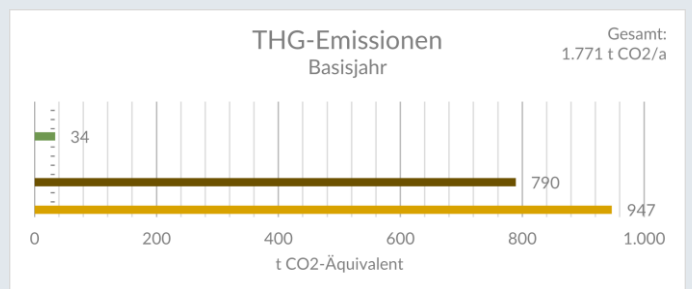
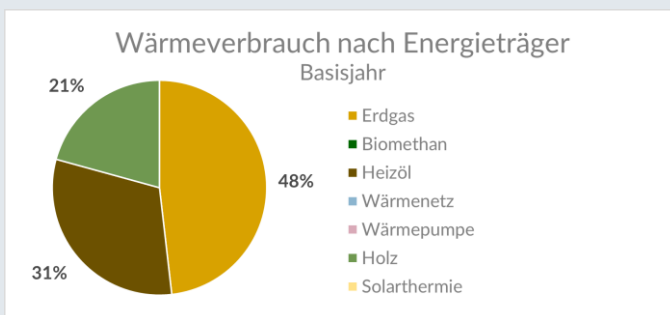


## Bestand

Teilgebiet	18
Fläche	28 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	303 (288 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	1979-1990
Wärmeverbrauch	8.191 MWh/a
Wärmedichte	295 MWh/ha*a
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	0 %
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	0 m
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	49 %
Gebäude mit Sanierungspotenzial	119



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiet sind überwiegend EFH vorzufinden. Der Gebäudebestand ist auf verschiedene Baualtersklassen zwischen 1918 und 1994 aufgeteilt. Das Teilgebiet verfügt über teils hohe Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m. Knapp die Hälfte der Gebäude ist an das Gasnetz angeschlossen. Ein Wärmenetz ist bisher nicht vorhanden. Der restliche Teil der Gebäude wird über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Die Wärmeversorgung im Teilgebiet wird auch in Zukunft voraussichtlich dezentral über erneuerbare Energien wie Biomasse und Wärmepumpen erfolgen. Im Nachbargebiet 17 ist das Wärmenetz 1 vorhanden. Aus Akteursinformation (Betreiber des Wärmenetzes 1) ist aufgrund der hydraulischen Randbedingungen auf Netz- und Abnehmerseite im Teilgebiet 18 kein Wärmenetzausbau in dieses Teilgebiet geplant.

## Wärmewendestrategie

Dezentral

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Sehr wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Dezentral   Dezentral
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	3.606 m
---	---------

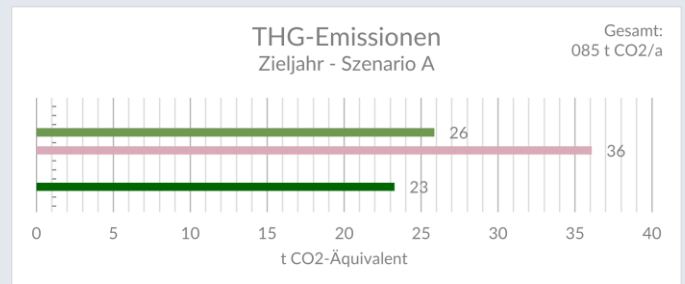
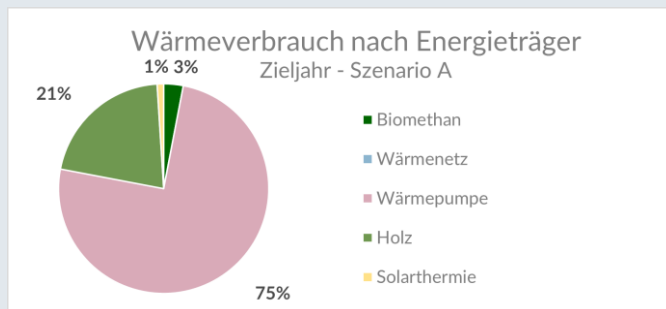
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen)

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	17
Wärmeverbrauch im Zieljahr	6.932 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	250 MWh/ha*a

