Kommunale Wärmeplanung

Markt Kraiburg a. Inn

maxsolar
energy concepts

Auftraggeber: Markt Kraiburg a. Inn
Marktplatz 1
84559 Kraiburg a. Inn

Auftragnehmer: MaxSolar GmbH
Bahnhofplatz 2a
83278 Traunstein

Autoren: Florian Heindl
Fynn Hoffmann
Alexander Steber

Stand: 16.03.2026

Version: 1.0

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Hinweis zur Sprache: Zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird im Bericht die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Diese Sprachform ist geschlechtsneutral zu verstehen und schließt alle Geschlechter gleichermaßen ein.

Inhalt

1 Einleitung 1
2 Datenerhebung 2
2.1 Datenschutz 2
2.2 Datengrundlage und Methodik 2
3 Bestandsanalyse 3
3.1 Beschreibung der Gemeindestruktur 3
3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur 4
3.2.1 Hauptnutzungsarten 4
3.2.2 Baualtersklassen der Gebäude 5
3.2.3 Baualtersklassen nach Sektoren 6
3.3 Analyse der Energieinfrastruktur 7
3.3.1 Leitungsgebundene Infrastruktur 7
3.3.2 Energieerzeugungsanlagen 9
3.3.3 Sonstige Energieinfrastruktur 11
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz 11
3.4.1 Versorgungsart 12
3.4.2 Wärmebedarf 13
3.4.3 Wärmeverbrauchsdichte 14
3.4.4 Energie- und Treibhausgas Gesamtbilanz 16
3.4.5 Treibhausgasemissionen durch Wärmeversorgung 17
3.5 Eignungsprüfung Fernwärmeversorgung 18
4 Potenzialanalyse 21
4.1 Wärmeenergieeinsparung 21
4.2 Potenzial zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 24
4.2.1 Photovoltaikanlagen auf Freiflächen 24
4.2.2 Photovoltaikanlagen auf Dachflächen 25
4.2.3 Windenergieanlagen 26
4.3 Potenzial zur Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien 27
4.3.1 Tiefe Geothermie 27
4.3.2 Oberflächennahe Geothermie 29
4.3.3 Solarthermie auf Dachflächen 34
4.3.4 Feste Biomasse 35

4.3.5 Abwasserwärme 38
4.3.6 Umweltwärme – Oberflächengewässer 38
4.4 Nutzung unvermeidbarer Abwärme 40
4.5 Potenzial zur zentralen Wärmespeicherung 40
4.6 Wasserstoff, Biomethan und synthetische Gase 42
5 Zielszenario 44
5.1 Vollkostenvergleich 45
5.2 Einteilung in Eignungsgebiete 49
5.2.1 Eignungsbeurteilung Biomethan 50
5.2.2 Eignungsbeurteilung Wärmenetz 50
5.2.3 Eignungsbeurteilung Dezentrale Versorgung 51
5.3 Maßgebliches Szenario 52
5.3.1 Sensitivitätsanalyse zum Einfluss des Fernwärme-Mischpreises 53
5.3.2 Energie- und Treibhausgasbilanz 54
5.3.3 Emissionseinsparung 58
5.4 Kurzprüfung der Fernwärme Potenzialgebiete 58
5.4.1 Potenzialgebiet Kraiburg – Zielnetzgebiet 59
6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog 61
6.1 Maßnahmen Wärmenetz 62
6.1.1 Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 62
6.1.2 Interessensabfrage Fernwärmeanschluss 63
6.2 Maßnahmen dezentrale Versorgung 64
6.2.1 Informationsveranstaltung zur Energieberatung 64
6.2.2 Bildung von Facharbeitsgruppen oder eines Klimaschutz-Netzwerks 66
6.3 Maßnahme Biomethanversorgung 67
6.4 Maßnahmen zur Potenzialnutzung 68
6.4.1 Machbarkeitsprüfung Freiflächen-Photovoltaikanlagen 68
6.4.2 Machbarkeitsprüfung Saisonalspeicher 69
6.5 Maßnahme Öffentlichkeitsarbeit 71
6.6 Ablaufpläne Maßnahmen 72
6.6.1 Umsetzung Wärmenetze 72
7 Prozessübergreifende Elemente der kommunalen Wärmeplanung 73
7.1 Kommunikationsstrategie 73

7.2 Verstetigungsstrategie 75
7.3 Controlling-Konzept 77
7.3.1 „Top Down“: Erhebung übergeordneter Daten 77
7.3.2 „Bottom up“: Evaluierung von Einzelmaßnahmen 79
8 Fazit 80
9 Ausblick – Fortschreibung Wärmeplan 81
10 Quellenverzeichnis XII
11 Anhang XV
11.1 Anhang 1: Übersichtstabelle Energie- und Treibhausgasbilanz – Bestandsszenario 2024 XV
11.2 Anhang 2: Übersichtstabelle Energie- und Treibhausgasbilanz – Zielszenario 2040 XVII

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Geografische Lage [Q:2] 3
Abbildung 2: Hauptnutzungsarten nach Sektoren [Q:1] 4
Abbildung 3: Sektoren auf Baublockebene [Q:1] 4
Abbildung 4: Gebäude nach Baualtersklassen [Q:1] 5
Abbildung 5: Baualtersklassen auf Baublockebene [Q:1] 5
Abbildung 6: Baualtersklassen nach Sektoren [Q:1] 6
Abbildung 7: Erdgasverteilnetz im Gemeindegebiet [Q:3] [Q:50] 8
Abbildung 8: Verteil- und Übertragungsnetz, Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene [Q:2] 9
Abbildung 9: Vorhandene Energieerzeugungsanlagen [Q:2] 10
Abbildung 10: Heiztechnologie auf Baublockebene [Q:1] [Q:8] 12
Abbildung 11: Wärmebedarf auf Baublockebene [Q:1] 13
Abbildung 12: Wärmebedarf pro Hektar [Q:1] 14
Abbildung 13: Wärmeverbrauchsdichte auf Baublockebene [Q:1] 15
Abbildung 14: Endenergieverbrauch [Tsd. MWh] und Emissionen [Tsd. Tonnen CO_2] je Sektor [Q:1] 16
Abbildung 15: Gebäude nach Energieträger und Wärmeerzeuger [Anzahl] [Q:1] 16
Abbildung 16 - Endenergieverbrauch nach Energieträger und Wärmeerzeuger [GWh] [Q:1] 17
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen [Q:1] 17
Abbildung 18: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene [Q:1] 18
Abbildung 19: Gebiete mit geringer Fernwärmenetzeignung [Q:1] 19
Abbildung 20: Gebiete mit mittlerer Fernwärmenetzeignung [Q:1] 19
Abbildung 21: Gebiete mit hoher Fernwärmenetzeignung [Q:1] 20
Abbildung 22: Reduktion des Wärmeenergiebedarfs durch Bestandssanierung [Q:1] 22
Abbildung 23: Gesamtsanierungspotenzial [Q:1] 23
Abbildung 24: Weißflächenkartierung Photovoltaikanlagen auf Freiflächen [Q:2] [Q:3] 24
Abbildung 25: Ausschnitt aus der Potenzialanalyse zum Dachflächen-PV-Potenzial [Q:1] [Q:2] 25
Abbildung 26: Kartographische Darstellung der geplanten Windvorranggebiete [Q:2] [Q:53] 26
Abbildung 27: Hydrothermale und Petrothermale Ressourcen [Q:13] [Q:59] 28
Abbildung 28: Süddeutsches Molassebecken als Potenzialgebiet zur hydrothermischen Wärmegewinnung [Q:59] 28

Abbildung 29: Bestandsanlagen der oberflächennahen Geothermie [Q:59] *30*
Abbildung 30: Standortbewertung für Erdwärmekollektoren [Q:59] *31*
Abbildung 31: Standortbewertung für Grundwasserwärmepumpen [Q:59] *32*
Abbildung 32: Standortbewertung für Erdwärmesonden [Q:59] *33*
Abbildung 33: Ausschnitt aus der Potenzialanalyse zum Solarthermie-Potenzial [Q:1] [Q:2] *34*
Abbildung 34: Übersicht zur Datenlage der Baumart aus der Bundeswaldinventur [Q:1] *36*
Abbildung 35: Biomasseanteil aus Laubbäumen [Q:1] *37*
Abbildung 36: Biomasseanteil aus Nadelbäumen [Q:1] *37*
Abbildung 37: Parameter zum Flussthermiepotenzial am Inn [Q:3] [Q:65] [Q:66] *39*
Abbildung 38: Maximale Entzugsleistung in Abhängigkeit der Entzugsspreizung am Inn [Q:3] [Q:65] [Q:66] *39*
Abbildung 39: Schematischer Aufbau eines Erdbeckenwärmespeichers (PTES) [Q:3] [Q:72] *41*
Abbildung 40: Zukünftige Preisentwicklung Biomethan [Q:3] [Q:64] [Q:67] *42*
Abbildung 41: Zukünftige Preisentwicklung Wasserstoff [Q:3] [Q:64] [Q:67] *43*
Abbildung 42: Methodik zur Einteilung in Eignungsgebiete [Q:3] *49*
Abbildung 43: Eignungsbeurteilung Biomethan [Q:1] *50*
Abbildung 44: Eignungsbeurteilung Wärmenetz [Q:1] *50*
Abbildung 46: Eignungsbewertung Dezentrale Versorgung [Q:1] *51*
Abbildung 49: Maßgebliches Zielszenario [Q:1] *52*
Abbildung 51: Maßgebliches Zielszenario im Rahmen der Sensitivitätsanalyse [Q:1] *53*
Abbildung 53: Endenergieverbrauch [GWh/a] und Emissionen [Tsd. t_{CO2}] nach Technologien und Sektoren [Q:1] *54*
Abbildung 55: Gebäude nach Energieträger und Wärmeerzeuger im Zieljahr 2040[Q:1] *54*
Abbildung 56: Endenergieverbrauch in den untersuchten Szenarien [Q:1] *55*
Abbildung 57: Anzahl der Gebäude nach Heiztechnologie [Anzahl] [Q:1] *55*
Abbildung 58: Endenergiebedarfsentwicklung nach Heiztechnologie [MWh] [Q:1] *56*
Abbildung 59: Emissionsentwicklung nach Heiztechnologie [t_{CO2}] [Q:1] *56*
Abbildung 60: Emissionseinsparung im Zielszenario [Q:1] *58*
Abbildung 62: Fernwärmepotenzialgebiet Kraiburg – Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3] *59*
Abbildung 63: „Ausbaustufe 1“ als erste Ausbaustufe zum Zielnetzgebiet *60*
Abbildung 67: Umsetzungsstrategie zur Klimaneutralität [Q:3] *61*
Abbildung 68: Ablaufplan Maßnahme Wärmenetz [Q:3] *72*
Abbildung 69: Ablaufplan mit Maßnahmen zur Potenzialnutzung [Q:3] *72*

Abbildung 70: Beteiligungsstufen Akteure *74*
Abbildung 71: Darstellung eines PDCA-Zyklus (d.h. Demingkreis oder Shewhart-Zyklus) *77*

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Baualtersklassen nach Sektoren [Q:1] 6
Tabelle 2: Übersicht zum Gasnetz [Q:50] 7
Tabelle 3: Übersicht Stromnetzbetreiber [Q:2] 8
Tabelle 4: Übersicht Energieerzeugungsanlagen [Q:18] 10
Tabelle 5: Erzeugungsanlagen und aufgrund von Redispatch abgeregelte Energiemengen (Oktober 2024 bis Oktober 2025) [Q:2] 11
Tabelle 6: Anteil der aufgrund von Redispatch abgeregelten Energiemenge in der Umgebung (Oktober 2024 – Oktober 2025) [Q:2] 11
Tabelle 7: Fernwärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte [Q:9] 18
Tabelle 8: Zielsanierungstiefe für Bestandssanierungen [Q:9] 22
Tabelle 9: Veränderung energetischer Kennzahlen durch Bestandssanierung mit einer Sanierungsquote von 0,7 %/a [Q:1] 22
Tabelle 10: Energieeinsparpotenzial Sanierungen [Q:1] 23
Tabelle 11: Potenzialermittlung durch Photovoltaikanlagen auf Dachflächen [Q:1] 25
Tabelle 12: Technologieübersicht Tiefe Geothermie [Q:19] 27
Tabelle 13: Geothermieanlagen in der Umgebung [Q:59] 29
Tabelle 14: Technologieübersicht oberflächennahe Geothermie 30
Tabelle 15: Potenzial Solarthermie [Q:1] 35
Tabelle 16: Biomassepotenzial bei Basisbewirtschaftung [Q:1] 36
Tabelle 17: Theoretisches Potenzial der Abwassermenge [Q:3] [Q:16] 38
Tabelle 18: Gebäudedaten Beispielgebäude [Q:3] 45
Tabelle 19: Auszug aus der Parameterliste je Heiztechnologie [Q:3] 46
Tabelle 20: Auszug der Parameterliste für Erdgas-, Wasserstoff- und Biomethan-Heizkessel [Q:3] 47
Tabelle 21: Vollkostenvergleich anhand des Beispielgebäudes [Q:3] 48
Tabelle 22: Tabellarische Übersicht zur Sensitivität des Fernwärme-Mischpreises [Q:1] 53
Tabelle 23: Anzahl der Gebäude nach Heiztechnologie [Anzahl] [Q:1] 55
Tabelle 24: Endenergiebedarfsentwicklung nach Heiztechnologie [MWh] [Q:1] 56
Tabelle 25: Emissionsentwicklung nach Heiztechnologie [t_{CO2}] [Q:1] 57
Tabelle 26: Relevante Energiekennzahlen im Bestands- und Zielszenario [Q:1] 57
Tabelle 27: Kurzprüfung des Fernwärmepotenzialgebiets Kraiburg – Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3] 59

Tabelle 28: Kurzprüfung der ersten Ausbaustufe zum Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3] *60*
Tabelle 29: Indikatoren für das Controlling der KWP *78*
Tabelle 30: Energie- und Treibhausgasbilanz 2024 [Q:1] ..... *XVI*
Tabelle 31: Energie- und Treibhausgasbilanz 2040 [Q:1] ..... *XVIII*

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BESS	Batteriespeichersysteme
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGA	Biogasanlagen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BWK	Brennwertkessel
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DFPVA	Dachflächen-Photovoltaikanlage
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
ENB	Energienetze Bayern
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EWK	Erdwärmekollektoren
EWS	Erdwärmesonden
FAQ	Frequently Asked Questions
FFH	Fauna Flora-Habitat
FFPVA	Freiflächen-Photovoltaikanlage
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GWWP	Grundwasserwärmepumpen
IBN	Inbetriebnahme
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LOD2	Level of Detail 2

LSG	Landschaftsschutzgebiet
MaStR	Marktstammdatenregister
NEP	Netzentwicklungsplan (Strom)
NSG	Naturschutzgebiet
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PV	Photovoltaik
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
THG	Treibhausgaspotenzial
UBA	Umweltbundesamt
vbzv	Verbraucherzentrale Bundesverband e. V.
WEA	Windenergieanlage
WKA	Wasserkraftanlagen
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1 Einleitung

Die Wärmewende ist ein zentrales Handlungsfeld der deutschen Energie- und Klimapolitik. Mit dem Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 treibhausgasneutral zu gestalten, stehen Kommunen vor der Aufgabe, tragfähige Strategien für eine nachhaltige und zukunftssichere Wärmeversorgung zu entwickeln. Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) ist dabei ein wesentliches Instrument: Sie unterstützt Städte und Gemeinden dabei, ihren Gebäudebestand systematisch zu analysieren, erneuerbare Potenziale zu identifizieren und lokal angepasste Transformationspfade hin zur Klimaneutralität zu entwickeln.

Vor diesem Hintergrund wurde die MaxSolar GmbH vom Markt Kraiburg a. Inn mit der Erstellung einer Kommunalen Wärmeplanung beauftragt. Ziel ist es, eine belastbare Entscheidungsgrundlage für kommunale Akteure, Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Energieversorger zu schaffen, um die Wärmewende vor Ort gezielt voranzubringen. Grundlage der Planung ist das Wärmeplanungsgesetz (WPG), das Städten und Gemeinden konkrete zeitliche Vorgaben macht: Während Großstädte mit über 100.000 Einwohnern ihre Wärmepläne bis 2026 vorlegen müssen, haben kleinere Kommunen – wie Kraiburg – Zeit bis spätestens 2028.

Die Kommunale Wärmeplanung ist als strategisches, nicht rechtsverbindliches Instrument zu verstehen, das technische, räumliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte berücksichtigt. Sie basiert auf einer detaillierten Bestandsaufnahme der Gebäude- und Energieinfrastruktur, einer systematischen Potenzialanalyse erneuerbarer Wärmequellen und einer daraus abgeleiteten Zielvision in Bayern für das Jahr 2040. Auf dieser Grundlage werden konkrete Maßnahmenvorschläge entwickelt, mit denen die Wärmewende vor Ort schrittweise umgesetzt werden kann.

Die vorliegende Planung legt besonderen Wert auf die Integration lokaler Akteure, auf Transparenz sowie auf eine realistische Einschätzung der Umsetzbarkeit. Damit schafft sie die Voraussetzungen für eine koordinierte, sozialverträgliche und technologieoffene Transformation der Wärmeversorgung. Die Wärmeplanung versteht sich dabei nicht als einmaliges Projekt, sondern als dynamischer Prozess, der alle fünf Jahre fortgeschrieben wird – mit dem Ziel, neue technologische Entwicklungen, gesetzliche Rahmenbedingungen und lokale Erkenntnisse laufend zu berücksichtigen und einzubinden.

2 Datenerhebung

2.1 Datenschutz

Zu Beginn der Kommunalen Wärmeplanung erfolgte zwischen dem Auftraggeber (Kommune) und dem Auftragnehmer (MaxSolar GmbH) einer Vertraulichkeitsvereinbarung. Basis sind die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), das WPG und die kommunalen Regelungen im Umgang mit Daten und vertraulichen Informationen.

Die Datenerhebung und-verarbeitung erfolgt auf Grundlage des WPGs. Selbst wenn keine Informationen wie Namen oder Eigentumsverhältnisse übermittelt und verarbeitet werden, sind die zur Wärmeplanung notwendigen, gebäudescharfen Informationen, also Informationen, die sich nur auf ein einzelnes Gebäude beziehen, den personenbezogenen Daten zuzuordnen. Bei der Datenverarbeitung durch die planungsverantwortliche Stelle müssen die Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt werden (§ 12 Absatz 1 WPG). Aus der veröffentlichten Darstellung dürfen keine Rückschlüsse auf Energieverbrauch und Energieversorgung einzelner Bürgerinnen und Bürger möglich sein. Daher werden im Wärmeplan mindestens fünf Gebäude zu einem Block zusammengefasst. Für diese Gebäudegruppen werden die Daten gemittelt dargestellt.

Wenn gebäudescharfe Daten oder persönliche Daten vorliegen, müssen diese nach Abschluss der Wärmeplanung gelöscht werden.

2.2 Datengrundlage und Methodik

Die Erhebung der Daten stellt einen wesentlichen Teil der Bestandsanalyse dar. Zuerst wurden alle vorliegenden Daten der Kommune gesammelt. Andere Daten wurden beispielsweise bei den Energieversorgungsunternehmen oder dem örtlichen Schornsteinfeger angefragt. Die Datenanfrage und-übermittlung erfolgte stets über die Ansprechperson der Gemeindeverwaltung, welche die Informationen dem Auftragnehmer geschützt zur Verfügung stellte.

Für Informationen zum IST-Zustand wurde auf öffentlich verfügbare Quellen, wie den „Level of Detail 2“ (LOD2) Daten und den Angaben aus dem Zensus22 zurückgegriffen.

Das dreidimensionale Gebäudemodell resultiert aus den LOD2-Daten. Es werden alle oberirdischen Gebäude und Bauwerke einschließlich standardisierter Dachformen entsprechend der tatsächlichen Firstverläufe repräsentiert. Dabei handelt es sich um ein Folgeprodukt aus den ALKIS-Gebäudegrundrissen.

Vom Statistischen Bundesamt sowie den Landesämtern für Statistik wurde zuletzt im Jahr 2022 in Deutschland eine Volkszählung durchgeführt, der Zensus22. Die statistische Erhebung umfasst Bevölkerungs-, Gebäude- und Wohnungszahl, sowie erstmals Nettokaltmiete, Gründe und Dauer von Wohnungsleerstand plus Energieträger der Heizung.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung werden sämtliche verfügbaren Datenquellen systematisch in die Simulation eingebunden, um eine möglichst umfassende und belastbare Analyse zu gewährleisten. Dazu zählen unter anderem Kehrbuchdaten (z. B. zur Heizungsart), Verbrauchsdaten der Energieversorger, Daten aus dem Marktstammdatenregister, Gebäude- und Liegenschaftsinformationen (z. B. aus ALKIS), sowie energetische Sanierungsstände und Informationen zur bestehenden Energieinfrastruktur. Die Vielzahl an Datenquellen ermöglicht eine fundierte Bewertung des Wärmebedarfs sowie der Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung.

Die datenschutzkonforme Darstellung der analysierten Daten bedingt, dass die zu bewertende Eigenschaft im jeweiligen Baublock mehrheitlich vorliegen muss, um entsprechend dargestellt werden zu können. Bei „Unbekannt“ dargestellten Gebieten kann keine vorhandene Eigenschaft die Mehrheit erreichen.

Nach Eingang der Daten wurde zunächst eine Vollständigkeitsprüfung durchgeführt. Identifizierte Datenlücken erforderten eine Ergänzung der Datenquellen sowie eine anschließende Überprüfung auf Plausibilität. Fehlerhafte Datensätze wurden, sofern möglich, korrigiert oder aus dem Datenbestand entfernt.

Für die Datenverarbeitung kam das Software-Tool INFRA-Wärme der LBD-Beratungsgesellschaft mbH zum Einsatz. Mittels Geodaten und intelligenter Algorithmen wurden die Bestandteile der Wärmeplanung in einem digitalen Zwilling modelliert.

Die Ergebnisse des Tools werden der Kommune nach Abschluss zur Verfügung gestellt.

3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stellt den ersten und grundlegenden Schritt der Kommunalen Wärmeplanung dar und dient als Ausgangspunkt für die Entwicklung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. In dieser Phase wird der aktuelle Zustand der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene vollständig erfasst und bewertet. Ziel ist es, ein möglichst detailliertes Bild der bestehenden Infrastrukturen, der verwendeten Energiequellen sowie der Gebäude zu erhalten.

Dabei werden sowohl die aktuellen Wärmeversorgungsnetze als auch individuelle Heizsysteme in privaten, öffentlichen oder gewerblichen Gebäuden berücksichtigt. Darüber hinaus erfolgt die Erhebung von Daten zu den Treibhausgasemissionen, die mit der derzeitigen Wärmeversorgung verbunden sind. Die Bestandsanalyse liefert somit eine erforderliche Grundlage für die nachfolgenden Schritte der Wärmeplanung, wie die Potenzialanalyse und die Entwicklung eines Zielszenarios, und ermöglicht es, zielgerichtete Maßnahmen zur Reduktion der CO_2-Emissionen und zur Optimierung der Wärmeversorgung zu formulieren.

3.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Der Markt Kraiburg am Inn ist eine Marktgemeinde im oberbayerischen Landkreis Mühldorf am Inn und gehört zur Region Inn-Salzach im Südosten des Bundeslandes Bayern. Der Ort liegt am südlichen Ufer des Inns und bildet aufgrund seiner historischen Entwicklung sowie seiner Lage im Inntal ein lokales Versorgungs- und Siedlungszentrum für das umliegende ländliche Gebiet. Die Gemeinde umfasst eine Fläche von rund 27,5 km² und weist eine Einwohnerzahl von etwa 4.000 Einwohnern auf. Daraus ergibt sich eine vergleichsweise geringe Bevölkerungsdichte von etwa 146–148 Einwohnern je km², was auf eine überwiegend ländlich geprägte Siedlungsstruktur schließen lässt.

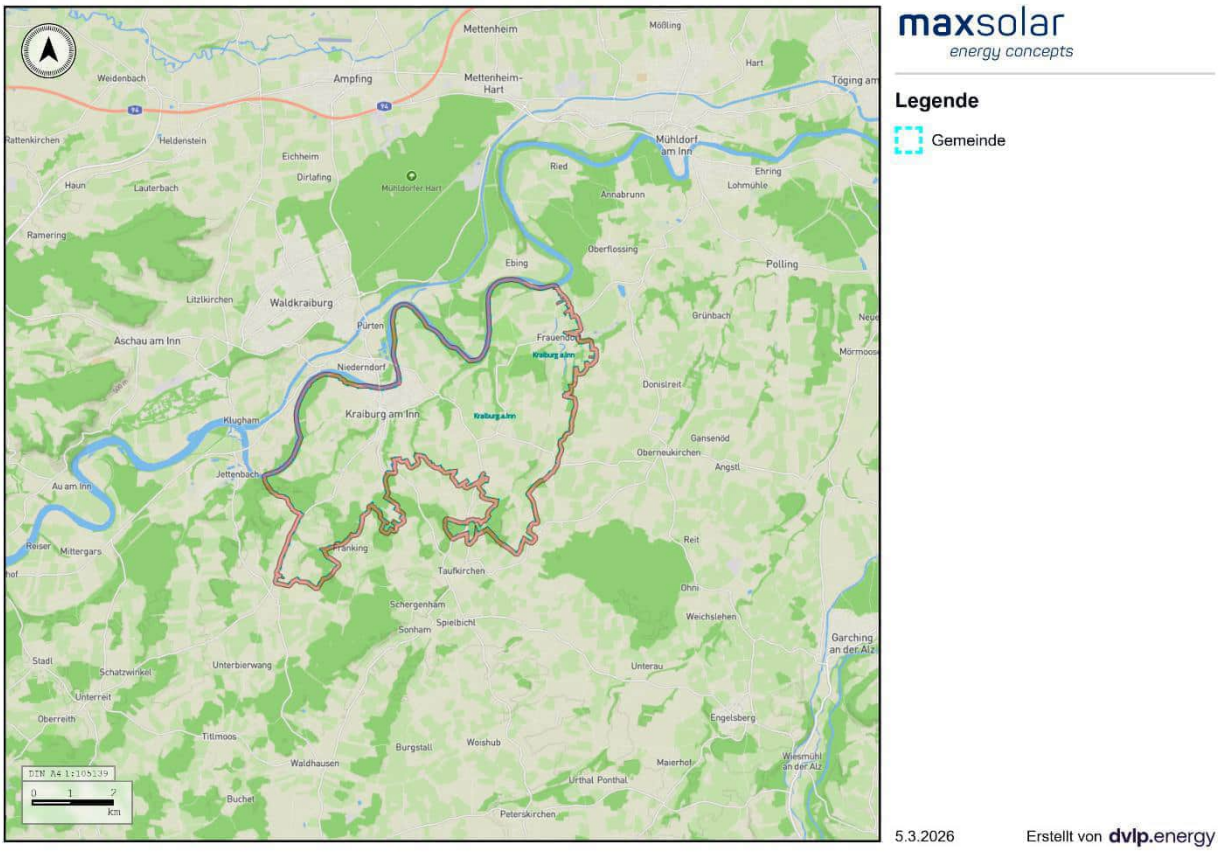


Abbildung 1: Geografische Lage [Q:2]

3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung bildet die Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur eine zentrale Grundlage für die Bestandsaufnahme des aktuellen Wärmebedarfs und die Ableitung potenzieller Wärmeversorgungsstrategien. Dabei werden unter anderem Gebäudetypen, Baualtersklassen, Nutzungsarten, Geschossflächen sowie die Siedlungsdichte systematisch erfasst und ausgewertet. Diese Informationen ermöglichen Rückschlüsse auf die energetische Qualität der Bausubstanz sowie auf das Einspar- und Dekarbonisierungspotenzial im Gebäudebestand. Die Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur umfasst eine Ermittlung der vorherrschenden Nutzungsarten sowie der Baualtersklassen der Gebäude. Beide Aspekte lassen sich baublockbezogen darstellen, um eine detaillierte Übersicht der baulichen Gegebenheiten zu bieten.

In Kraiburg wurden 2.210 Gebäude bzw. Gebäudeteile identifiziert.

3.2.1 Hauptnutzungsarten

Zuerst erfolgte eine Analyse der Siedlungstypologien, bei der die Hauptnutzungsart in die Sektoren Private Haushalte, Öffentliche Gebäude, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Sonstiges unterschieden wurden. Beim Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen sind beispielweise auch landwirtschaftliche oder ehemalig landwirtschaftliche Gebäude inkludiert.



Abbildung 2: Hauptnutzungsarten nach Sektoren [Q:1]

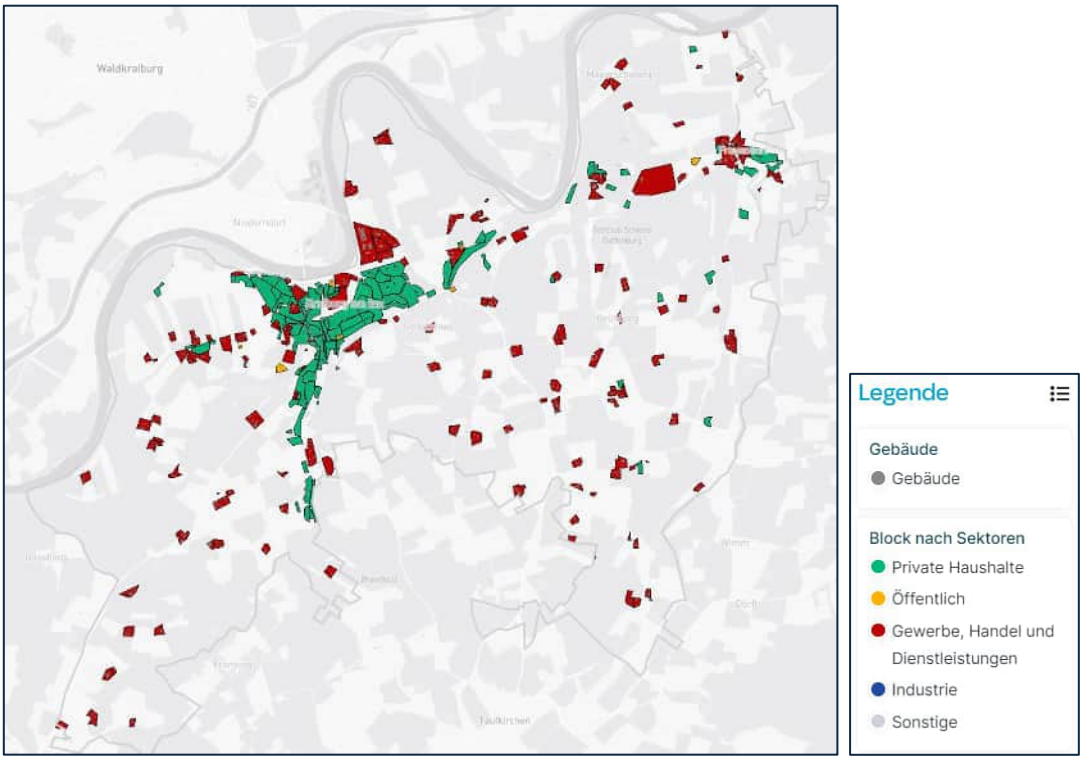


Abbildung 3: Sektoren auf Baublockebene [Q:1]

3.2.2 Baualtersklassen der Gebäude

Im folgenden Kapitel wurden die Gebäude anhand ihres Baualters differenziert, die im Rahmen der Zensusabfrage ermittelt wurden. Da es sich beim Zensus um eine Volkszählung handelt, werden lediglich Wohngebäude in der Datenbank erfasst.

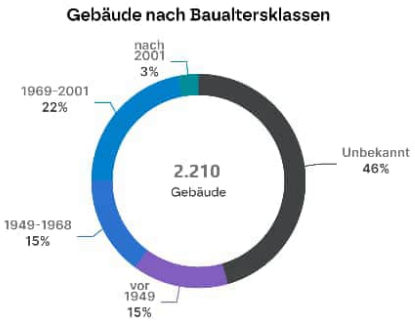


Abbildung 4: Gebäude nach Baualtersklassen [Q:1]

Unbekannte Gebiete ergeben sich oft auch aus der datenschutzkonformen Darstellung auf Baublockebene. Die Gebäude im Baublock weisen mehrheitlich keine gemeinsame Baualtersklasse auf. Für unbekannte Baualtersklassen wurden Durchschnittswerte für nachfolgende Berechnungen verwendet.

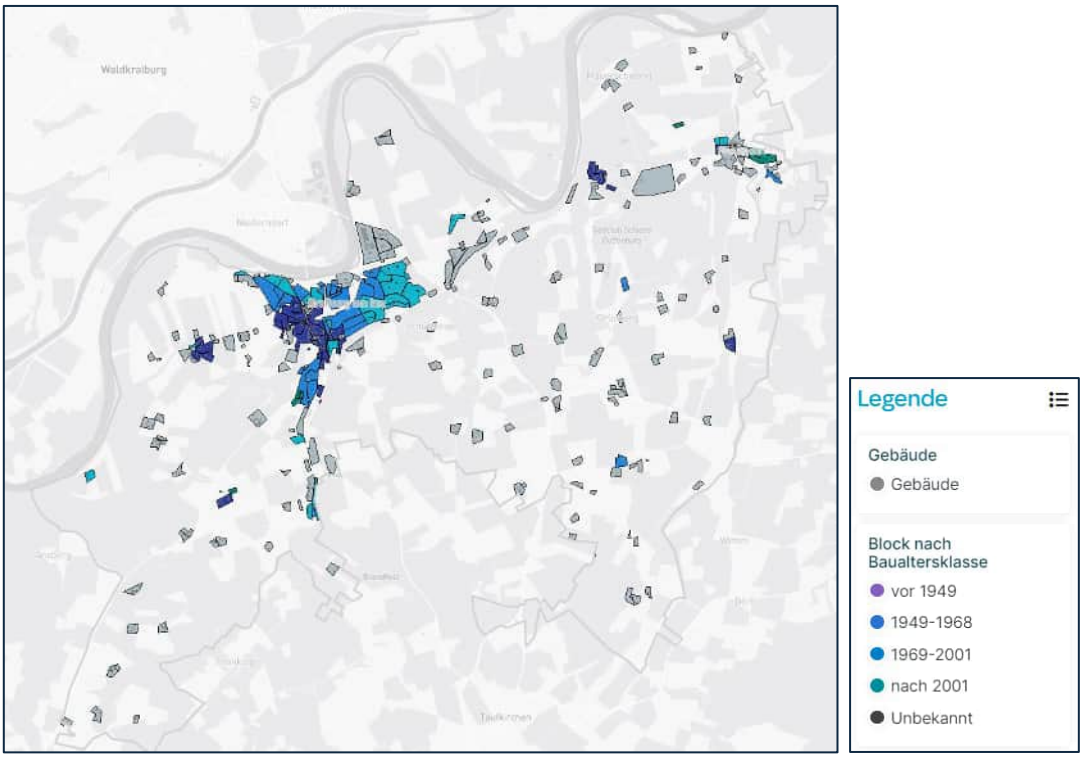


Abbildung 5: Baualtersklassen auf Baublockebene [Q:1]

3.2.3 Baualtersklassen nach Sektoren

Eine gute Übersicht bietet die Grafik über die Einteilung der neu gebauten Gebäude nach Baujahr und Sektor.

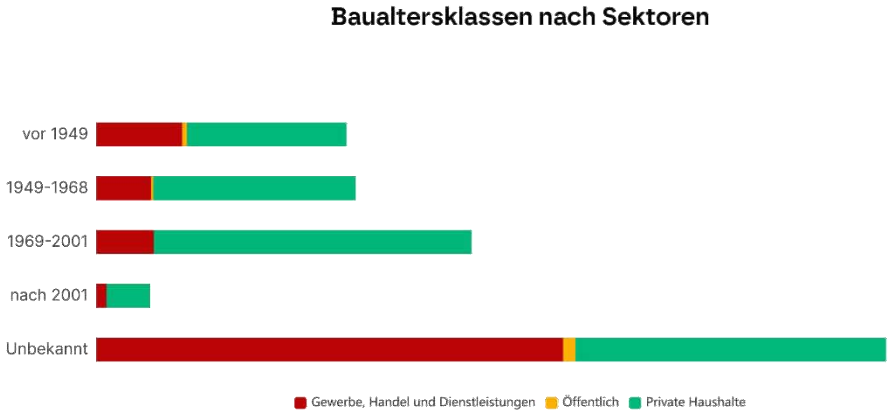


Abbildung 6: Baualtersklassen nach Sektoren [Q:1]

Die abgebildete Grafik vermittelt einen ersten Überblick über die energetische Qualität der Bestandsgebäude in Kraiburg am Inn. Unabhängig von den unbekannten Gebäudealtersklassen, wurde ein großer Teil der Gebäude noch vor 1977 errichtet – also zu einer Zeit, als die erste deutsche Wärmeschutzverordnung noch nicht in Kraft war. Diese „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden" trat 1977 in Kraft und bildete den ersten rechtlichen Rahmen für den energiesparenden Wärmeschutz auf Basis des damals eingeführten Energieeinsparungsgesetzes. Bis zu diesem Zeitpunkt existierten in Deutschland keine verbindlichen öffentlich-rechtlichen Vorschriften für den Wärmeschutz von Gebäuden. [Q:17]

Gebäude aus der Zeit vor Einführung der ersten Verordnung weisen erfahrungsgemäß deutlich schlechtere Dämmwerte auf und sind daher mit einem überdurchschnittlich hohen spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche verbunden [Q:11]. Für die Kommunale Wärmeplanung bedeutet das, dass in diesen Quartieren ein besonders hohes Potenzial für energetische Sanierungen und Effizienzmaßnahmen besteht. Zusätzlich ist mit einer hohen benötigten Vorlauftemperatur zu rechnen.

	Private Haushalte	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	Industrie	Öffentlich	Sonstige
Vor 1949	204	111	0	6	0
1949- 1968	259	70	0	3	0
1969- 2001	406	75	0	0	0
Nach 2001	56	13	0	0	0
Unbekannt	397	596	0	14	0

Tabelle 1: Baualtersklassen nach Sektoren [Q:1]

3.3 Analyse der Energieinfrastruktur

Die Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur ist ein wichtiger Teil dieses Kapitels im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Sie dient dazu, die derzeitige Versorgungssituation zu erfassen, technische und wirtschaftliche Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu identifizieren und Hemmnisse frühzeitig zu erkennen.

Im Fokus stehen dabei insbesondere bestehende Wärmenetze, Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen, Gas- und Stromverteilnetze auf den verschiedenen Spannungsebenen sowie relevante Netzknotenpunkte und Einspeisestellen. Auch die Verfügbarkeit und Erschließbarkeit von erneuerbaren Energien, Abwärmequellen und saisonalen Speichern werden im Zusammenhang mit der Infrastruktur analysiert.

Die gewonnenen Erkenntnisse bilden die Basis für die Ausarbeitung tragfähiger Transformationspfade und ermöglichen die gezielte Identifikation von Gebieten mit hohem Potenzial für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen.

Darüber hinaus erlaubt die Infrastrukturanalyse eine fundierte Bewertung der Versorgungssicherheit, der Netzauslastung sowie des zukünftigen Investitionsbedarfs. Durch die frühzeitige Einbindung der Netzbetreiber (z. B. Gas- oder Stromnetze) können potenzielle Synergien bei der Transformation der Energieversorgung identifiziert und genutzt werden.

3.3.1 Leitungsgebundene Infrastruktur

3.3.1.1 Erdgasnetz

Im Gebiet der Kommune Kraiburg besteht ein Erdgasnetz, das von der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG betrieben wird. Anhand der Gasversorgungs- und Gasnetzdaten konnten folgende Kennzahlen ermittelt werden:

Verteilnetzbetreiber Gasnetz	Energienetze Bayern GmbH & Co. KG
Energieträger	Methangas, < 3 % Biomethanbeimischung
Leitungslänge Verteilnetz	ca. 14 km
Zustand	ca. 20 Jahre alt, wasserstofftauglich

Tabelle 2: Übersicht zum Gasnetz [Q:50]

Die Versorgung mit Gas ist kartografisch wie folgt darstellbar. Dabei werden nur Verteilleitungen ohne Hochdruckleitungen abgebildet.

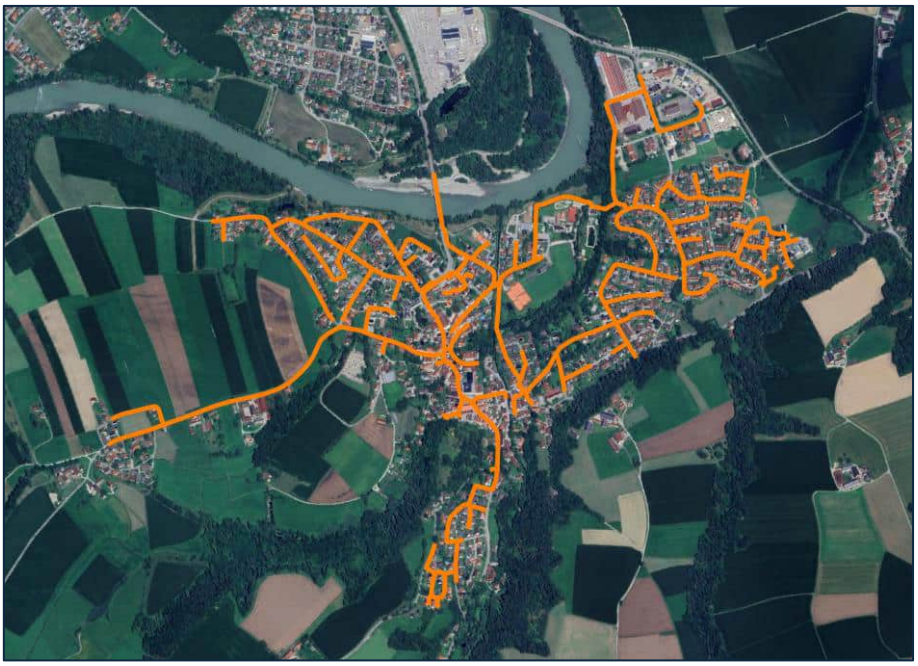


Abbildung 7: Erdgasverteilnetz im Gemeindegebiet [Q:3] [Q:50]

3.3.1.2 Bestehende und geplante Wärmenetze

Eine weitere wesentliche Komponente der Kommunalen Wärmeplanung ist die Untersuchung bestehender sowie geplanter Wärmenetze.

In Kraiburg existiert zum aktuellen Zeitpunkt kein flächendeckendes Wärmenetz. Außerdem sind keine Informationen über die Planung eines solchen bekannt.

3.3.1.3 Stromnetz

Ebenfalls ein zentrales Element der lokalen Energieinfrastruktur sind die bestehenden Stromnetze. Das vorhandene Verteil- und Übertragungsnetz auf Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene ist in nachfolgender Grafik dargestellt. Hierbei ist die Beschreibung der genauen Lage, sowie die Ermittlung freier Netzkapazitäten kein Inhalt der Kommunalen Wärmeplanung. Die Verteilnetzbetreiber sind nach §14 EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) verpflichtet, für einen sicheren, zuverlässigen und leistungsfähigen Netzbetrieb in der Nieder-, Mittel- und Hochspannungsebene zu sorgen. Die Hauptaufgabe der Übertragungsnetzbetreiber besteht darin, die überregionale Übertragung elektrischer Energie im Hoch- und Höchstspannungsnetz sicherzustellen.

Im untersuchten Gebiet sind folgende Netzbetreiber für die jeweiligen Spannungsebenen zuständig:

Stromnetzbetreiber	
Netzbetreiber Nieder- bzw. Mittelspannung	Bayernwerk Netz GmbH
Netzbetreiber Hochspannung	Bayernwerk Netz GmbH
Netzbetreiber Höchstspannung	TenneT TSO GmbH

Tabelle 3: Übersicht Stromnetzbetreiber [Q:2]

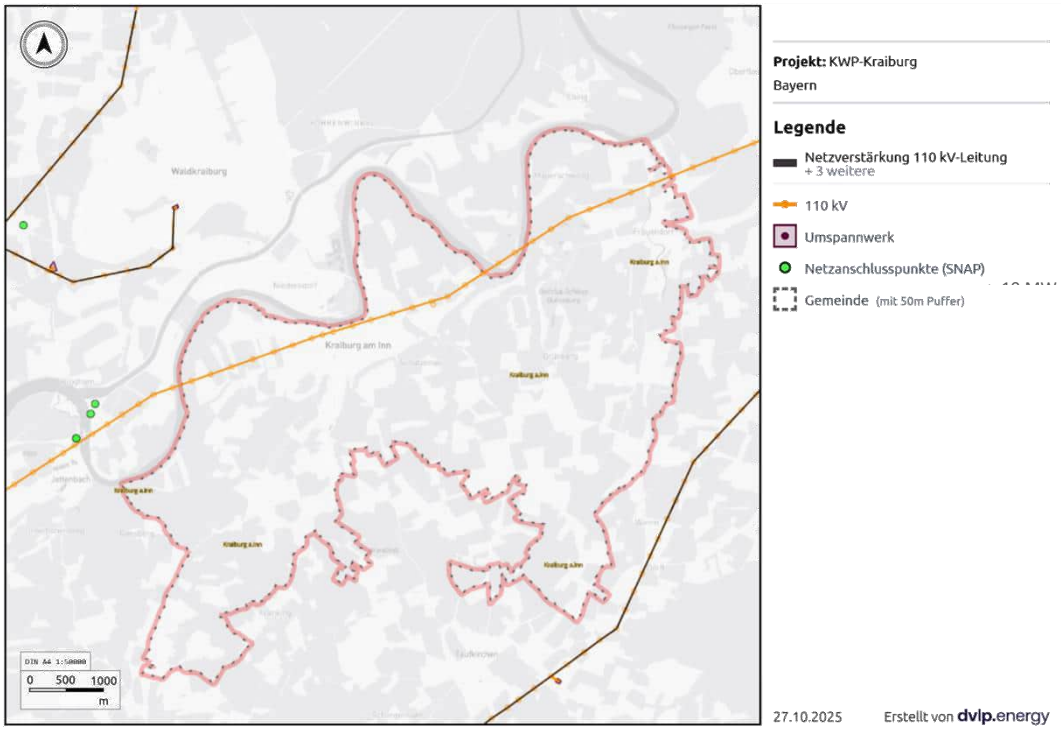


Abbildung 8: Verteil- und Übertragungsnetz, Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene [Q:2]

Wie in der Abbildung ersichtlich, wird durch das Gemeindegebiet Kraiburg Strom auf Hochspannungsebene (110 kV) übertragen. Jedoch befindet sich im Gebiet der Kommune keine Schnittstelle zwischen Mittel- und Hochspannungsebene in Form eines Umspannwerkes. Die Verteilnetze im Nieder- und Mittelspannungsbereich werden nicht betrachtet.