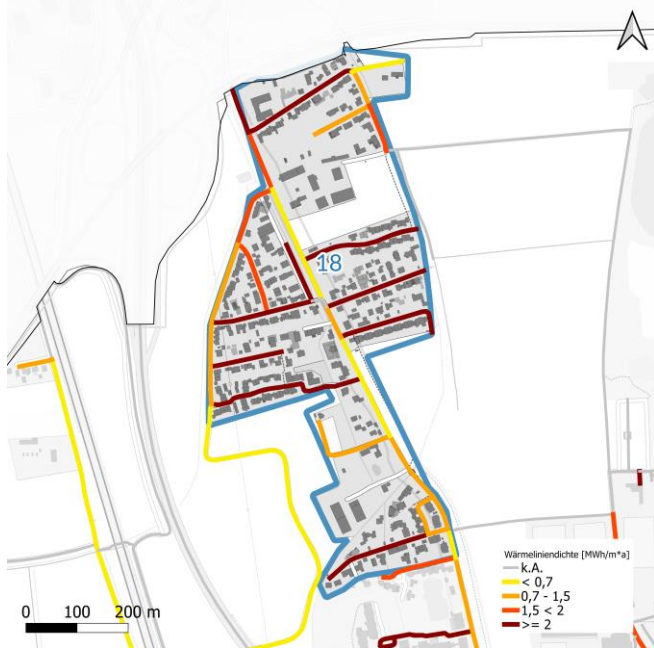


## Maßnahmen

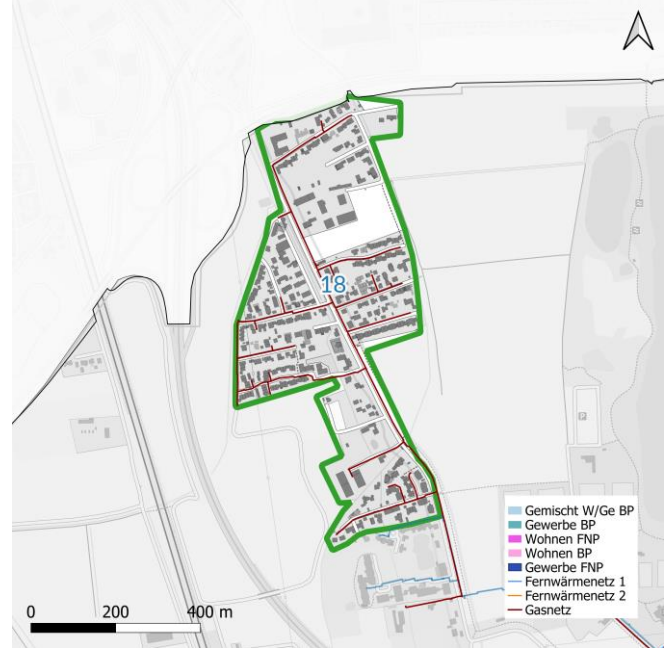
1

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



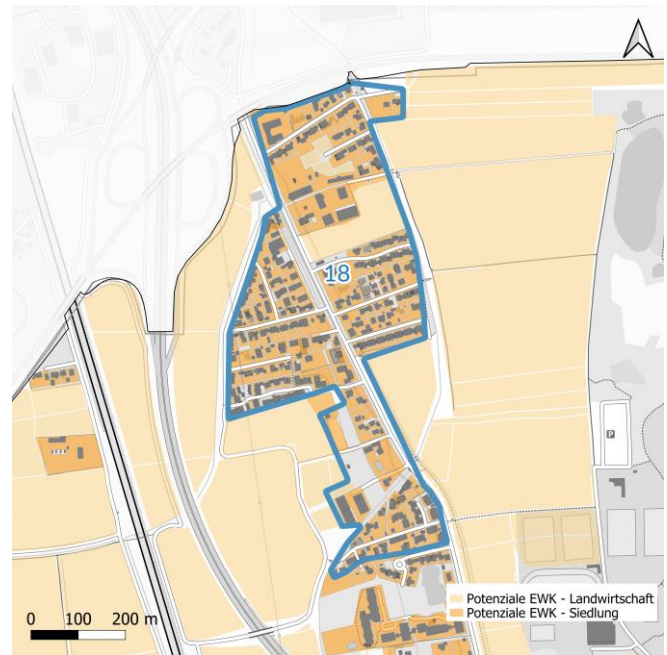
Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