Sollten große Stromerzeugungsanlagen wie z. B. Freiflächen-Photovoltaikanlagen (FFPV-Anlagen) oder Windenergieanlagen (WEA) zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen im Gemeindegebiet Kraiburg errichtet werden, könnte im Falle von limitierten Netzkapazitäten auf Mittelspannungsebene ein Einspeisepunkt direkt in der Hochspannungsebene bzw. an einem Umspannwerk zugewiesen werden. Dafür wäre die Errichtung eines Umspannwerkes notwendig. Die Wahl des Einspeisepunktes obliegt dabei dem Netzbetreiber.

Der Ausbau des deutschen Stromnetzes wird im Rahmen des Netzentwicklungsplans strukturiert. Der Netzentwicklungsplan Strom (NEP) ist das zentrale Planungsinstrument für den Ausbau und die Modernisierung des Übertragungsnetzes in Deutschland. Er wird regelmäßig von den vier deutschen Übertragungsnetzbetreibern erstellt und von der Bundesnetzagentur geprüft und genehmigt. Der Netzentwicklungsplan legt fest, welche Leitungen, Konverter und Netzverstärkungen auf Basis verschiedener Verbrauchs- bzw. Stromerzeugungsszenarien notwendig sind, um den Strom zuverlässig transportieren und die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können [Q:51].

Aktuell sind keine Netzverstärkungsmaßnahmen für die 110 kV Freileitung, die durch das Gemeindegebiet Kraiburg führt, geplant. In den umliegenden Gemeindegebieten sind dagegen netzverstärkende Maßnahmen (110 kV-Freileitung Waldkraiburg, 110 kV-Freileitung Zeiling, UW-Waldkraiburg, UW-Zeiling) geplant.

3.3.2 Energieerzeugungsanlagen

Ergänzend zur leitungsgebundenen Infrastruktur wird eine detaillierte Analyse der bestehenden Energieerzeugungsanlagen in der Kommune durchgeführt. Diese umfassende Betrachtung der infrastrukturellen Gegebenheiten unterstützt eine zielgerichtete Planung und Optimierung der möglichen zukünftigen Energieversorgung und gewährleistet, dass alle relevanten Systeme sowie deren Entwicklungspotenziale berücksichtigt werden. Die Analyse der Bestandsanlagen erfolgt auf Basis des Marktstammdatenregisters (MaStR). Das Marktstammdatenregister ist ein umfassendes amtliches Register alle Anlagen zur Stromerzeugung. Betreiber von Anlagen zur Stromerzeugung sind zur Meldung der Anlage im Marktstammdatenregister verpflichtet.

Eine Übersicht aller Energiesysteme befindet sich in nachfolgender Tabelle, sowie anschließend kartografisch dargestellt. Unter das Energiesystem Biomasse-BHKWs fallen Blockheizkraftwerke von Biogasanlagen, die durch die Verbrennung von Biogas Strom und Wärme produzieren. BHKWs, die an der leitungsgebundenen Erdgasinfrastruktur angeschlossen sind und bilanziell mit Biomethan betrieben werden, zählen im Marktstammdatenregister zu den fossil betriebenen Anlagen.

Im Gemeindegebiet Kraiburg sind im Marktstammdatenregister vereinzelte Photovoltaikanlagen hinterleg. Im Gemeindegebiet sind bisher weder Blockheizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung, Windenergieanlagen und Batteriespeichersysteme zur erneuerbaren oder fossilen Erzeugung von Strom vorhanden.

Energiesystem		Installierte Leistung
BGA-BHKW	Biogasanlagen	590 kW_{el}
BHKW-KWK	Blockheizkraftwerk (Erdgas) mit Kraft-Wärme-Kopplung	0 kW_{th}
WKA	(Klein-) Wasserkraftanlagen	< 100 kW_{el}
DF-PVA	Dachflächen-Photovoltaikanlagen	2.603 kWp_{el}
FF-PVA	Freiflächen-Photovoltaikanlagen	13.026 kWp_{el}
WEA	Windenergieanlagen	0 kWp_{el}
BESS	Batteriespeichersysteme	0 kWh_{el}

Tabelle 4: Übersicht Energieerzeugungsanlagen [Q:18]

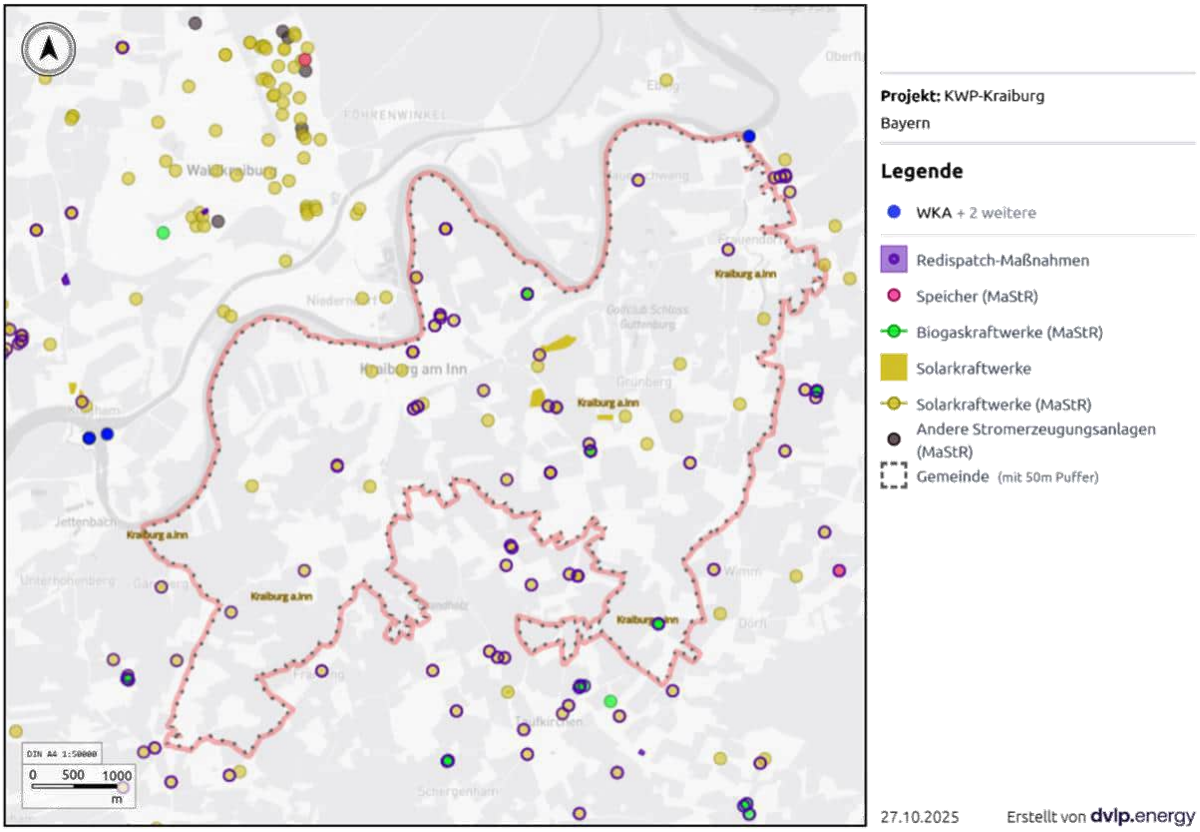


Abbildung 9: Vorhandene Energieerzeugungsanlagen [Q:2]

In der Abbildung sind zudem aufgetretene Redispatch-Maßnahmen dargestellt. Unter Redispatch wird verstanden, dass der Netzbetreiber bei vorhersehbaren Netzengpässen in den Betrieb von Stromerzeugungsanlagen eingreift und deren

Einspeisung anpasst. Dabei wird die Einspeiseleistung einzelner Anlagen gezielt reduziert, um Netzüberlastungen zu vermeiden und die Systemsicherheit zu gewährleisten. Im Rahmen von Redispatch 2.0 können grundsätzlich alle Stromerzeugungsanlagen mit einer installierten Leistung ab 100 kW betroffen sein.

Für das Gemeindegebiet Kraiburg sowie angrenzende Bereiche zeigt die Analyse, dass Anlagen im gesamten Gemeindegebiet von Redispatch-Maßnahmen betroffen waren. Diesbezüglich konnten folgende abgeregelte Energiemengen analysiert werden.

Erzeugungs-anlagen	Installierte Anlagenleistung *Bestandsanlagen*	Theoretische Stromproduktion *Hochrechnung*	Abgeregelte Energiemenge *Messwert Verteilnetzbetreiber*	Anteil der Abgeregelten Energiemenge
Biomasseanlagen	4 MWp	Ca. 32.000 MWh/a	341 MWh/a	1,20 %
Photovoltaikanlagen (Freifläche und Dachfläche)	21 MWp	Ca. 20.349 MWh/a	247 MWh/a	1,01 %
Netzgebiet Kraiburg	**25 MWp**	**Ca. 54.362 MWh/a**	**588 MWh/a**	**1,08 %**

Tabelle 5: Erzeugungsanlagen und aufgrund von Redispatch abgeregelte Energiemengen (Oktober 2024 bis Oktober 2025) [Q:2]

Netzgebiete in der Umgebung	Anteil der abgeregelten Energiemenge
Netzgebiet Schnaitsee	0,38 %
Netzgebiet Polling	0,78 %
Netzgebiet Gars a. Inn	0,18 %

Tabelle 6: Anteil der aufgrund von Redispatch abgeregelten Energiemenge in der Umgebung (Oktober 2024 – Oktober 2025) [Q:2]

Die Analysen verdeutlichen, dass das Gebiet der Kommune Kraiburg am Inn stark von Abregelungsmaßnahmen in der Nieder- und Mittelspannungsebene betroffen ist. Allerdings beläuft sich die aktuell abgeregelte Energiemenge lediglich auf 1,08 % der theoretisch möglichen Stromproduktion. Durch den Zubau von Speicheranlagen sowie eine Erhöhung des Eigenverbrauchs kann der Anteil der abgeregelten Energiemenge reduziert werden. Darüber hinaus könnten die Nieder- und Mittelspannungsebene durch ein zusätzliches Umspannwerk zur Hochspannungsebene entlastet werden.

3.3.3 Sonstige Energieinfrastruktur

Es ist nichts über die Existenz weiterer Infrastrukturen zur Unterstützung der Wärmewende in den Betrachtungsgebieten bekannt.

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz bildet einen wesentlichen Bestandteil der Ist-Analyse der Kommunalen Wärmeplanung. Sie dient dazu, den aktuellen Energieverbrauch und die damit verbundenen CO_2-Emissionen der bestehenden Wärmeversorgung zu erfassen und zu bewerten. Diese Bilanz ermöglicht eine präzise Bestimmung des Ist-Zustandes und liefert wichtige Ansatzpunkte für die Entwicklung von Klimaschutzstrategien. Im Rahmen der Bestandsanalyse wird so ein fundiertes Verständnis darüber geschaffen, wie sich die aktuelle Wärmeversorgung auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen auswirkt und welche Handlungsfelder für eine nachhaltige Optimierung bestehen.

Die Bilanzierung erfolgt in drei Schritten: Erfassung der Versorgungsarten, Ermittlung des Wärmebedarfs auf Basis der Gebäudestruktur und Berechnung der Wärmeverbrauchsdichte zur räumlichen Darstellung des Bedarfs.

3.4.1 Versorgungsart

Auf Grundlage der sog. Kehrbuchdaten konnte die Art der derzeitigen Wärmeversorgung ermittelt werden. Die Kehrbuchdaten werden vom zuständigen Schornsteinfeger aufgenommen und für die Zwecke der Kommunalen Wärmeplanung datenschutzkonform bereitgestellt. Schornsteinfeger übernehmen gesetzlich vorgeschriebene Aufgaben zum Brandschutz, zur Betriebssicherheit und zur Emissionsüberwachung von Feuerungsanlagen, darunter die Reinigung von Abgasanlagen, Abgaswegüberprüfungen, Emissionsmessungen sowie die Durchführung der Feuerstättenschau. Für Wärmepumpen- und Elektroheizungen besteht keine Zuständigkeit des Schornsteinfegers, da sie ohne Verbrennung arbeiten und keine Abgase verursachen. In diesem Fall sind die regelmäßigen Prüfungen nach der Kehr- und Überprüfungsordnung sowie der 1. BImSchV deshalb nicht erforderlich.

Bei den nachfolgenden Grafiken als „Unbekannt“ dargestellten Baublöcke kann die Anzahl der versorgten Gebäude nicht die Mehrheit der definierten Versorgungsarten erreichen. Da durch die Kehrbuchdaten keine gesicherten Informationen zum aktuellen Vorkommen von Wärmepumpen vorliegen, könnte ein im Vergleich zu anderen Baublöcken höherer Anteil an Wärmepumpen- oder Elektroheizungen in den unbekannten Gebieten vorliegen. Zuverlässige Informationen hierzu standen allerdings nicht zur Verfügung.

Kleinere lokale Nahwärmenetze können, falls vorhanden, in den Ansichten nicht dargestellt werden. Die datenschutzkonforme Clusterung gebäudescharfer Daten (mindestens fünf Gebäude pro Gebiet) lässt keine Aussage über einzelne Gebäude zu.

Gemäß der graphischen Auswertung sind einige Kohlekessel im Gemeindegebiet vorhanden. Nach Rücksprache mit dem örtlichen Kaminkehrer wurde festgestellt, dass die tatsächliche Anzahl der Kohlekessel aufgrund einer datenschutzkonformen Datenübermittlung der Kehrbuchdaten durch das bayerische Landesamt für Statistik, deutlich von der tatsächlichen Anzahl der Kohlekessel abweicht. Die strikten Vorgaben des Datenschutzes lassen aber leider keine gebäudescharfe Datenübermittlung zu, sodass diese Unschärfe bestehen bleibt.

Wie in der folgenden Auswertung zu erkennen ist, wird die überwiegende Anzahl an Gebäuden durch fossile Brennstoffe versorgt.

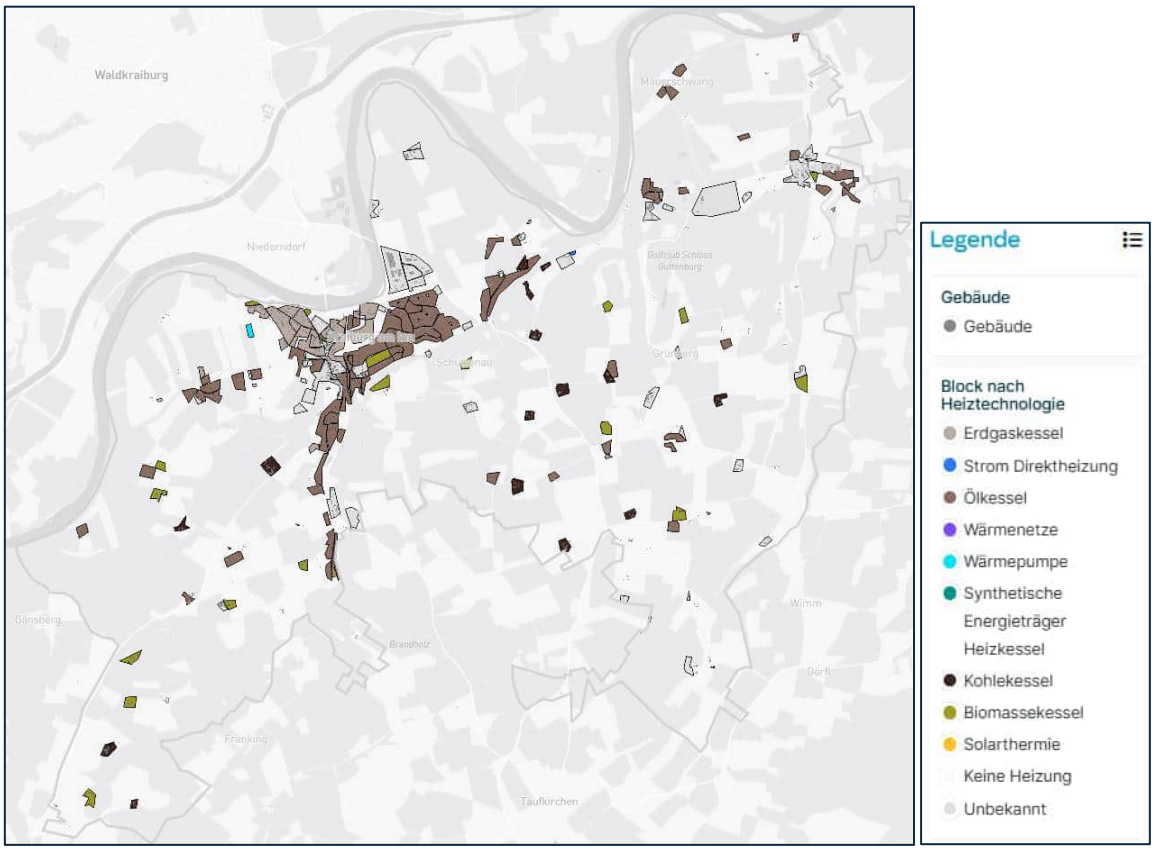


Abbildung 10: Heiztechnologie auf Baublockebene [Q:1] [Q:8]

3.4.2 Wärmebedarf

Die Ermittlung des räumlich differenzierten Wärmebedarfs beinhaltet eine präzise Analyse des Heiz- und Warmwasserbedarfs für unterschiedliche Bereiche. Dabei wird der gesamte Wärmebedarf einer Kommune nach Gebäudetypen – Wohngebäude, Nichtwohngebäude sowie öffentliche Gebäude – zusammengefasst. Die Ergebnisse dieser Analyse werden flächenbezogen visualisiert, um eine anschauliche Darstellung der Wärmebedarfsverteilung auf lokaler Ebene zu ermöglichen.

In den folgenden Grafiken ist der Wärmebedarf der einzelnen Betrachtungsgebiete farblich differenziert dargestellt. Je intensiver die Orangefärbung, desto höher ist der Wärmebedarf. Um eine geografische Vergleichbarkeit der Gebiete zu gewährleisten, erfolgt die Aggregation auf Basis des BKG-Rasters mit einer Zellengröße von 100 x 100 Metern.

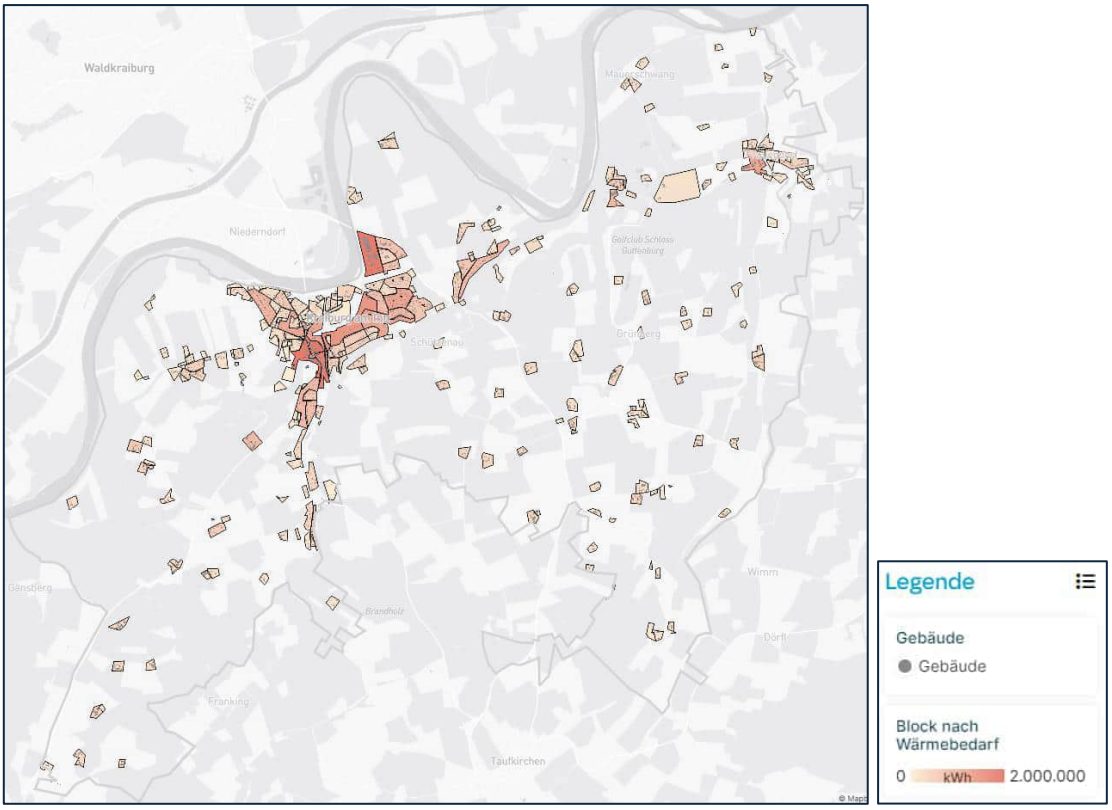


Abbildung 11: Wärmebedarf auf Baublockebene [Q:1]

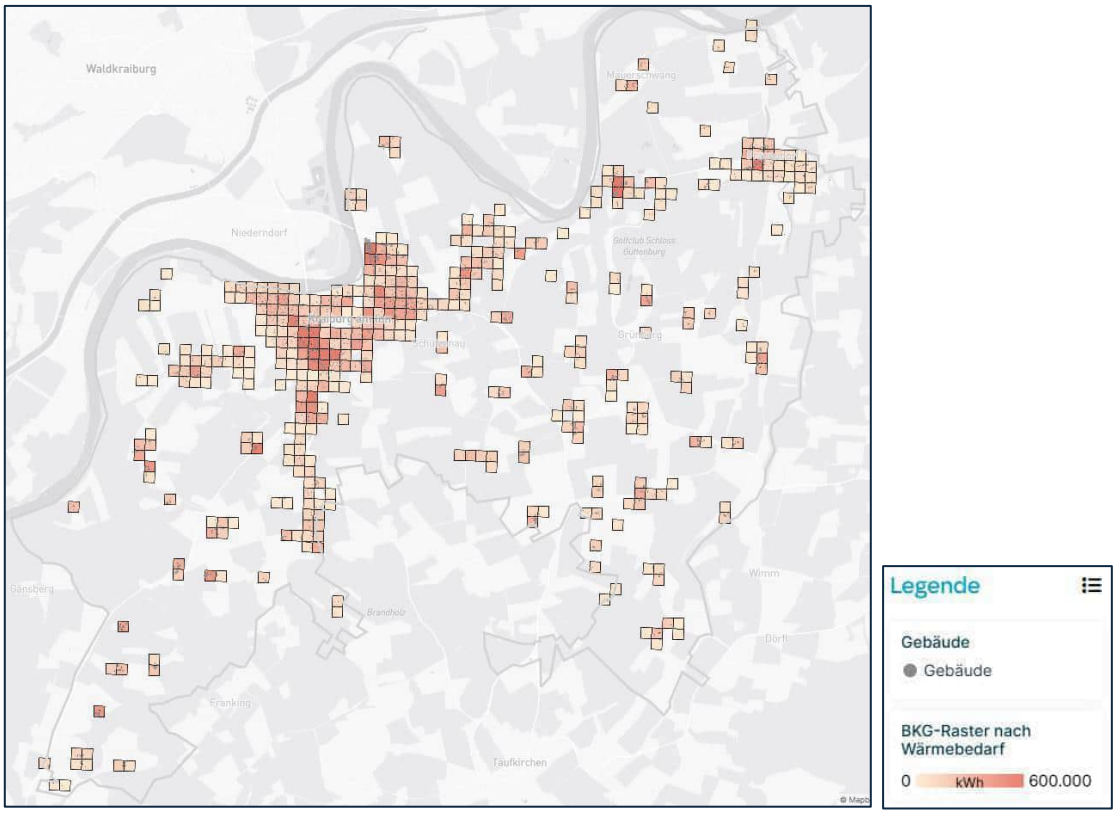


Abbildung 12: Wärmebedarf pro Hektar [Q:1]

3.4.3 Wärmeverbrauchsdichte

Auf Grundlage der vorangegangen Datenerhebung kann die räumlich aufgelöste Wärmeverbrauchsdichte ermittelt werden. Der Wärmeverbrauch beschreibt dabei im Gegensatz zum theoretischen Wärmebedarf, die tatsächlich verbrauchte Wärmeenergie. Zur Berechnung der Wärmeverbrauchsdichte wird der Wärmeverbrauch aller Gebäude eines Baublocks summiert und durch die Baublockfläche geteilt. Es resultiert die Wärmeverbrauchsdichte in Megawattstunden pro Hektar Blockfläche. Mithilfe dieser Größe können mögliche Potenzialgebiete für Fernwärme oder Großverbraucher identifiziert werden.

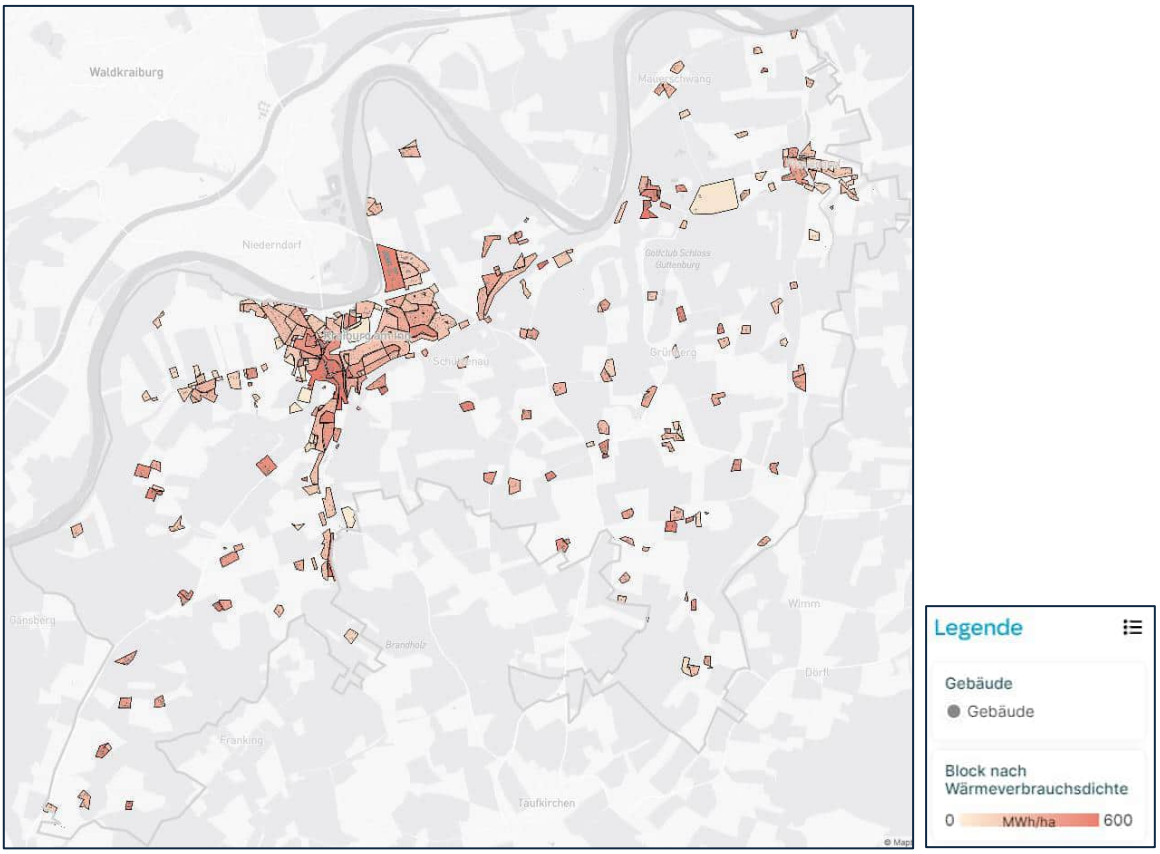


Abbildung 13: Wärmeverbrauchsdichte auf Baublockebene [Q:1]

3.4.4 Energie- und Treibhausgas Gesamtbilanz

Die Gesamtbilanz fasst den Energieeinsatz und die Treibhausgasemissionen der Gemeinde im Wärmebereich sektorübergreifend zusammen und bietet damit einen umfassenden Überblick zur aktuellen Situation. Sie stellt den Endenergieverbrauch und die resultierenden Emissionen nach den relevanten Sektoren dar und ermöglicht so eine differenzierte Betrachtung der wesentlichen Emissionstreiber.

Im Fokus stehen dabei insbesondere der Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung im Gebäudebereich, der durch eingesetzte fossile Energieträger (z. B. Erdgas, Heizöl, Kohle) gedeckt wird. Die daraus resultierenden CO_2-Emissionen werden gemäß den geltenden Emissionsfaktoren bilanziert.

Der gesamte Endenergiebedarf zur Wärmeversorgung in Kraiburg beträgt **71 GWh**. Der größte Teil davon wird mit **41 GWh** durch fossile Brennstoffe gedeckt. Heizöl ist dabei mit **27 GWh** der Primärenergie-Spitzenreiter in der Wärmebereitstellung.

Nach den Sektoren gegliedert, verbrauchen mit **41,9 GWh** die privaten Haushalte den größten Anteil am Endenergieverbrauch, gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (27,1 GWh) und den Öffentlichen Einrichtungen (2,3 GWh).

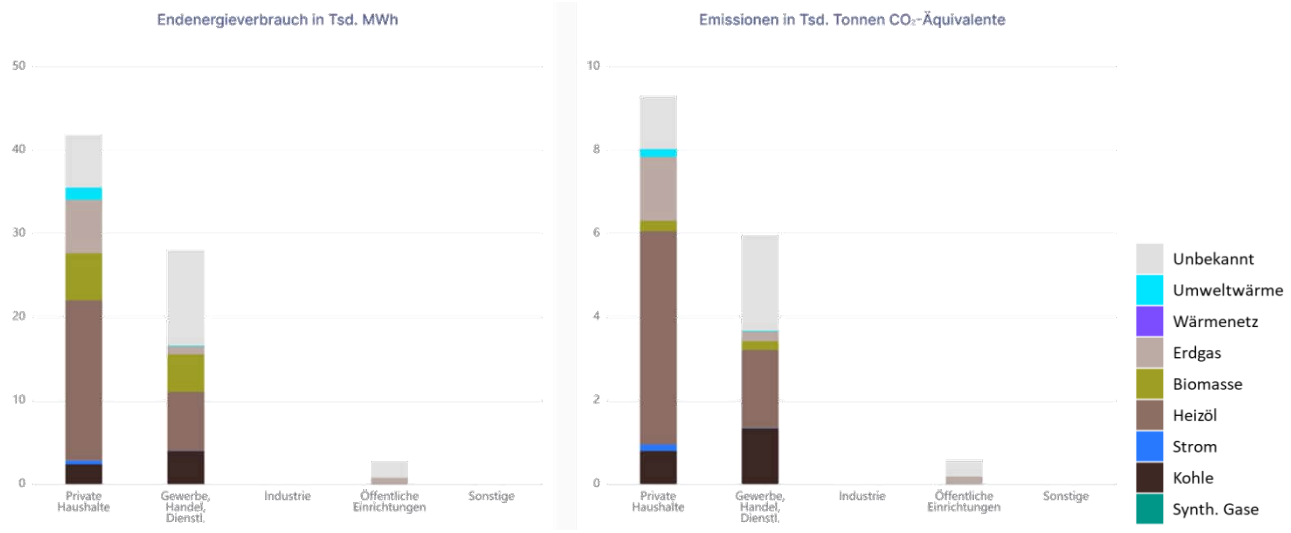


Abbildung 14: Endenergieverbrauch [Tsd. MWh] und Emissionen [Tsd. Tonnen CO_2] je Sektor [Q:1]

Die Verteilung der versorgten Gebäude nach Energieträger und Wärmeerzeuger stellen sich wie folgt dar.

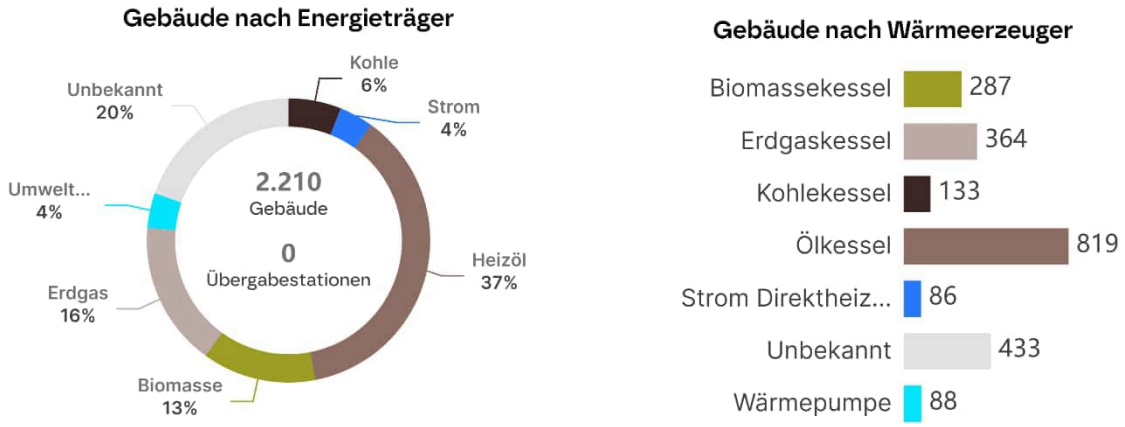


Abbildung 15: Gebäude nach Energieträger und Wärmeerzeuger [Anzahl] [Q:1]

Zusätzlich können die Anteile am Endenergieverbrauch für verschiedene Energiequellen berechnet und sowohl in absoluten als auch relativen Zahlen dargestellt werden.



Abbildung 16 - Endenergieverbrauch nach Energieträger und Wärmeerzeuger [GWh] [Q:1]

Diese Gesamtbilanz dient als Grundlage für die Priorisierung von Handlungsfeldern und die Entwicklung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion der Treibhausgasemissionen.

3.4.5 Treibhausgasemissionen durch Wärmeversorgung

Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen ist, im Hinblick auf die Zielerreichung, ein essenzieller Teil der Wärmeplanung. Dabei wurden die aus dem Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung resultierenden Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (t_{CO2e}) ermittelt.

Insgesamt werden durch die Bereitstellung von Wärme für Kraiburg am Inn aktuell **15.599 t CO_2e** produziert. Der größte Anteil davon wird mit **72 %** durch die fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle emittiert.

Um eine kartografische Übersicht der Emissionen vor Ort zu erhalten, erfolgt die Visualisierung im BKG-Raster. Pro Fläche werden die absoluten Emissionen pro Jahr errechnet und mittels Farbabstufung dargestellt. Je dunkler die Färbung, desto höher die Treibhausgasemissionen.

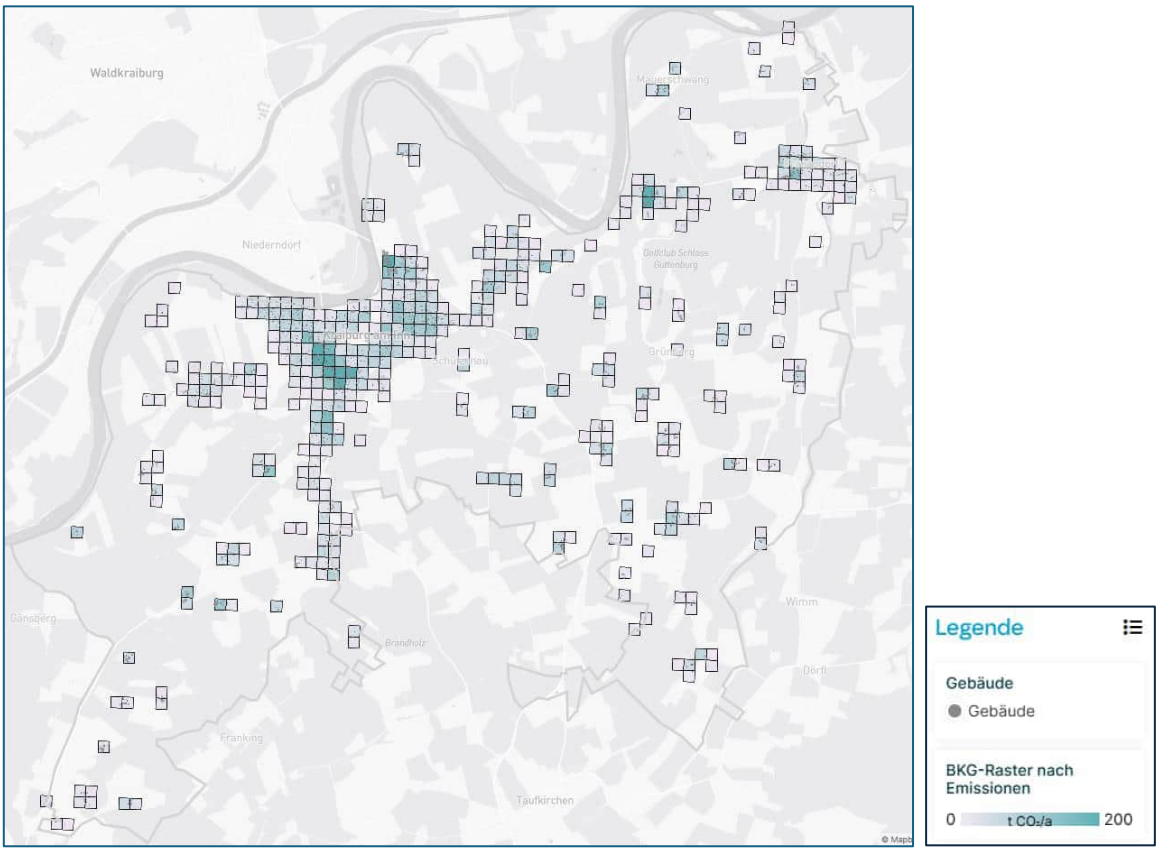


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen [Q:1]

3.5 Eignungsprüfung Fernwärmeversorgung

In der Eignungsprüfung zur Fernwärmeversorgung werden die Baublöcke grundsätzlich auf eine theoretische Eignung zur Fernwärmeversorgung anhand der Wärmeliniendichte beurteilt.

Diese Kennzahl zeigt, wie effektiv die Wärmeverteilung auf einem bestimmten Rohrleitungsabschnitt ist, genauer, wie viel Wärme pro Meter pro Jahr in der Rohrleitung transportiert wird, um den gesamten Rohrleitungsabschnitt mit Wärme zu versorgen. Im Rahmen der Eignungsprüfung zur Fernwärmeversorgung wird keine Aussage über die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzgebiets oder die wirtschaftliche Betrachtung aus Gebäudeeigentümerperspektive getroffen. Es handelt sich um eine rein technische Abschätzung.

Im Rahmen der Leitlinien zur Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung wurden Grenzwerte definiert, ab wann eine zentrale Wärmeversorgung möglicherweise in Frage kommt [Q:9]. Die Einteilung zur Wärmenetzeignung vom Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) wurde in Abstimmung mit der Gemeinde Kraiburg am Inn folgendermaßen angepasst:

Wärmeliniendichte	Fernwärmenetzeignung
< 700 kWh/m*a	geringe Eignung
700 – 1.700 kWh/m*a	mittlere Eignung
> 1.700 kWh/m*a	hohe Eignung

Tabelle 7: Fernwärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte [Q:9]

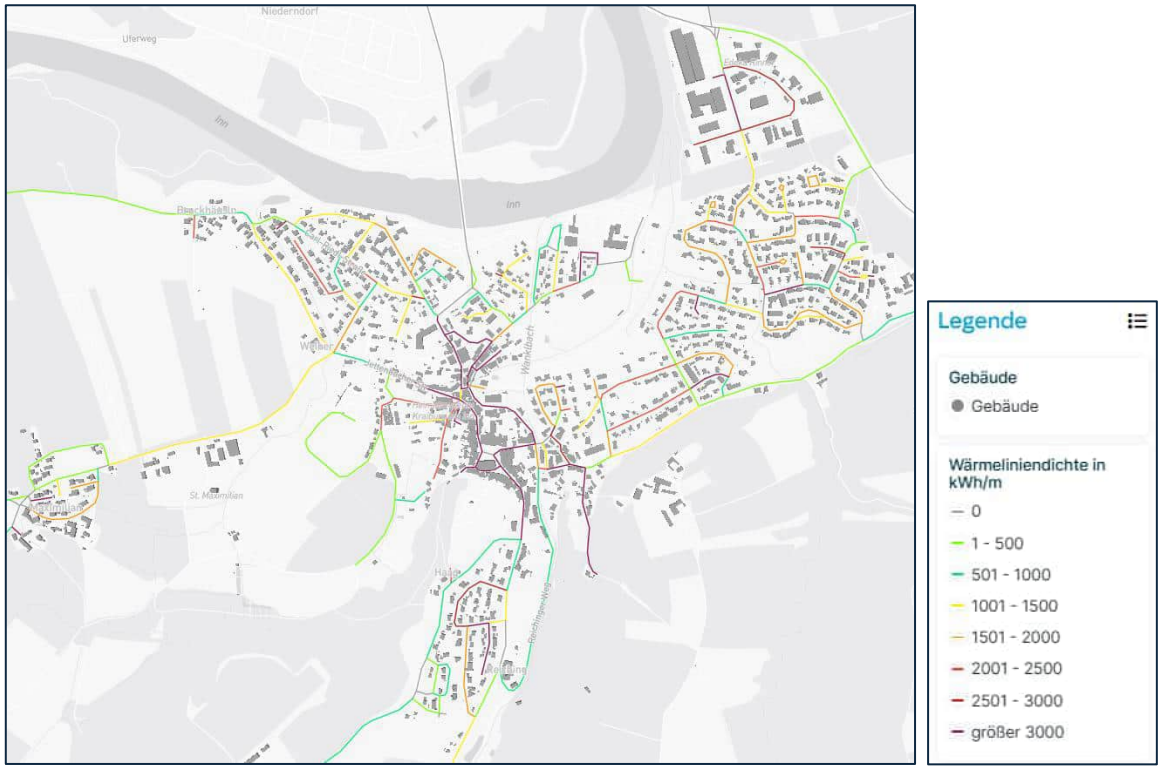


Abbildung 18: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene [Q:1]

Eine kartografische Darstellung der Wärmeliniendichten in Kilowattstunden pro Meter pro Jahr, die auf der Ebene einzelner Straßenabschnitte basieren, wird zur besseren Lesbarkeit nachfolgend auf Baublockebene dargestellt.

Im Folgenden wird die Fernwärmenetzeignung der einzelnen Betrachtungsgebiete dargestellt. Für jedes Gebiet erfolgt eine separate Darstellung in den Kategorien gering, mittel und hoch.

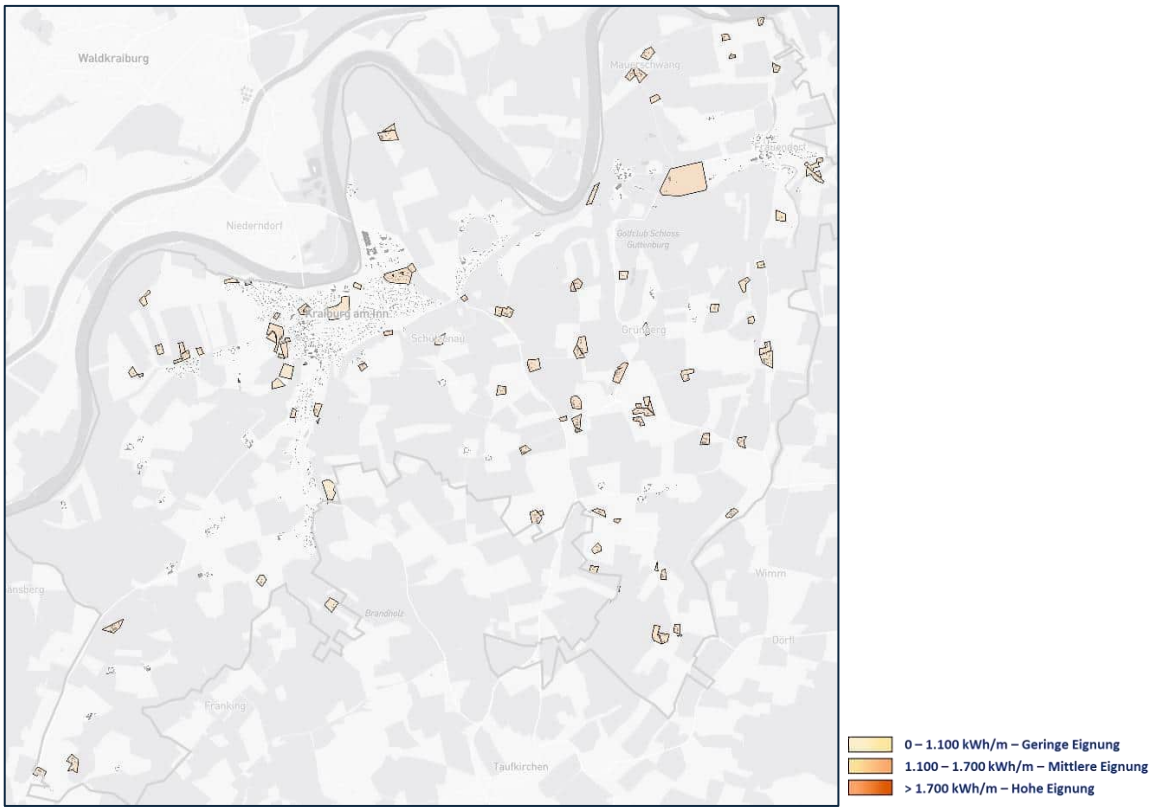


Abbildung 19: Gebiete mit geringer Fernwärmenetzeignung [Q:1]

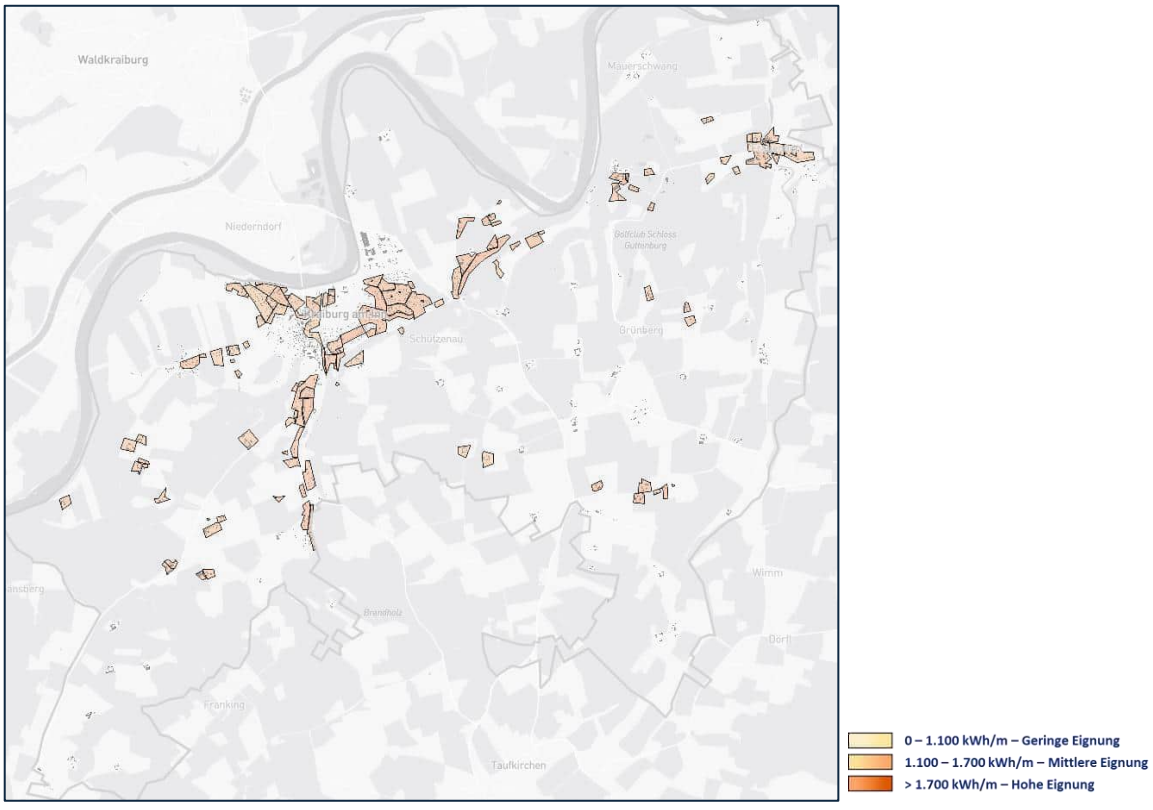


Abbildung 20: Gebiete mit mittlerer Fernwärmenetzeignung [Q:1]



Abbildung 21: Gebiete mit hoher Fernwärmenetzeignung [Q:1]

4 Potenzialanalyse

Aufbauend auf der Bestandsanalyse sind in der Potenzialanalyse die lokal verfügbaren Potenziale zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung systematisch zu erfassen und zu bewerten. Ziel ist es, auf Basis der vorhandenen Strukturen und Ressourcen konkrete Handlungsmöglichkeiten für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu identifizieren. Nicht-lokale Ressourcen – etwa Biomasseimporte, Fernwärme aus überregionaler Erzeugung oder überregionale Stromnetze für Wärmepumpen – gelten gemäß dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) und den Förderrichtlinien der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) als ergänzende Optionen, die behutsam und nur bei fehlender lokaler Alternativen eingesetzt werden sollen.