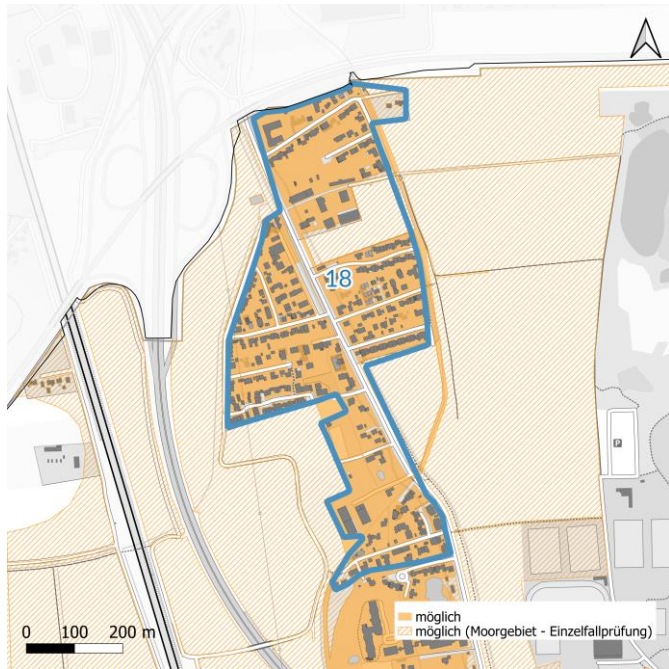
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



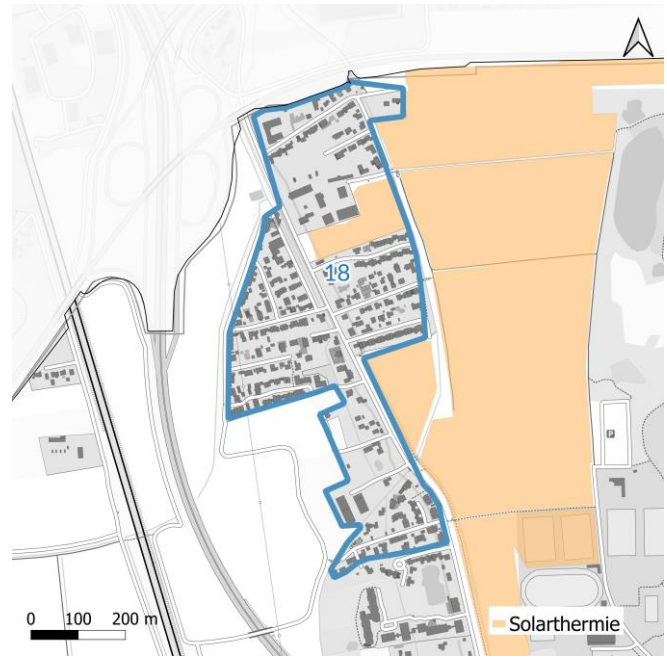
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

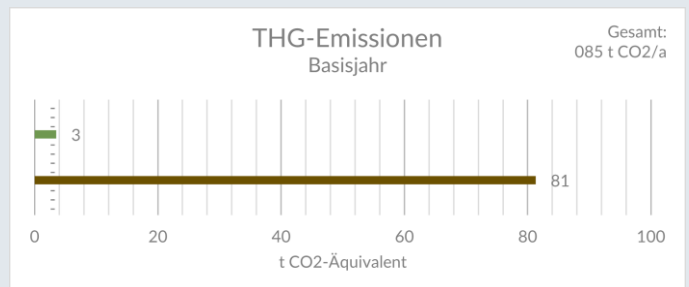
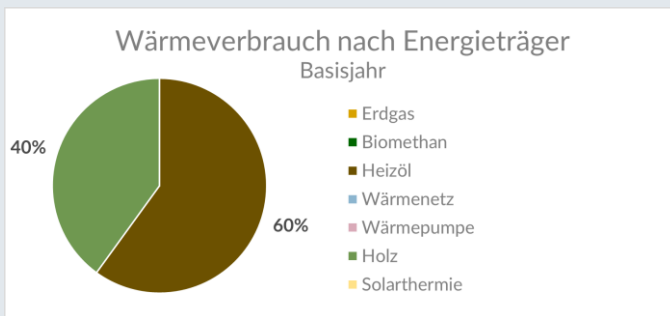