Im Fokus der lokalen Ressourcen stehen dabei insbesondere Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien (z. B. Solarthermie, Umweltwärme, Biomasse, Geothermie), die Nutzung von unvermeidbarer Abwärme (z. B. aus Industrie, Gewerbe oder Abwasser) sowie die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung im Gebäudebestand. Ergänzend werden auch Potenziale zur Verdichtung, Erweiterung oder Neuerschließung von Wärmenetzen betrachtet, falls Wärmenetze bereits vorhanden sind. Die Analyse erfolgt unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und räumlicher Rahmenbedingungen.

Die Potenzialanalyse stellt eine wichtige Grundlage für die anschließende Entwicklung von Zielszenarien und Transformationspfaden dar. Sie ermöglicht eine Priorisierung von Maßnahmen und unterstützt Kommunen dabei, strategisch fundierte Entscheidungen über zukünftige Versorgungsoptionen zu treffen.

4.1 Wärmeenergieeinsparung

Die Wärmeenergieeinsparung durch energetische Gebäudesanierung ist ein wichtiger Baustein der kommunalen Wärmewende. Da rund zwei Drittel des Endenergieverbrauchs im Gebäudesektor auf Raumwärme und Warmwasser entfallen, liegt hier ein besonders hohes Minderungspotenzial für den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Insbesondere im Bestand – häufig mit unzureichender Dämmung oder veralteter Anlagentechnik – lassen sich durch gezielte Sanierungsmaßnahmen erhebliche Effizienzgewinne erzielen. Jede Kilowattstunde, die nicht verbraucht wird, muss auch nicht bereitgestellt werden.

Die energetische Sanierung senkt nicht nur den Energiebedarf einzelner Gebäude, sondern beeinflusst auch maßgeblich die Wirtschaftlichkeit und Auslegung zukünftiger Wärmeversorgungssysteme – etwa durch die Reduzierung der notwendigen Netzkapazitäten oder die Ermöglichung niedrig temperierter Wärmenetze. Damit trägt die Gebäudesanierung entscheidend dazu bei, den Umbau der Wärmeversorgung in Richtung Klimaneutralität technisch, wirtschaftlich und sozialverträglich zu gestalten.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung werden sowohl das theoretische als auch das realistische Einsparpotenzial auf Grundlage typisierter Gebäudegruppen ermittelt. Diese Bewertung bildet eine wesentliche Grundlage für die spätere Maßnahmenplanung, die Ausrichtung von Förderstrategien sowie für Priorisierungsentscheidungen.

Das Energieeinsparpotenzial durch die Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden für Raumwärme und Warmwasser wird als Sanierungspotenzial definiert. Dies bestimmt sich durch die jährliche Sanierungsrate und die Sanierungstiefe der Gebäudeklassen. Gebäude mit hohem Wärmeverbrauch pro Nutzfläche werden dabei priorisiert saniert.

Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungen betrug im Jahr 2024 circa 0,7 %. Um die Klimaziele 2030 zu erreichen, müsste die Quote mindestens 2 % jährlich betragen. [Q:10]

Unter der Sanierungstiefe versteht man den angestrebten Wärmebedarf sanierter Gebäude. Dieser Wert ist abhängig von der Art und dem Baujahr des Gebäudes. Die Zielsanierungstiefen können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Für das Klimaschutzszenario wurde eine Sanierungsquote von 0,7 % pro Jahr angenommen, die eine Sanierung von ca. 166 Gebäude bis zum Jahr 2040 für die Marktgemeinde Kraiburg mit sich bringt.

Baualters-klasse	Einfamilienhaus [kWh/m²]	Mehrfamilienhaus [kWh/m²]	Öffentlich [kWh/m²]	Industrie [kWh/m²]	Sonstige [kWh/m²]
Unbekannt	59	57	87	35	60
Vor 1949	65	61	112	47	71
1949 – 1968	65	64	112	47	72
1969 – 2001	56	54	74	30	54
Nach 2001	50	48	48	18	41

Tabelle 8: Zielsanierungstiefe für Bestandssanierungen [Q:9]

Der gesamte Wärmeverbrauch laut Bestandsanalyse beträgt für Kraiburg **71,3 GWh/a**. Bei einer Sanierungsrate von 0,7 % der Gebäude pro Jahr könnte der Wärmebedarf um **5,8 GWh/a** bzw. **8,1 %** gesenkt werden. Somit würde der Wärmeenergieverbrauch im Jahr 2040 noch **65,5 GWh/a** betragen.

Wärmeenergiebedarf Bestandsszenario 2024		71,34 GWh/a	
Wärmeenergieeinsparung durch Bestandssanierung	-	5,81 GWh/a	**- 8,1 %**
Wärmeenergiebedarf Klimaschutzszenario 2040		**65,53 GWh/a**	

Abbildung 22: Reduktion des Wärmeenergiebedarfs durch Bestandssanierung [Q:1]

Nachfolgende Tabelle zeigt die Verbesserung einiger Kennzahlen bis zum Zieljahr durch Gebäudesanierungen.

	2024	2040
Wärmebedarf pro Nutzfläche	97 kWh/m²	89 kWh/m²
Wärmebedarf pro Wohnfläche	234 kWh/m²	215 kWh/m²
Wärmebedarf pro Einwohner *Incl. Gewerbe-/Industrieverbrauch*	17,7 MWh/EW	16,3 MWh/EW
Wärmeverbrauchsdichte	26 MWh/ha	24 MWh/ha
Wärmeliniendichte	933 kWh/m	857 kWh/m

Tabelle 9: Veränderung energetischer Kennzahlen durch Bestandssanierung mit einer Sanierungsquote von 0,7 %/a [Q:1]

Würden alle Gebäude auf die entsprechende Zielsanierungstiefe energetisch saniert werden, könnten **24,7 GWh/a** Wärmeenergie eingespart werden. Die größten Einsparpotenziale sind in nachfolgender baublockbezogener Darstellung kartografisch abgebildet.

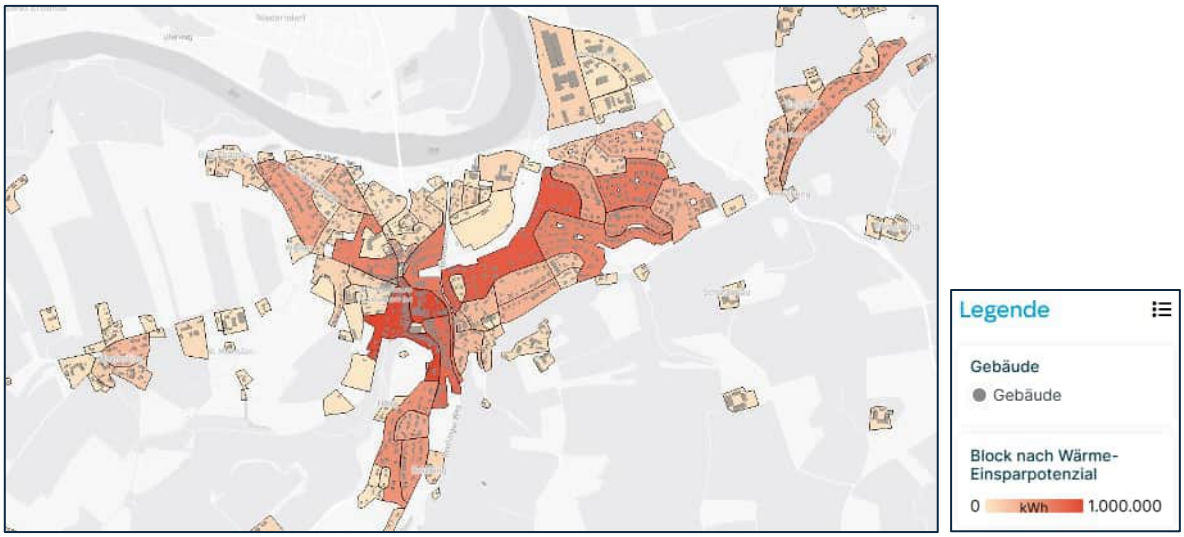


Abbildung 23: Gesamtsanierungspotenzial [Q:1]

Es besteht ein erhebliches Potenzial zwischen der Einsparung im Klimaschutzszenario und dem verfügbaren Gesamtsanierungspotenzial aller Gebäude. Das gesamtheitliche Energieeinsparpotential kann lediglich, als theoretisches Potenzial bewertet werden.

Energieeinsparung durch die Sanierung der energieintensivsten Gebäude im Klimaschutzszenario (0,7 %)	5,8 GWh/a
Theoretisches Energieeinsparpotenzial gesamt	24,7 GWh/a
Potenzialausnutzung	**23,5 %**

Tabelle 10: Energieeinsparpotenzial Sanierungen [Q:1]

Die Auswirkungen der energetischen Sanierung können als elementar bewertet werden, denn bereits durch die Sanierung der 166 energieintensivsten Gebäude (7,5 % aller Gebäude = 0,7 %/a), können bereits 23,5 % des gesamten Energieeinsparpotenzials realisiert werden. Diese Betrachtung unterstreicht die zentrale Bedeutung der energetischen Sanierung.

4.2 Potenzial zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Die Analyse des Potenzials zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist ein wertvoller Teil der Wärmeplanung für die Kommune, insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Elektrifizierung im Bereich der Wärmeversorgung. Technologien wie Wärmepumpen, Power-to-Heat-Anwendungen oder elektrisch betriebene Wärmenetze führen zu einem steigenden Bedarf an klimaneutral erzeugtem Strom. Die Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Stromquellen – insbesondere Photovoltaik und Windkraft – kann daher wesentlich zur Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung beitragen.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden unter anderem geeignete Dach- und Freiflächen für Photovoltaik und Windstandorte betrachtet. Auch rechtliche, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen fließen in die Bewertung ein, um eine möglichst realistische Einschätzung zu erhalten. Ziel ist es, die lokale Eigenstromerzeugung zu maximieren, Versorgungssicherheit zu stärken, gleichzeitig die Netzinfrastruktur effizient zu nutzen und die überregionale Belastung zu minimieren.

Die Ergebnisse dienen als Grundlage für kommunale Strategien zur sektorenübergreifenden Kopplung von Strom und Wärme sowie zur Förderung lokaler Wertschöpfung. Sie unterstützen darüber hinaus die Identifikation von Synergien zwischen Wärmewende und Stromwende.

4.2.1 Photovoltaikanlagen auf Freiflächen

Um das Potenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu ermitteln, wurde eine Weißflächenkartierung des gesamten Gemeindegebiets durchgeführt. Weißflächenkartierung bedeutet, auf einem definierten Gebiet geeignete Standorte für bestimmte Vorhaben, wie beispielsweise die Errichtung von Solar- oder Windenergieanlagen zu ermitteln. Dabei werden ungeeignete Flächen, wie naturschutzrechtliche Schutzgebiete oder Abstandsbereiche ausgeschlossen. Als Weißflächen werden, die nach Abzug aller Ausschlussflächen verbleibenden Gebiete bezeichnet. Innerhalb der Weißflächen sind Vorhaben zur Stromerzeugung aus PV-Freiflächenanlagen rechtlich zulässig. Im Einzelfall sind Abwägungskriterien zu prüfen. Flächen können durch ein kommunales Standortkonzept für Freiflächen-PV-Anlagen reguliert werden (Bsp.: Bodenqualität, Standort, Sichtbarkeit).

Für Kraiburg konnten in der Weißflächenkartierung 322 ha theoretische Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen ermittelt werden. Keine der Flächen befindet sich in baurechtlich privilegierten oder teilnahmeberechtigten Gebieten für eine EEG-Ausschreibung [Q:3].

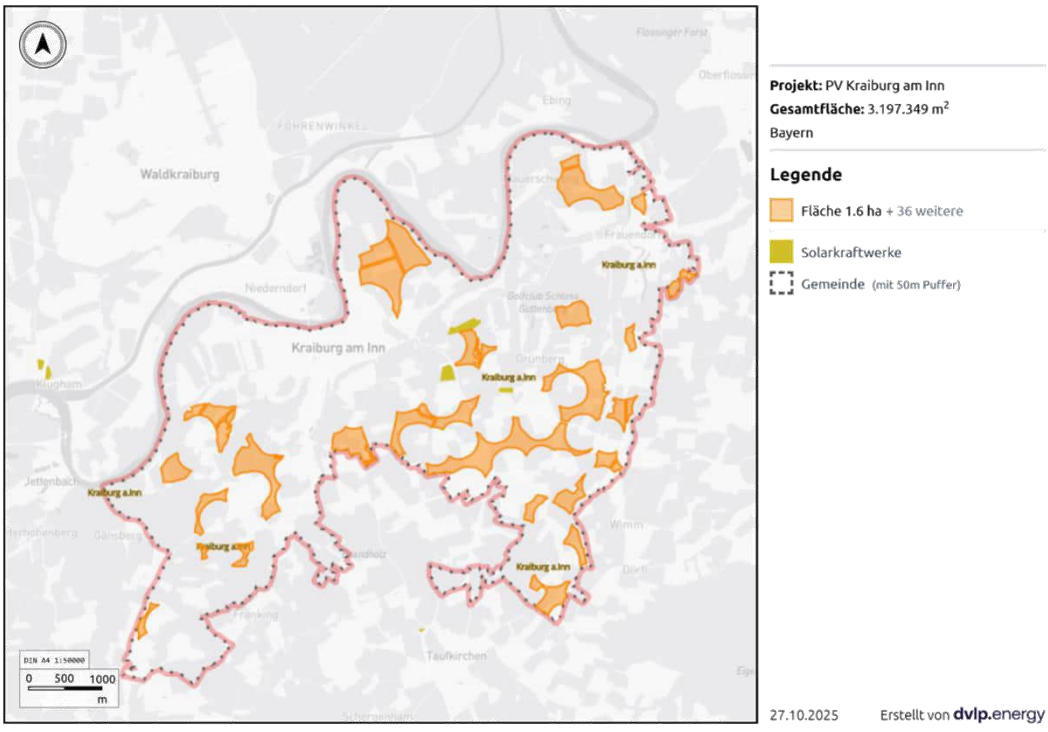


Abbildung 24: Weißflächenkartierung Photovoltaikanlagen auf Freiflächen [Q:2] [Q:3]

4.2.2 Photovoltaikanlagen auf Dachflächen

Photovoltaikanlagen auf Dachflächen können neben ihrem Primärziel – der dezentralen, regenerativen Stromerzeugung – auch sekundär zur Unterstützung der Wärmewende durch Deckung des Strombedarfs einer dezentralen Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen beitragen. Zusätzlich können durch eine teilweise Deckung des Eigenstrombedarfs mit dezentralen Erzeugungsanlagen auch Übertragungs- und Verteilnetzkapazitäten eingespart werden.

In der Simulation wurden alle Dachflächen bewertet. Auf Basis der Dachausrichtung und den standortbezogenen Kennzahlen wie Globalstrahlung bzw. Volllaststunden, kann das Potenzial zur Anlagenleistung bzw. Stromerzeugung aus Dachflächen-Photovoltaikanlagen berechnet werden.



Abbildung 25: Ausschnitt aus der Potenzialanalyse zum Dachflächen-PV-Potenzial [Q:1] [Q:2]

Hochgerechnet auf alle Dachflächen im Marktgemeindegebiet Kraiburg, wäre eine maximale installierte Anlagenleistung von **46,4 MWp** möglich. Damit könnte jährlich eine Strommenge von etwa **45 GWh** erzeugt werden, die anschließend in Wärme umgewandelt werden könnte.

Globalstrahlung	1.185 kWh/m²
Nutzbare Dachfläche	310.000 m²
Volllaststunden	969 h/a
Anlagenleistung Gesamtfläche	46,4 MWp_{el}
Anlagenleistung Bestandsanlagen	2,6 MWp_{el}
Anlagenleistung freies Potenzial *hochgerechnet*	**43,8 MWp_{el}**

Tabelle 11: Potenzialermittlung durch Photovoltaikanlagen auf Dachflächen [Q:1]

Mit den in der Bestandsanalyse identifizierten Photovoltaikanlagen auf Dachflächen, kann von einem sehr großen freien Leistungspotenzial von **ca. 44 MWp** ausgegangen werden.

4.2.3 Windenergieanlagen

Um die Klimaneutralität bis 2040 in Bayern zu erreichen, ist ein systematischer Ausbau der Windenergie in allen Regionen des Landes erforderlich. Im Jahr 2024 wurden durch 1.383 Windenergieanlagen in Bayern bei einer installierten Leistung von 2,68 GW insgesamt 4.884 GWh Strom produziert [Q:59].

In Kraiburg konnten in der Bestandsanalyse keine Windenergieanlagen identifiziert werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden verbindliche Potenzialgebiete in Form von Windvorranggebieten im Rahmen der Regionalplanung untersucht. Windvorranggebiete sind spezielle Flächen, die in der Raumordnung und Planung als besonders geeignet für die Errichtung von Windkraftanlagen festgelegt werden. Die Gebiete zeichnen sich durch günstige Windverhältnisse und eine minimale Belastung durch Nutzungskonflikte aus. Sie werden gezielt ausgewählt, um die Windenergiegewinnung zu fördern und die Flächenverfügbarkeit für Windkraftprojekte zu maximieren. In Windvorranggebieten sind in der Regel keine anderen umweltschädlichen Nutzungen vorgesehen, sodass die Windenergieproduktion effizient und im Einklang mit den Umweltvorgaben erfolgen kann. Die Festlegung dieser Gebiete erfolgt häufig auf kommunaler oder regionaler Ebene und wird in Planungskonzepten wie Raumordnungsplänen und Regionalplänen verankert. Dabei wird auch auf Aspekte wie den Schutz von Natur- und Landschaftsschutzgebieten, den Abstand zu Wohngebieten und die Auswirkungen auf die lokale Tierwelt geachtet. Ziel ist es, die Windenergie als Teil einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Energieversorgung auszubauen, ohne die Lebensqualität und die Umwelt übermäßig zu belasten [Q:14] [Q:20] [Q:30].

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung wird durch die Regionale Planungsstelle die 16. Fortschreibung des Regionalplans für die Region Südostoberbayern erarbeitet. Im Entwurf der Fortschreibung ist für das Gemeindegebiet Kraiburg ein Windvorranggebiet (VRG-W50) vorgesehen [Q:53]. In der kartographischen Darstellung sind neben den geplanten Windvorranggebieten weitere Potenzialgebiete im Rahmen der Gebietskulisse Windkraft dargestellt. Sollte das Teilflächenziel zur Windenergienutzung in Bayern bis Ende 2027 nicht erreicht werden, können weitere Vorranggebiete aus der Gebietskulisse Windkraft abgeleitet werden [Q:53].

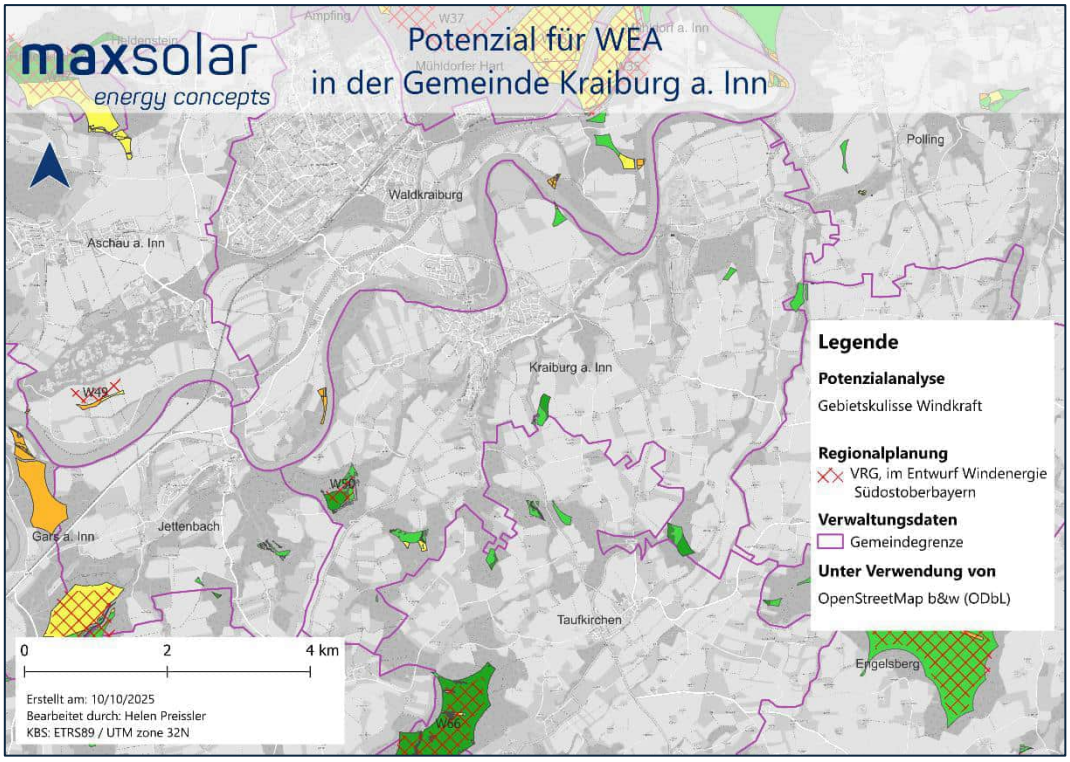


Abbildung 26: Kartographische Darstellung der geplanten Windvorranggebiete [Q:2] [Q:53]

Das Verfahren zur Fortschreibung des Regionalplans ist zum Zeitpunkt der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung noch nicht abgeschlossen oder in Kraft getreten.