## Bestand

Teilgebiet	19
Fläche	3 ha
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Wohngebiet
Anzahl Adressen	13 (13 beheizt)
Vorwiegende Baualtersklasse	2010-2019
Wärmeverbrauch	437 MWh/a
Wärmedichte	143 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	4



## Energie- und THG-Bilanz



## Beschreibung

Im Teilgebiete im Norden von Karlsfeld angrenzend an die Gemeindegrenze zu Dachau an der Bajuwarenstraße Kreuz Schleißheimerstraße sind teilweise Handwerksbetriebe ansässig und vereinzelt EFH vorzufinden. Die Gebäude weisen Baulatersklassen größer als > 2001 auf. Im Teilgebiet ist weder ein Gasnetz noch ein Wärmenetz vorhanden. Die Gebäude werden über nicht-leitungsgebundene Energieträger versorgt. Deren Energieträger wurden nach der Energieträgeraufteilung der Schornsteinfegerdaten des Gemeindegebiets aufgeteilt. Im Gebiet sind keine Wärmeliniendichten größer als 2 MWh/m vorzufinden. In der Nähe des Gebiets ist der Standort für die Tiefengeothermiebohrung verortet. Es ist wahrscheinlich, dass die Gebäude zukünftig durch Tiefengeothermie über ein Wärmenetz versorgt werden können. Zukünftig werden neue Gebäude in einem Gewerbegebiet im Osten des Teilgebietes entstehen. Dadurch wird der Energieverbrauch der Gemeinde Karlsfeld insgesamt erhöht werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen Energiemenge konnte aufgrund fehlender Daten nicht vorgenommen werden.

## Wärmewendestrategie

## Wärmenetzprüfung

## Eignung des Gebiets

Dezentrale Versorgung	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmenetz	Wahrscheinlich geeignet
H <sub>2</sub>	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Voraussichtliche Wärmeversorgung (für 2030   2035   2040)	Dezentral   Wärmenetz   Wärmenetz
Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	Nein

## Rahmenbedingungen für Transformation

## Mögliches Wärmenetz

Geschätzte Länge des notwendigen Ausbaus oder Neubaus zur Versorgung des gesamten Gebiets	589 m
---	-------

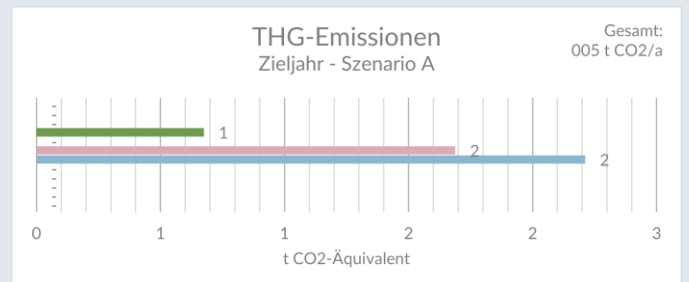
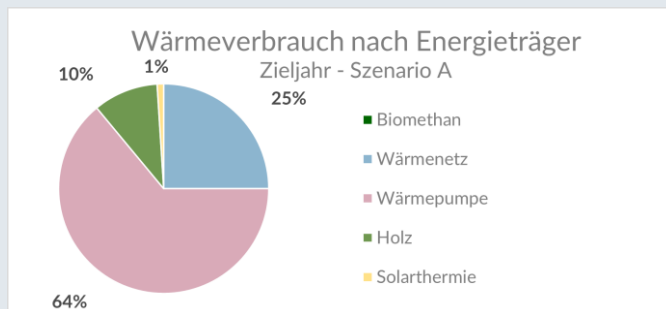
## Mögliche Wärmequellen

Luft-Wasser-Wärmepumpe, Oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie (Dach- und Freiflächen),

## Zielbild

## Kenngrößen

Sanierte Gebäude bis zum Zieljahr	0
Wärmeverbrauch im Zieljahr	414 MWh/a
Wärmedichte im Zieljahr	135 MWh/ha*a