4.3 Potenzial zur Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Die Erschließung lokal verfügbarer erneuerbarer Wärmequellen spielt eine entscheidende Rolle bei der Dekarbonisierung der kommunalen Wärmeversorgung. Im Rahmen der KWP erfolgt daher eine systematische Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien speziell für die Wärmeerzeugung.

4.3.1 Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie stellt eine vielversprechende Option für die klimaneutrale, grundlastfähige und langfristig preisstabile Wärmeerzeugung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung dar. Besonders in Regionen mit günstigen geologischen Voraussetzungen bietet sie die Möglichkeit, große Wärmemengen unabhängig von Wetterbedingungen und saisonalen Schwankungen bereitzustellen. Aufgrund ihrer hohen Effizienz, Versorgungssicherheit und CO_2-Freiheit im Betrieb, spielt sie eine zentrale Rolle in der Wärmewende.

Tiefe Geothermie nutzt die Wärme des Erdinneren aus Tiefen von mehreren hundert bis mehreren tausend Metern. In hydrothermalen Systemen wird dabei heißes Tiefenwasser über Förderbohrungen erschlossen, über Wärmetauscher zur Versorgung von Wärmenetzen genutzt und anschließend über Injektionsbohrungen zurückgeführt. Die Technologie eignet sich besonders für den Einsatz in mittleren bis großen Wärmenetzen mit konstantem Bedarf, etwa in urbanen Quartieren oder für kommunale Liegenschaften.

Bei der tiefen Geothermie lassen sich grundsätzlich zwei Arten von Potenzialen unterscheiden.

Art	Hydrothermale Geothermie	Petrothermale Geothermie
Definition	Vorhandenes, heißes Wasserreservoir (Thermalwasser)	Heißes, trockenes Festgestein ohne ausreichende Wasserzirkulation
Temperatur	60 – 180 °C	> 150 °C
Durchlässigkeit des Gesteins	Natürlich gegeben	Muss künstlich erzeugt werden
Technologischer Aufwand	Geringer	Höher

Tabelle 12: Technologieübersicht Tiefe Geothermie [Q:19]

Um eine Einschätzung des örtlich vorhandenen Potenzials für Tiefengeothermie zu erhalten, zeigt die folgende deutschlandweite Übersicht die Temperaturniveaus für hydrothermale und petrothermale Geothermie.

Die Marktgemeinde Kraiburg liegt im für Tiefengeothermie gut geeigneten sogenannten „Süddeutschen Molassebecken". Für die Region lässt sich demnach ein Potenzial für hydrothermale Geothermie feststellen. Eine detaillierte Bewertung des petrothermalen Potenzials ist hingegen nur durch detaillierte Untersuchungen der Gesteinsschichten möglich. Auf Grundlage der nachfolgenden Abbildung, kann jedoch eine potenzielle Eignung vermutet werden.

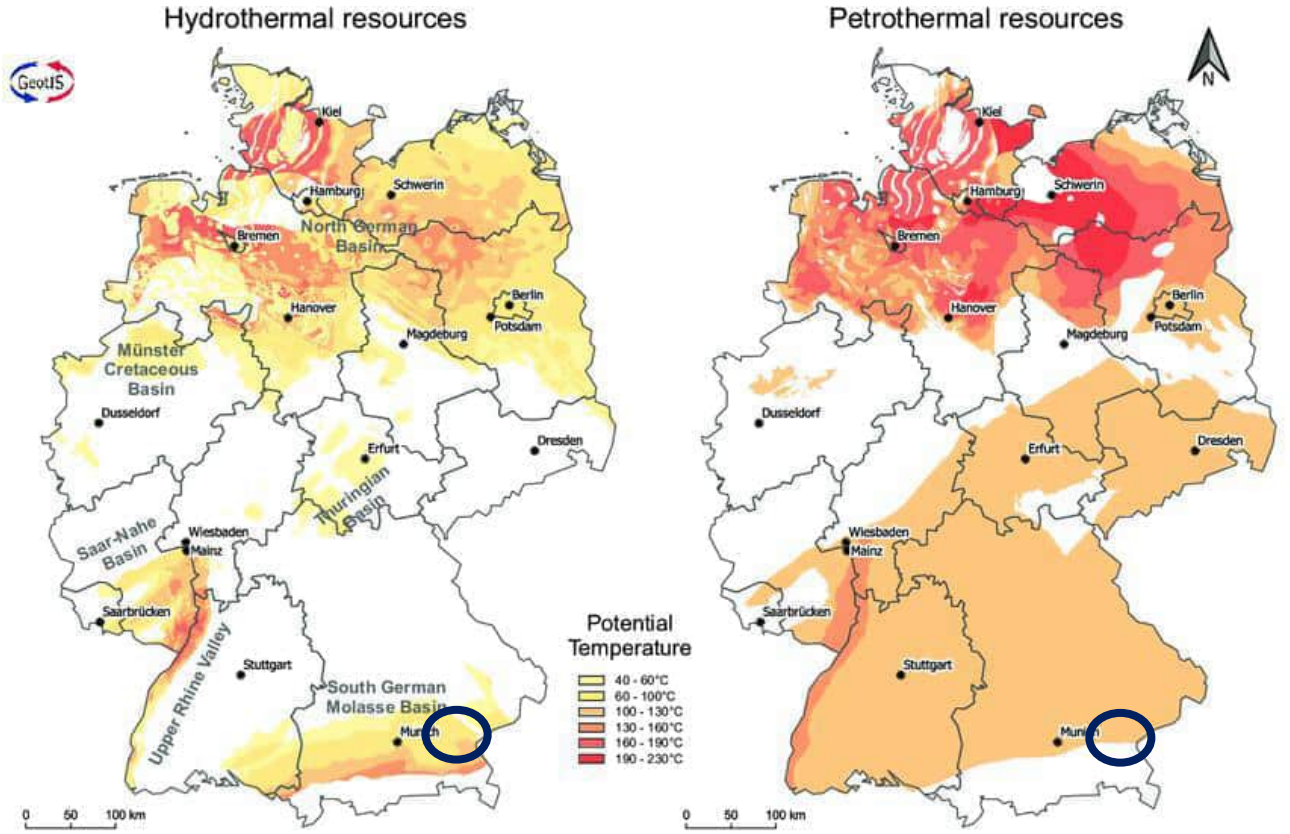


Abbildung 27: Hydrothermale und Petrothermale Ressourcen [Q:13] [Q:59]



Abbildung 28: Süddeutsches Molassebecken als Potenzialgebiet zur hydrothermischen Wärmegewinnung [Q:59]

Wie in der Abbildung erkennbar wird die tiefe Geothermie in der Region bereits intensiv genutzt. Die dargestellten Anlagen werden in nachfolgender Tabelle informell dargestellt.

Geothermieanlagen in der Umgebung			
Standort	**Waldkraiburg**	**Garching an der Alz**	**Kirchweidach**
Hauptnutzung	Fernwärme	Stromerzeugung	Fernwärme
Leistung	0,0 MW_{el} 14,0 MW_{th}	4,9 MW_{el} 7,0 MW_{th}	4,4 MW_{el} 30,6 MW_{th}
Energie	0,0 GWh_{el}/a 40,2 GWh_{th}/a	24,5 GWh_{el}/a 0,0 GWh_{th}/a	6,5 GWh_{el}/a 95,0 GWh_{th}/a
Inbetriebnahme	2012	2021	2013

Tabelle 13: Geothermieanlagen in der Umgebung [Q:59]

Durch die unmittelbare Nähe zur Geothermieanlage in Waldkraiburg könnte im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Betreiber der Bestandsanlage eine Wärmelieferung nach Kraiburg am Inn erfolgen. Hierzu wurde im Rahmen der Akteursbeteiligung der Kommunalen Wärmeplanung ein Abstimmungstermin mit Vertretern der Stadtwerke Waldkraiburg GmbH durchgeführt. Demnach könnte eine langfristige Wärmelieferung von der Geothermieanlage Waldkraiburg nach Kraiburg am Inn unter bestimmten Voraussetzungen umgesetzt werden.

Eine wesentliche Rahmenbedingung besteht darin, dass eine Bereitstellung der Wärmenergie aus der Bestandsanlage der Stadtwerke Waldkraiburg voraussichtlich nur in den Sommermonaten erfolgen kann, da in den Spitzenlastzeiten im Winter keine freien Leistungsreserven für eine zusätzliche Versorgung Kraiburgs zur Verfügung stehen.

Eine mögliche Lösung wäre daher die Kombination mit einem Saisonalspeicher im Gemeindegebiet Kraiburg. Dieser könnte in den Sommermonaten durch die Geothermieanlage in Waldkraiburg beladen werden und in den Wintermonaten zur Versorgung eines Wärmenetzes in Kraiburg dienen. Hierfür würde in einer Heizzentrale in Kraiburg die im Saisonalspeicher gespeicherte Wärmeenergie auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben.

Zur Umsetzung eines Saisonalspeichers dieser Art wäre zunächst eine Machbarkeitsprüfung inklusive Variantenvergleich erforderlich. Eine detaillierte Betrachtung der Möglichkeit einer zentralen Wärmespeicherung in einem Saisonalspeicher erfolgt in Abschnitt 4.5.

4.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie ist ein wesentlicher Baustein für die klimaneutrale Wärmeversorgung. Sie nutzt die im Boden gespeicherte Wärme bis in etwa 400 m Tiefe, um über Wärmepumpensysteme Gebäude und Quartiere effizient zu heizen oder zu kühlen. Die Technologie eignet sich hervorragend für Neubauten mit Niedertemperatursystemen (z. B. Fußbodenheizungen), wird aber zunehmend auch im Bestand und in hybriden Wärmelösungen (z. B. in Kombination mit Solarthermie oder Nahwärmenetzen) eingesetzt. Ihre langfristige Wirtschaftlichkeit ergibt sich aus niedrigen Betriebskosten und geringen Wartungsanforderungen.

Trotz ihrer Vorteile gibt es auch Herausforderungen. Die Initialkosten sind höher als bei luftbasierten Systemen, Bohrungen sind genehmigungspflichtig und abhängig von der geologischen Eignung des Untergrunds. Dennoch fördern Bund und Länder über Programme wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gezielt die Erschließung dieser Technologie.

In folgender Tabelle wird ein Überblick über die bekanntesten Formen der oberflächennahen Geothermie gegeben.

Technologie	Erdwärmesonden (EWS)	Erdwärmekollektoren (EWK)	Grundwasserwärmepumpen (GWWP)
Funktionsweise:	Geschlossene Rohrsysteme werden vertikal (typischerweise 50 – 150 m tief) in den Boden eingebracht. Eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert darin und nimmt die Erdwärme auf	In 1,2- 1,5 m Tiefe werden Rohrschliefen horizontal verlegt, durch die ein Wärmeträgermedium fließt.	Über zwei Brunnen wird Grundwasser entnommen, energetisch genutzt und wieder eingeleitet.
Einsatz:	Ein- und Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude, kleinere Quartiere	Vor allem Neubauten mit Gartenfläche	Gebäude mit hohem Wärmebedarf und stabilem Grundwasservorkommen
Vorteile:	Platzsparend, ganzjährig nutzbar, auch für Kühlung geeignet	Geringe Baukosten, wartungsarm	Hohe Effizienz (COP > 5), konstante Temperaturen
Nachteile:	Hohe Bohrkosten	Großer Flächenbedarf (oft das 1,5- bis 2-Fache der zu beheizenden Fläche)	Genehmigungspflichtig, nicht überall möglich

Tabelle 14: Technologieübersicht oberflächennahe Geothermie

Im Rahmen einer detaillierten Untersuchung der Nutzung oberflächennaher geothermischer Anlagen werden zunächst die bestehenden Anlagen im Untersuchungsgebiet betrachtet. Die nachfolgende Abbildung visualisiert die vorhandenen Erdwärmesonden sowie Förder- bzw. Schluckbrunnen und verdeutlicht, dass das Potenzial der oberflächennahen Geothermie in der Region bereits teilweise genutzt wird.

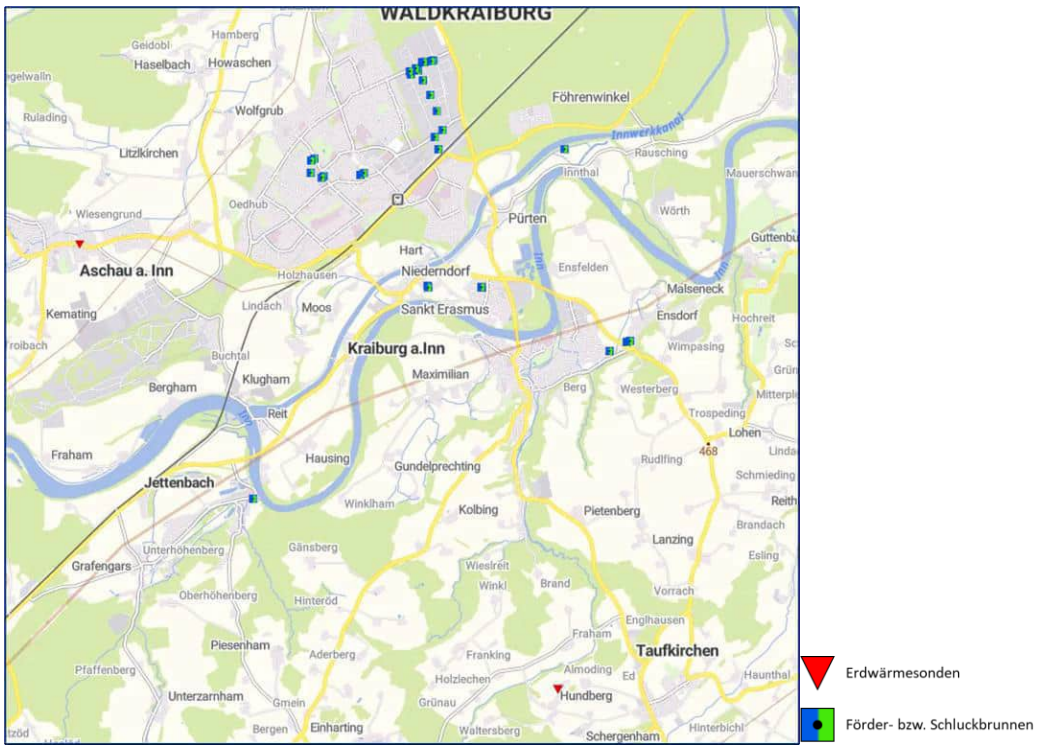


Abbildung 29: Bestandsanlagen der oberflächennahen Geothermie [Q:59]

Darüber hinaus wurde grundsätzlich eine Potenzialanalyse für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren durchgeführt. Der Energieatlas Bayern stellt hierzu Informationen zur Eignung von Flächen für Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden bereit [Q:59].

Die folgenden Karten dienen der Beurteilung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie.

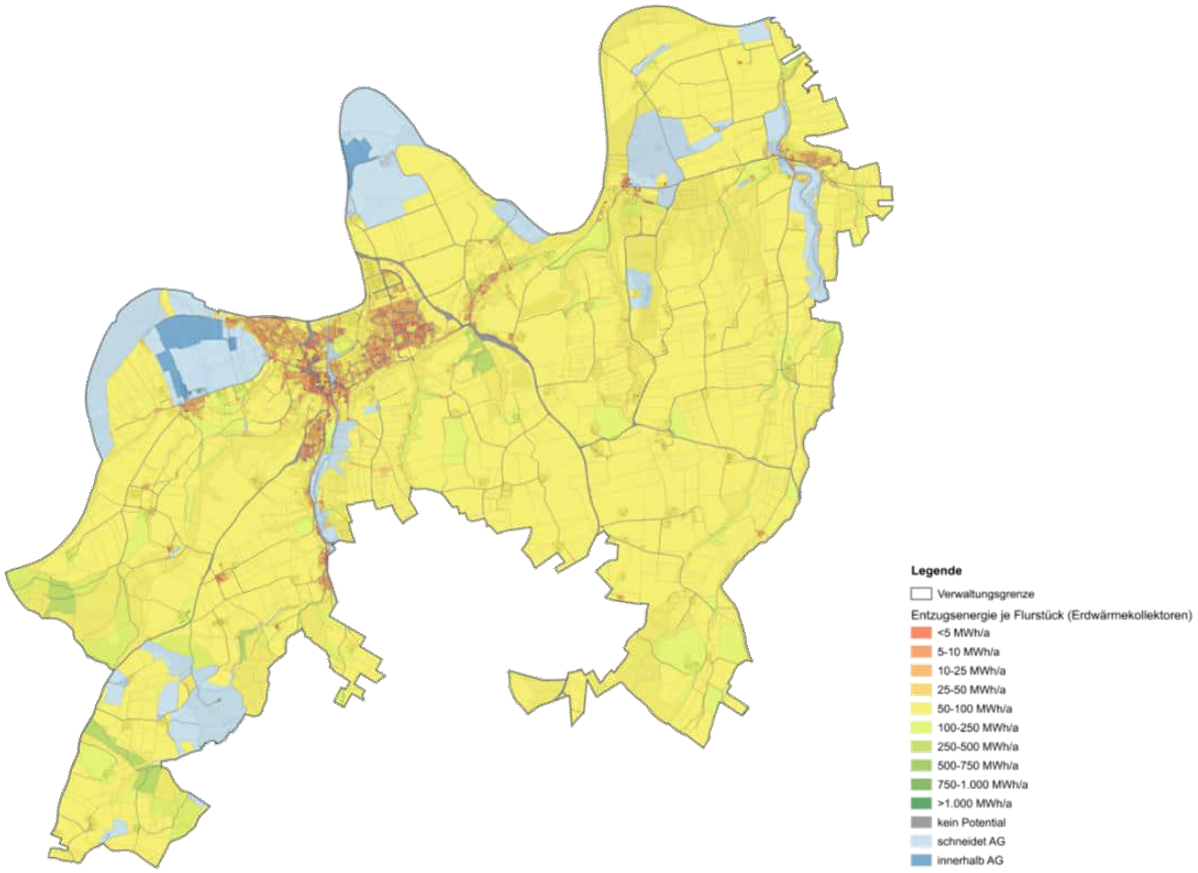


Abbildung 30: Standortbewertung für Erdwärmekollektoren [Q:59]

Die Abbildung zur Standortbewertung für Erdwärmekollektoren verdeutlicht ein grundsätzliches Potenzial zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie. Im überwiegenden Teil des Gemeindegebiets können mittlere potenzielle Entzugsenergien je Flurstück festgestellt werden. [Q:59]

Darüber hinaus zeigt die nachfolgende Abbildung das theoretische Potenzial zur Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Grundwasserwärmepumpen. Sie verdeutlicht, dass tendenziell ein höheres theoretisches Potenzial vorliegt.

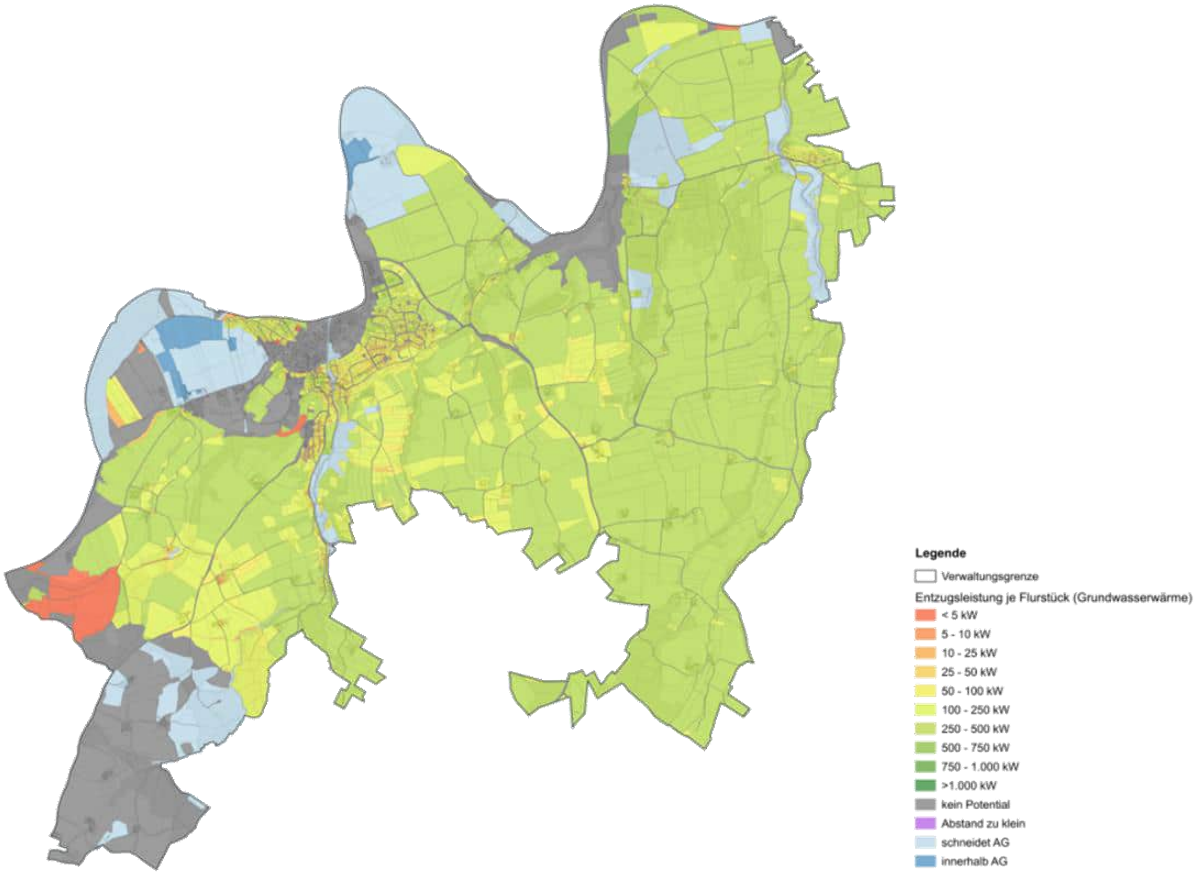


Abbildung 31: Standortbewertung für Grundwasserwärmepumpen [Q:59]

Als dritte Form der oberflächennahen Geothermie wurde das Potenzial von Erdwärmesonden im Untersuchungsgebiet der Kommune analysiert. Die nachfolgende Abbildung visualisiert die theoretischen Entzugsleistungen je Flurstück und zeigt, dass in diesem Zusammenhang kaum ein nutzbares theoretisches Potenzial vorhanden ist.

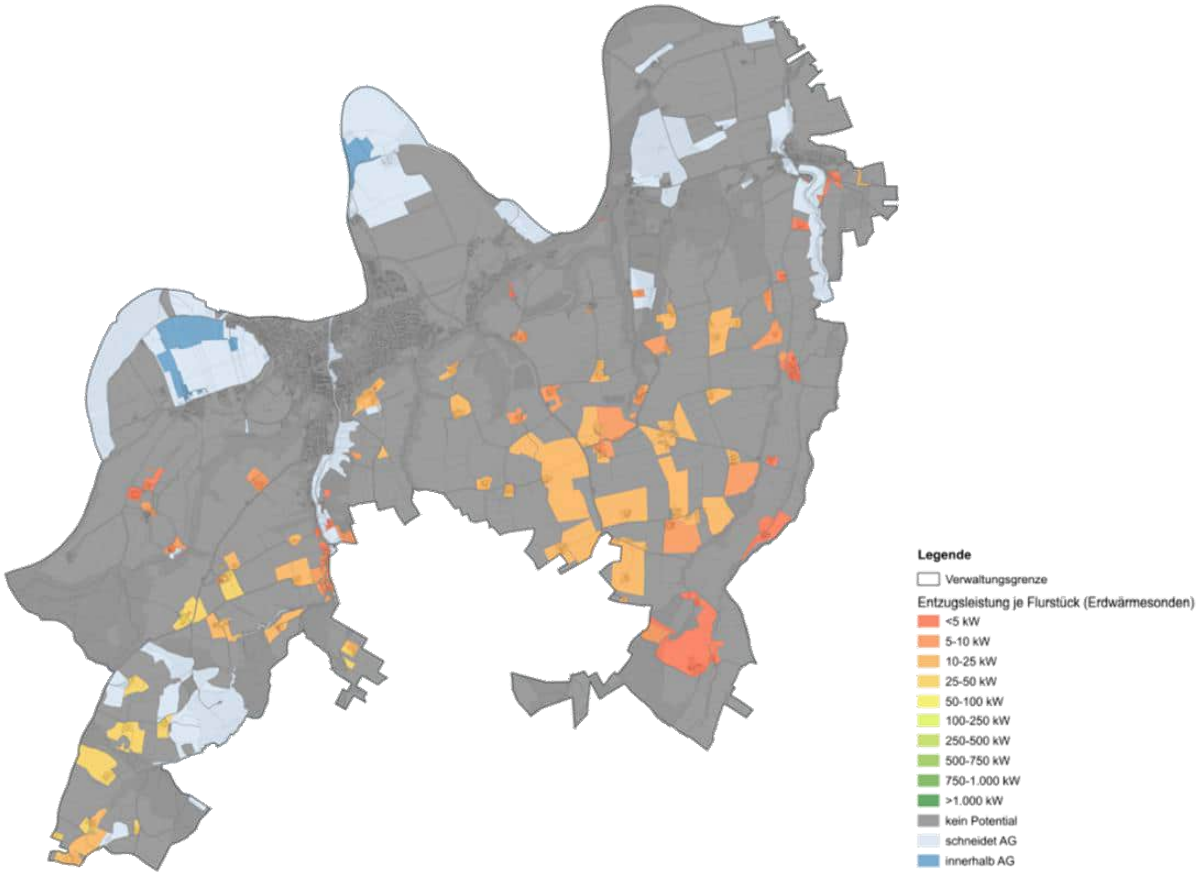


Abbildung 32: Standortbewertung für Erdwärmesonden [Q:59]

Insgesamt fällt die Standortbewertung gemischt aus. Hinsichtlich des Potenzials zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmekollektoren konnte ein mittleres bis hohes theoretisches Potenzial identifiziert werden, während für die Nutzung mittels Grundwasserwärmepumpen ein hohes theoretisches Potenzial angenommen werden kann. Die Bewertung der Nutzung mittels Erdwärmesonden zeigt hingegen, dass für diese Technologie nahezu kein nutzbares Potenzial besteht.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass Standorte innerhalb von Wasserschutzgebieten in der Regel ein Ausschlusskriterium für die Errichtung vertikaler Erdwärmesonden darstellen. Für eine detaillierte Bewertung der individuell nutzbaren Potenzialflächen ist die Berücksichtigung von Abstandsflächen zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen unerlässlich. Einzelmaßnahmen müssen von den jeweiligen Grundstückseigentümern eigenverantwortlich umgesetzt werden.

4.3.3 Solarthermie auf Dachflächen

Solarthermie auf Dachflächen stellt eine technisch ausgereifte, umweltfreundliche und zunehmend attraktive Lösung zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar. Sie nutzt die solare Strahlung direkt zur Erzeugung von Wärme – ohne CO_2-Emissionen und mit nur geringen Betriebskosten. Besonders Gebäude mit günstiger solarer Ausrichtung (z.B. Südausrichtung und geringer Verschattung) können durch Solarthermie einen bedeutenden Anteil ihres jährlichen Wärmebedarfs decken, insbesondere bei der Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung.

In der privaten Gebäudewärmeversorgung kann Solarthermie in Kombination mit einem Wärmespeicher und einem bivalenten Heizsystem die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen deutlich verringern. Gerade in Zeiten hoher Energiepreise und politischer Unsicherheit hinsichtlich der Gasversorgung gewinnt diese Unabhängigkeit zunehmend an Bedeutung für Immobilieneigentümer.

Solarthermie sollte dabei nicht isoliert betrachtet werden, sondern als Bestandteil eines integrierten Gesamtsystems. Sie ist ein wichtiger Baustein in hybriden Versorgungskonzepten, in denen auch Wärmepumpen, Biomasse, Abwärme und Power-to-Heat-Technologien eine Rolle spielen. Die intelligente Systemsteuerung, geeignete Speicherlösungen sowie zielgerichtete Fördermechanismen bestimmen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit und die Klimawirkung solcher Gesamtsysteme.

Das Solarthermiepotenzial auf Dachflächen wurde analog zur Potenzialermittlung der Photovoltaikanlagen auf Dachflächen bestimmt. Solarthermische Kollektoren lassen sich grundsätzlich in nicht-konzentrierende und konzentrierende Technologien unterscheiden. Während nicht-konzentrierende neben der direkten Sonneneinstrahlung auch diffuse Strahlung zur Wärmegewinnung nutzen können, sind konzentrierende Technologien ausschließlich auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen.

Für Solarthermieanlagen auf Dachflächen kommen nahezu ausschließlich nicht-konzentrierende Technologien zum Einsatz, bei denen ein hoher Anteil direkter Sonneneinstrahlung besonders vorteilhaft ist. Da private Solarthermieanlagen in der Regel zur Eigenversorgung mit Wärme dienen und keine Einspeisung erfolgt, wird in der Methodik der Analyse die nutzbare Dachfläche im Vergleich zu Photovoltaikanlagen auf etwa 25 % reduziert. Dadurch wird sichergestellt, dass kein überschüssiges Warmwasser produziert wird. Ein wesentlicher Vorteil solarthermischer Systeme liegt in der direkten Erzeugung und Nutzung von Wärme, wodurch Umwandlungsverluste weitgehend vermieden werden.



Abbildung 33: Ausschnitt aus der Potenzialanalyse zum Solarthermie-Potenzial [Q:1] [Q:2]

Kollektorfläche	77.500 m^2
Volllaststunden	969 h/a
Wärmeleistung gesamt	38,7 MW_p
Wärmepotenzial gesamt	**37,5 GWh/a**

Tabelle 15: Potenzial Solarthermie [Q:1]

Da im Marktstammdatenregister lediglich Anlagen zur Stromerzeugung gelistet werden, liegen leider keine Informationen zu vorhandenen Solarthermieanlagen vor.

4.3.4 Feste Biomasse

Feste Biomasse – dazu zählen insbesondere Holz in Form von Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets – spielt eine wichtige Rolle in der Wärmewende, vor allem in ländlichen Regionen und in Bereichen mit hohem Wärmebedarf. Als erneuerbarer, CO_2-neutraler Energieträger (unter nachhaltiger Forstwirtschaft) kann Biomasse fossile Brennstoffe in Einzelgebäuden, Nahwärmenetzen und industriellen Anwendungen ersetzen [Q:14]. Die Nutzung der Biomasse kann dabei in konventionellen Hackschnitzelkesseln, Holzvergaseranlagen oder sog. Pyrolyseanlagen erfolgen.

Laut dem Umweltbundesamt (UBA) deckte feste Biomasse im Jahr 2024 rund 61 % der erneuerbaren Wärmebereitstellung in Deutschland ab [Q:14].

Allerdings sind die Potenziale begrenzt: Die nachhaltig nutzbaren Holzressourcen in Deutschland sind endlich und stehen in Konkurrenz zur stofflichen Nutzung (z. B. im Bauwesen) sowie zur Industrie. Ein unkontrollierter Ausbau der Biomassenutzung könnte ökologische Risiken mit sich bringen, insbesondere bei übermäßiger Entnahme oder ineffizienter Nutzung. Hinzu kommen luftreinhaltetechnische Herausforderungen, insbesondere bei älteren Einzelöfen oder schlecht gewarteten Anlagen, die durch strengere Emissionsanforderungen und moderne Technologien (wie Partikelabscheider und elektronische Regelungen) gelöst werden müssen. [Q:14]

Für die thermische Nutzung von Holzhackschnitzeln in Wärmenetzen ist die Wahl geeigneter Holzarten von zentraler Bedeutung. Maßgebliche Kriterien sind die regionale Verfügbarkeit, die Wuchsleistung, die Holzdichte sowie der resultierende Heizwert. Darüber hinaus ist eine Betrachtung unter Nachhaltigkeits- und Versorgungsgesichtspunkten erforderlich.

Grundsätzlich wird zwischen Laub- und Nadelholz unterschieden. Laubhölzer, insbesondere die in Bayern weit verbreitete Buche, zeichnen sich durch eine hohe Holzdichte (ca. 720 kg/m³) und einen entsprechend hohen Heizwert (ca. 4,0 kWh/kg) aus. Damit stellen sie einen besonders effizienten Brennstoff für Hackschnitzelanlagen dar. Auch andere Laubhölzer wie Eiche oder Ahorn weisen günstige Verbrennungseigenschaften auf, sind jedoch aufgrund geringerer Verfügbarkeit weniger bedeutsam. Insgesamt gilt Laubholz als die bevorzugte Option für eine hochwertige, gleichmäßig brennende Hackschnitzelbereitstellung [Q:29].

Nadelhölzer wie Fichte und Kiefer verfügen demgegenüber über eine geringere Holzdichte (Fichte ca. 450 kg/m³, Kiefer ca. 520 kg/m³) und damit über einen niedrigeren Heizwert pro Volumen. Nadelhölzer tragen trotzdem wesentlich zur Versorgungssicherheit und Preisstabilität beim [Q:52].

Für die kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus die Empfehlung, Laubholz als bevorzugte Grundlage für die Hackschnitzelversorgung einzusetzen und Nadelholz als ergänzenden Rohstoff zu berücksichtigen. Ein ausgewogener Mix beider Holzarten ermöglicht sowohl eine energetisch hochwertige als auch eine wirtschaftlich und ökologisch tragfähige Wärmebereitstellung.

Der Holzbestand wurde über die Datenbank der Bundeswaldinventur ermittelt. Für die grün markierten Gebiete in der nachfolgenden Abbildung liegen Informationen zur verfügbaren Baumart vor. Für die rot markierten Gebiete stehen durch die Bundeswaldinventur keine Daten zur Verfügung, dabei muss auf Standardwerte zurückgegriffen werden.

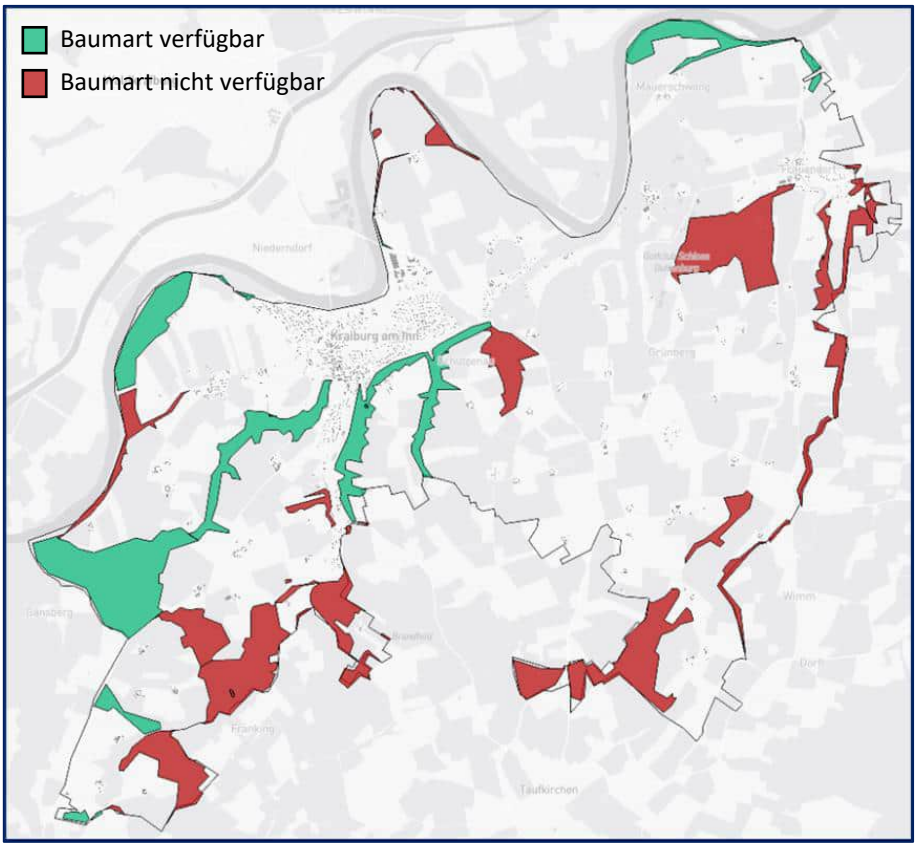


Abbildung 34: Übersicht zur Datenlage der Baumart aus der Bundeswaldinventur [Q:1]

Bei der Potenzialermittlung zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse wird der vorhandene Biomasse-Ressourcenbestand im Gemeindegebiet betrachtet. Es wird von einer Basisbewirtschaftung ausgegangen, das heißt die energetische Nutzung der Biomasse beschränkt sich auf Abfall- und Reststoffe.

Die Basisdaten, wie der Holzeinschlag wurden von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, dem Herausgeber der Bundeswaldinventur ermittelt und auf Basis dessen mit INFRA Wärme dargestellt und hochgerechnet.

Holzeinschlag *(Durchschnitt)*	4,7 m^3/ha
Energieholzanteil *(Durchschnitt)*	21,2 %
Energieholzanteil *(Hochgerechnet)*	1,0 m^3/ha
Heizwert *(Hochgerechnet)*	2.096 kWh/m^3
Spezifischer Biomasseertrag *(Hochgerechnet)*	2.138 kWh/ha
Biomassepotenzial *(Hochgerechnet)*	**991 MWh/a**

Tabelle 16: Biomassepotenzial bei Basisbewirtschaftung [Q:1]

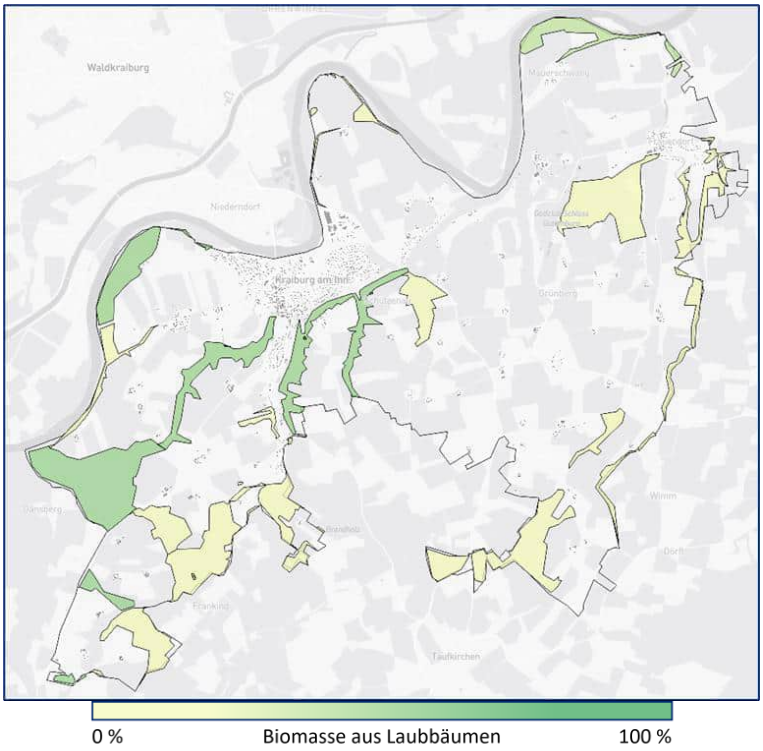


Abbildung 35: Biomasseanteil aus Laubbäumen [Q:1]

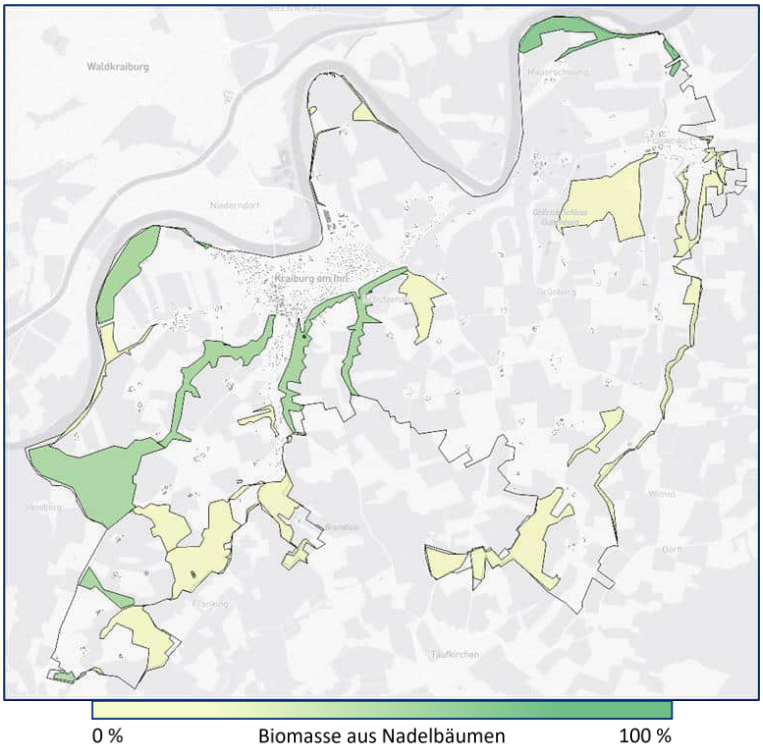


Abbildung 36: Biomasseanteil aus Nadelbäumen [Q:1]

4.3.5 Abwasserwärme

Die Nutzung von Wärme aus Abwasser stellt eine innovative und zunehmend relevante Technologie im Rahmen der Wärmewende dar. In urbanen Räumen schlummert im täglich anfallenden Abwasser ein erhebliches, bislang weitgehend ungenutztes thermisches Potenzial. Diese Wärme lässt sich – mit Hilfe moderner Wärmetauscher- und Wärmepumpentechnik – für die Beheizung von Gebäuden, Quartieren und sogar in Wärmenetzen nutzen.

Abwasser ist ganzjährig verfügbar und weist meist eine stabile, aber saisonal schwankende Temperaturen zwischen 10 °C und 20 °C auf – deutlich höher als z. B. die Umgebungsluft im Winter. Damit stellt das Abwasser eine ideale Wärmequelle für Wärmepumpensysteme dar. Nach Angaben der Deutschen Energie-Agentur liegt das technisch nutzbare Potenzial der Abwasserwärme in Deutschland bei bis zu 14 TWh pro Jahr, was etwa dem jährlichen Wärmebedarf von rund 1,3 Millionen Haushalten entspricht [Q:11].

Um das Potenzial auf regionaler Ebene zu verdeutlichen, zeigt folgendes Beispiel: Bei einem Durchfluss von 25 l/s und einer Temperaturspreizung von einem Kelvin kann eine theoretische maximale Wärmetauscherleistung von 100 kW erreicht werden [Q:15]. Die Leistung hängt stärker vom Durchfluss als vom Durchmesser der Kanalleitung ab. Zudem ist die Trennung von Schmutz- und Regenwasser für den effektiven Durchfluss entscheidend. Für eine ganzjährige Abwärmenutzung ist ein annähernd konstanter Trockenwetterabfluss erforderlich.

Derzeit verfügt der Markt Kraiburg am Inn über keine eigene Kläranlage; das Abwasser wird vollständig nach Waldkraiburg abgeleitet. Eine Nutzung der Abwasserwärme wäre daher nur über einen Wärmetauscher in oder an der Kanalleitung möglich. Die Hauptleitungsdimensionen liegen zwischen DN100 und DN200. Aktuell liegen keine Daten zu Trockenwetterabflüssen und Wassertemperaturen vor. Das Schmutzwasser wird im Freispiegel gesammelt und über eine Druckleitung zur Kläranlage transportiert; dieser Standort könnte für einen Abwasserwärmetauscher potenziell geeignet sein. Bei Interesse an einer Umsetzung wäre eine Einzelfalluntersuchung von Temperatur und Trockenwetterabfluss zwingend erforderlich.

Für das gesamte Abwasservolumen der Gemeinde Kraiburg am Inn ergibt sich somit das folgende theoretische Potenzial:

Einwohnerzahl *(Zensus 2022)*	4.023 EW
Abwassermenge pro EW *(Durchschnitt)*	99,43 l/d
Abwärmepotenzial pro m³ Abwasser *[Q:16]*	6,42 kWh/m³
Jährliche Abwassermenge *(Hochgerechnet)*	ca. 146.000 m³/a
Jahresdurchschnittstemperatur *(Schätzung)*	ca. 15 °C
Maximale Spreizung *(Annahme)*	1 Kelvin
Theoretisches Wärmepotenzial des jährlichen Abwasservolumens *Hochgerechnet*	**ca. 937 MWh/a**

Tabelle 17: Theoretisches Potenzial der Abwassermenge [Q:3] [Q:16]

4.3.6 Umweltwärme – Oberflächengewässer

Umweltwärme gilt als umweltschonende, lokal verfügbare und regenerative Wärmequelle und kann somit maßgeblich zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beitragen. Anlagen zur thermischen Nutzung von Oberflächengewässern sind in Deutschland noch nicht weit verbreitet, rücken aber aufgrund mehrerer Studien mit signifikant eingestuftem Potenzial immer mehr in den Fokus klimaneutraler Energiekonzepte [Q:21]. Wasser bietet gegenüber Luft eine höhere Wärmekapazität und stabile Temperaturniveaus, wodurch Wärmepumpen besonders effizient betrieben werden können [Q:21].

Bei der thermischen Nutzung von Oberflächengewässern, kann zwischen see- und flussthermischen Anlagen differenziert werden. Die Wärme wird dem Fluss- oder Seewasser dabei über geschlossene Wärmetauschersysteme entzogen.