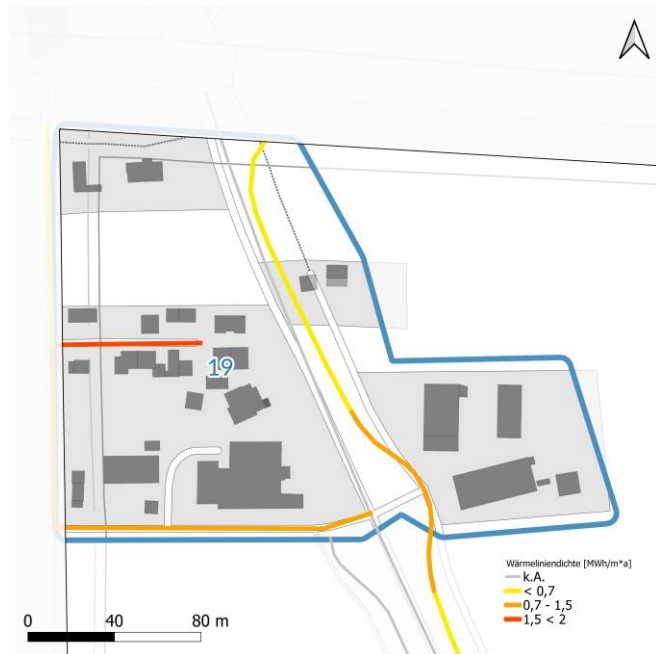


## Maßnahmen

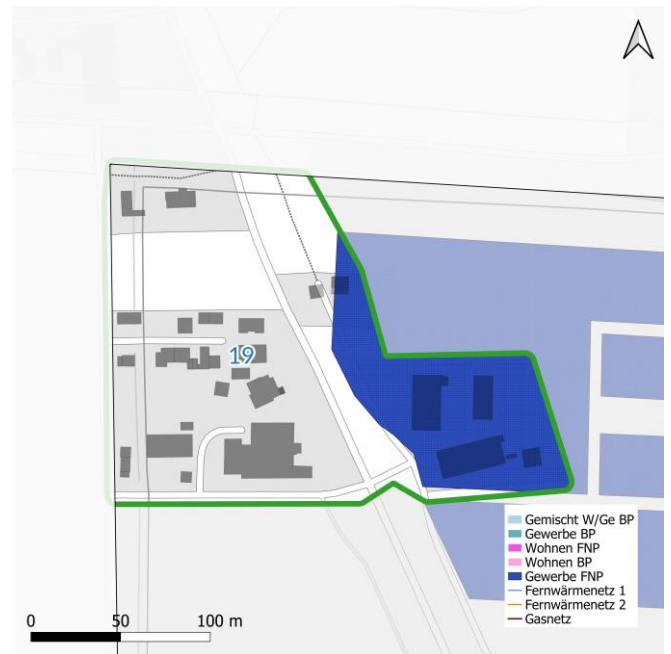
1, 7, 9, 10

Potenziale zur Wärmeversorgung

Wärmeliniedichte (Indikator für Wärmenetz)



Gasnetz- & Wärmenetzverlauf & Neubaugebiete



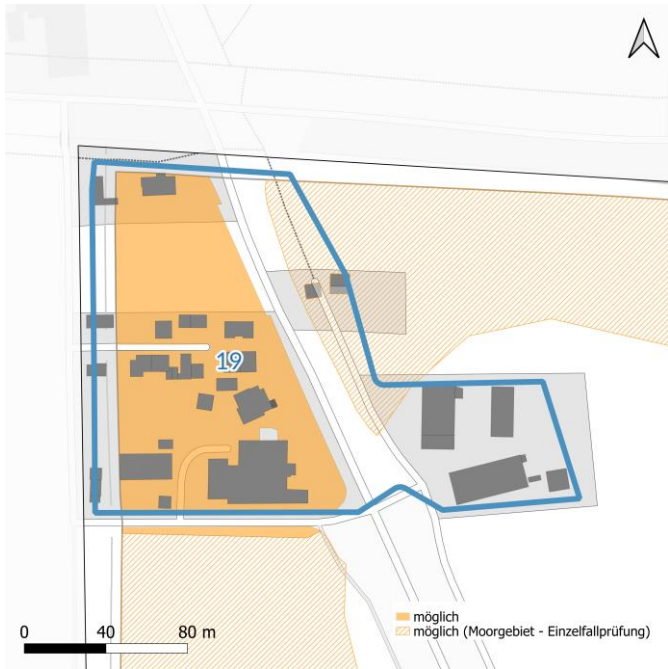
Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden



Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmekollektoren



**Nutzung von oberflächennaher Geothermie durch Grundwasserbrunnen**



**Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen**