Die Nutzung von Fließgewässern als Wärmequelle für Großwärmepumpen stellt eine technisch ausgereifte und bereits erprobte Option zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar [Q:21]. Eine Studie der Forschungsstelle für

Energiewirtschaft (FfE) zeigt, dass beispielsweise die bayerischen Fließgewässer ein erhebliches theoretisches Potenzial zur Wärmebereitstellung aufweisen, das einen relevanten Beitrag zur Deckung des kommunalen Wärmebedarfs leisten kann [Q:21]. Die im Zuge der Nutzung von Umweltwärme auftretende moderate Abkühlung der Gewässer wird aus ökologischer Sicht überwiegend positiv bewertet, da sie den Effekten der Klimaerwärmung entgegenwirkt [Q:21].

Für die Umsetzung sind jedoch standortspezifische Rahmenbedingungen wie Genehmigungsauflagen, minimale Rücklauftemperaturen sowie die Integration in bestehende Wärmenetze entscheidend [Q:21]. Besonders geeignet sind Standorte mit bestehender Infrastruktur, z. B. an Wasserkraftwerken oder Kraftwerksstandorten mit Fernwärmeanbindung [Q:21]. Beispiele aus Rosenheim und Mannheim zeigen, dass solche Systeme sowohl im großstädtischen als auch im regionalen Kontext erfolgreich realisiert werden können [Q:21]. Damit stellen Flusswasser-Wärmepumpen ein zukunftsweisendes Element kommunaler Wärmeplanungen dar, das sowohl zur Versorgungssicherheit als auch zur Erreichung der Klimaziele beiträgt.

Im Rahmen der Potenzialanalyse zur Flusswasserthermie wurde eine erste grobe Abschätzung des thermischen Potenzials vorgenommen. Dabei wurden die Wassertemperatur des Flusses sowie der mittlere Abfluss [m³/s] über den Jahresverlauf auf monatlicher Basis betrachtet. Die nachfolgende Abbildung visualisiert die Ergebnisse.

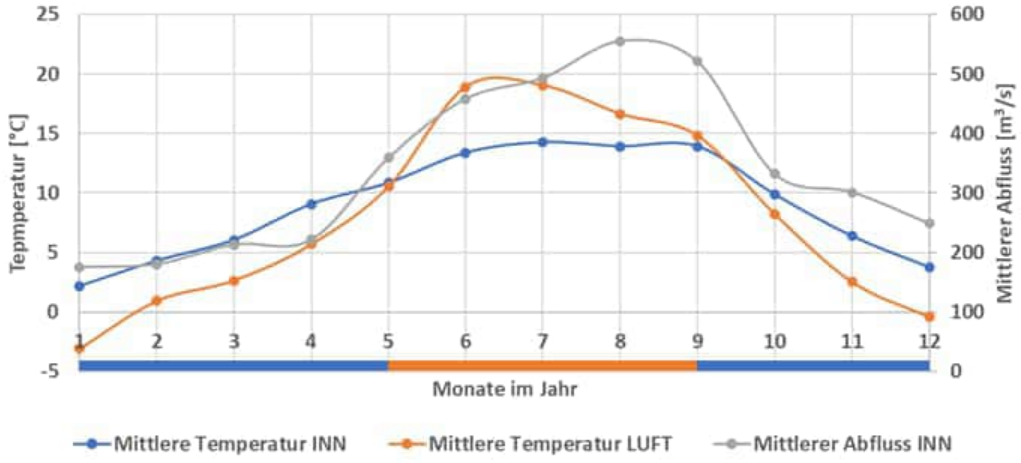


Abbildung 37: Parameter zum Flussthermiepotenzial am Inn [Q:3] [Q:65] [Q:66]

Darauf aufbauend konnte die maximale Entzugsleistung in Abhängigkeit der Entzugsspreizung am Inn analysiert werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse.

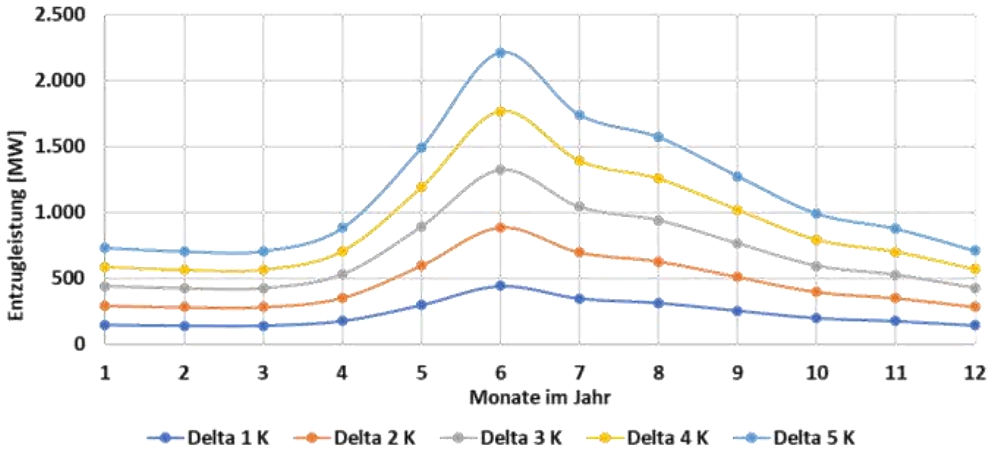


Abbildung 38: Maximale Entzugsleistung in Abhängigkeit der Entzugsspreizung am Inn [Q:3] [Q:65] [Q:66]

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Flusswasserthermie als Wärmequelle für eine Wärmepumpe zur Versorgung eines zentralen Wärmenetzes oder eines Quartiers geeignet sein kann. Die monatliche Durchschnittstemperatur eines Fließgewässers liegt insbesondere in der Heizperiode häufig über der mittleren Lufttemperatur. Dadurch könnte eine Flusswasserwärmepumpe konventionell effizienter betrieben werden. Das abgekühlte Wasser darf jedoch nicht die Gefriertemperatur erreichen; die jährlichen Betriebsstunden werden daher durch das Risiko von Vereisung eingeschränkt.

Im bayernweiten Vergleich weist der Inn die höchsten Schwebstoffmengen auf. Schwebstoffe können Wärmetauscher und Rohrleitungen verunreinigen und führen zu höheren Betriebs- und Instandhaltungskosten einer Flusswasserthermieanlage. Sollte eine flussthermische Anlage umgesetzt werden, sind daher Detailuntersuchungen erforderlich, beispielsweise hinsichtlich Temperaturschichtung, Schwebstofftransport und biologischer Zusammensetzung. Zudem müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die ökologischen Auswirkungen einer thermischen Nutzung des Flusswassers geprüft werden. [Q:65] [Q:66]

4.4 Nutzung unvermeidbarer Abwärme

Unvermeidbare Abwärme bietet ein großes Potenzial für die Kommunale Wärmeplanung und gilt als nachhaltige sowie energie- und kosteneffiziente Wärmequelle. Durch den Einsatz von Wärmetauschern und Wärmepumpen kann Abwärme nutzbar gemacht werden. Unvermeidbare Abwärme ist besonders für die Einspeisung in Wärmenetze geeignet. Um die Energieeffizienz in Deutschland zu erhöhen, wurde durch die BAFA gemäß § 17 Abs. 2 Energieeffizienzgesetz eine zentrale Plattform für unvermeidbare Abwärmepotenziale geschaffen. Unternehmen in Deutschland mit einem Gesamtendenergieverbrauch > 2,5 GWh/a sind dabei zur Meldung entsprechender Potenziale verpflichtet. Die in der Plattform gesammelten Daten werden regelmäßig aktualisiert und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht [Q:26].

Für das Gemeindegebiet Kraiburg am Inn wurde kein nutzbares gewerbliches Abwärmepotenzial identifiziert.

4.5 Potenzial zur zentralen Wärmespeicherung

Ein zentrales Element zur Steigerung der Effizienz und Flexibilität in der kommunalen Wärmeversorgung ist der Einsatz zentraler Wärmespeicher. Sie ermöglichen es, zeitliche Differenzen zwischen Wärmeerzeugung und-verbrauch auszugleichen und damit insbesondere die Integration erneuerbarer Energiequellen in Wärmenetze zu optimieren. Grundsätzlich lassen sich zentrale Wärmespeicher in drei Hauptkategorien unterteilen: sensible, latente und thermochemische Speicher. [Q:68]

Sensible Wärmespeicher – wie beispielsweise großvolumige Erdbeckenwärmespeicher – speichern Wärme durch die Temperaturänderung eines Speichermediums, meist Wasser. Sie sind technisch erprobt, vergleichsweise kostengünstig und eignen sich sowohl für die tägliche als auch für die saisonale Speicherung. Große Heißwasserspeicher mit mehreren zehntausend Kubikmetern Volumen werden bereits erfolgreich in städtischen Wärmenetzen eingesetzt. [Q:69] [Q:70]

Latente Wärmespeicher nutzen den Phasenwechsel von Materialien, beispielsweise von fest zu flüssig, um Wärme bei nahezu konstanter Temperatur zu speichern. Aufgrund der höheren Energiedichte eignen sie sich insbesondere für Anwendungen mit begrenztem Platzangebot oder zur Speicherung innerhalb definierter Temperaturbereiche. [Q:68]

Thermochemische Speicher speichern Wärme durch reversible chemische Reaktionen. Sie zeichnen sich durch sehr hohe Energiedichten und geringe Wärmeverluste über längere Zeiträume aus, befinden sich jedoch derzeit überwiegend noch im Entwicklungs- oder Pilotstadium. [Q:68]

Wie im Abschnitt 4.3.1 skizziert, könnte aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Geothermieanlage in Waldkraiburg im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Betreiber der Bestandsanlage eine Wärmelieferung nach Kraiburg am Inn erfolgen. Die Bereitstellung der Wärmeenergie aus der Bestandsanlage der Stadtwerke Waldkraiburg könnte voraussichtlich nur in den Sommermonaten erfolgen, da in den Spitzenlastzeiten im Winter keine freien Leistungsreserven für eine zusätzliche Versorgung Kraiburgs zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang würde sich daher die Notwendigkeit einer saisonalen Wärmespeicherung ergeben.

Für diese Anwendung eignen sich insbesondere sensible Wärmespeicher. Für die saisonale Wärmespeicherung werden hierbei vier Haupttechnologien unterschieden: Erdbeckenwärmespeicher (Pit Thermal Energy Storage, PTES),

Tankwärmespeicher (Tank Thermal Energy Storage, TTES), Aquiferspeicher (Aquifer Thermal Energy Storage, ATES) und Erdwärmesondenspeicher (Borehole Thermal Energy Storage, BTES). [Q:74]

Erdbeckenwärmespeicher (PTES) bestehen aus mit Wasser gefüllten Erdbecken, die mit einer schwimmenden Abdeckung oder Folie verschlossen werden und optional seitlich gedämmt sind. Alternativ können Wasser-Kies- oder Wasser-Sand-Gemische als kostengünstigeres Speichermedium eingesetzt werden. PTES gelten in der Regel als die wirtschaftlichste Speicheroption, da vergleichsweise geringe Mengen an Isolationsmaterial erforderlich sind und vorhandene Aushubflächen genutzt werden können. Darüber hinaus bestehen keine besonderen geologischen Anforderungen an den Standort.

Im Vergleich dazu benötigen Erdwärmesondenspeicher (BTES) mehrere Jahre – typischerweise etwa fünf Jahre – bis stabile Betriebsbedingungen erreicht werden. Zudem entstehen durch die notwendigen Bohrungen vergleichsweise hohe Investitionskosten, weshalb diese Technologie für den vorliegenden Anwendungsfall tendenziell weniger geeignet ist. Aquiferspeicher (ATES) setzen hingegen das Vorhandensein geeigneter geologischer Aquifere voraus und unterliegen zusätzlich gesetzlichen Temperaturbegrenzungen, was ihre Einsatzmöglichkeiten einschränkt. Tankwärmespeicher (TTES) sind aufgrund ihrer hohen Investitionskosten als saisonale Speicherlösung in der Regel ebenfalls weniger wirtschaftlich. [Q:74] [Q:75]

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht den schematischen Aufbau eines Erdbeckenwärmespeichers (PTES).

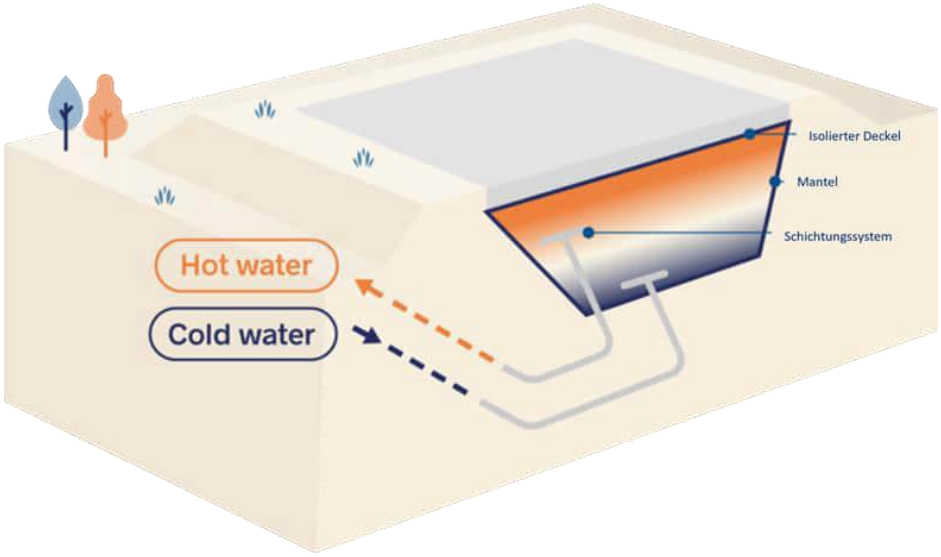


Abbildung 39: Schematischer Aufbau eines Erdbeckenwärmespeichers (PTES) [Q:3] [Q:72]

Bezüglich der Speichereffizienz von Erdbeckenwärmespeichern kann festgehalten werden, dass – abhängig von der Auslegung – Wirkungsgrade zwischen etwa 65 und 75 % erreicht werden können. Unter günstigen Randbedingungen sind auch höhere Effizienzen möglich. Die maximalen Be- und Entladeleistungen können bis zu etwa 40 MW betragen, während die Lebensdauer solcher Speicheranlagen auf bis zu 30 Jahre geschätzt wird. Aufgrund der in der Regel drucklosen Bauweise liegt die maximale Speichertemperatur üblicherweise bei etwa 90 °C. [Q:9] [Q:71] [Q:73]

Grundsätzlich ist bei der Nutzung eines Erdbeckenwärmespeichers häufig eine Kombination mit einer zusätzlichen Erzeugungseinheit erforderlich. Sofern die aus dem Speicher entnommene Wärme eine ausreichende Temperatur für die direkte Einspeisung in das Wärmenetz aufweist, kann eine unmittelbare Nutzung erfolgen. Liegt die Temperatur unterhalb des erforderlichen Netztemperaturniveaus, kann diese beispielsweise mithilfe einer Wärmepumpe auf das erforderliche Niveau angehoben werden. [Q:9] [Q:71] [Q:73]

Hinsichtlich der Dimensionierung kann beispielhaft angeführt werden, dass eine Speicherkapazität von etwa 20.000 MWh ein Speichervolumen von rund 200.000 m³ erfordern kann. Die Investitionskosten werden in der Literatur typischerweise mit etwa 50 bis 65 €/m³ angegeben. [Q:3] [Q:9] [Q:71] [Q:73]

Grundsätzlich ist bei einem konkreten Umsetzungsinteresse eine vertiefte Detailanalyse erforderlich, um technische Auslegungsvarianten sowie deren Wirtschaftlichkeit umfassend zu bewerten und eine belastbare Entscheidungsgrundlage zu schaffen. Im Zuge einer etwaigen Wärmenetzentwicklung muss das Potenzial zur zentralen Wärmespeicherung standortgenau für die entsprechende Versorgungsstruktur untersucht werden.

4.6 Wasserstoff, Biomethan und synthetische Gase

Da eine Wärmeversorgung mit fossilem Erdgas nicht zu den klimaneutralen Versorgungsarten gezählt werden kann, könnten in Deutschland langfristig Erdgasbestandsnetze zur Versorgung mit 100 % Wasserstoff, Biomethan oder synthetischen Gasen transformiert werden.

Es besteht ein breiter wissenschaftlicher und politischer Konsens darüber, dass Wasserstoff auf absehbare Zeit ein knappes und damit kostspieliges Gut bleiben wird [Q:22] [Q:23]. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und der hohen Erzeugungskosten – insbesondere für sogenannten grünen Wasserstoff, der ausschließlich mit erneuerbaren Energien erzeugt werden muss – wird sein Einsatz voraussichtlich zunächst auf ausgewählte Anwendungsbereiche beschränkt bleiben [Q:22]. Prioritär ist hierbei die Nutzung in der energieintensiven Industrie, in der es nur wenige klimafreundliche Alternativen zu fossilen Energieträgern gibt, etwa in der Stahl- oder Chemiebranche.

Die Importstrategie Wasserstoff, die die Bundesregierung im Jahr 2024 beschlossen hat, verfolgt das Ziel, die nationale Wasserstoffnachfrage durch internationale Partnerschaften zu decken und so zur Erreichung der Klimaziele beizutragen. Dabei betont die Bundesregierung ausdrücklich, dass der Schwerpunkt zunächst auf der Versorgung industrieller Großverbraucher liegt, da hier der größte Hebel für die Emissionsminderung besteht. [Q:5]

Auch der Verbraucherzentrale Bundesverband e. V. (vzbv) äußert sich kritisch zum Einsatz von Wasserstoff im Gebäudesektor. In einer Stellungnahme weist der Verband darauf hin, dass der Einsatz von Wasserstoff zum Heizen ineffizient und volkswirtschaftlich nicht sinnvoll sei. Neben der zentralen Versorgung über Wärmenetze sei der direkte Einsatz von Strom in Wärmepumpen in nahezu allen Fällen günstiger, energieeffizienter und schneller verfügbar. [Q:6]

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass Wasserstoff im Gebäudesektor – insbesondere zur Raumwärmeversorgung – kurz- und mittelfristig keine nennenswerte Rolle spielen wird. Stattdessen sollten die verfügbaren Mengen gezielt dort eingesetzt werden, wo sie technisch notwendig und ökologisch sowie ökonomisch sinnvoll sind.

Da im Netzgebiet Einspeisebegehren lokaler Biogasanlagenbetreiber zur Einspeisung von Biomethan vorliegen, wird bei der Entwicklung eines Zielszenarios darauf Rücksicht genommen. Der Biomethananteil im Erdgasnetz soll schrittweise erhöht werden: 15 % ab 2029, 30 % ab 2035 und 60 % ab 2040. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die theoretische Preisentwicklung von Biomethan gemäß einer Studie von frontier economics.

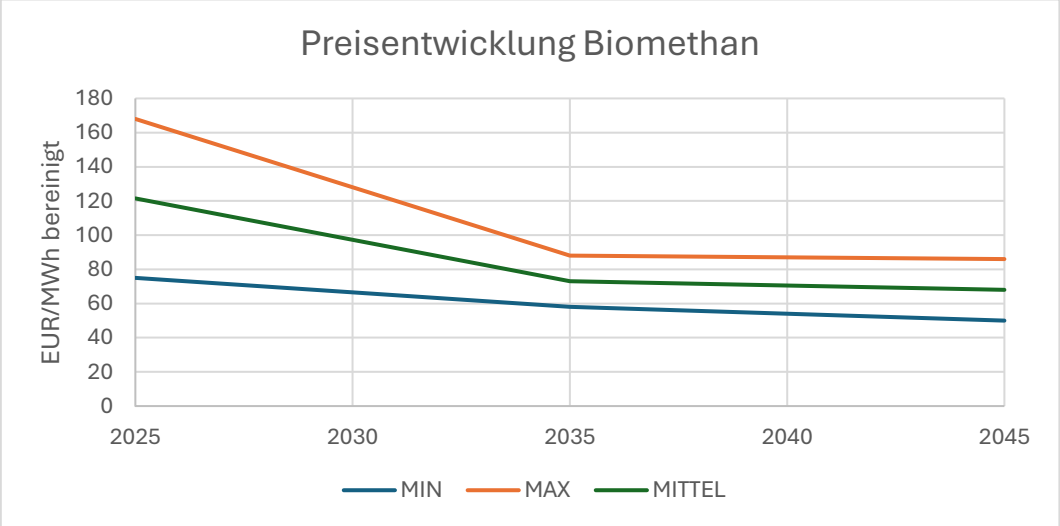


Abbildung 40: Zukünftige Preisentwicklung Biomethan [Q:3] [Q:64] [Q:67]

Bezüglich der Transformation zum Wasserstoffnetz könnte das Netzgebiet Kraiburg ab 2045 vollständig auf Wasserstoff umgestellt werden. Der Zeitpunkt der Umstellung hängt dabei von der Anpassung der vorgelagerten Netzebene sowie vom lokalen Bedarf ab. Es sei erneut darauf hingewiesen, dass die Energiekosten für grünen Wasserstoff weiterhin unsicher sind. Die nachfolgende Abbildung zeigt die potenzielle zukünftige Preisentwicklung von Wasserstoff, basierend auf einer Studie von frontier economics.

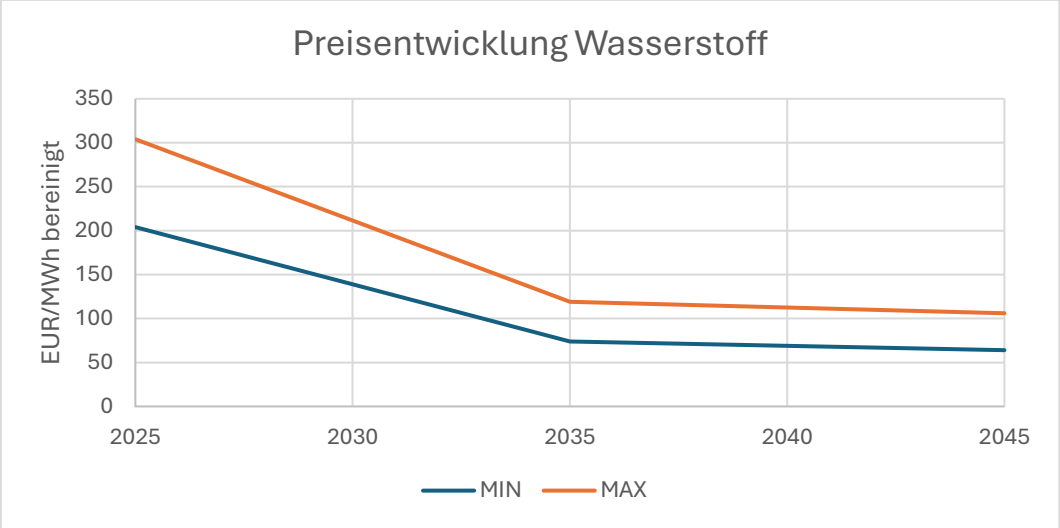


Abbildung 41: Zukünftige Preisentwicklung Wasserstoff [Q:3] [Q:64] [Q:67]

5 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt den angestrebten zukünftigen Zustand der Wärmeversorgung in der Kommune unter Berücksichtigung der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene. Es dient als strategischer Orientierungsrahmen, an dem sich die Entwicklung der lokalen Wärmestrukturen langfristig ausrichten soll. Im Mittelpunkt steht der Übergang zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung, die auf erneuerbaren Energien, hocheffizienten Wärmenetzen und einer konsequenten Steigerung der Energieeffizienz basiert.

Das Zielszenario zeigt auf, wie der zukünftige Wärmebedarf durch eine Kombination aus Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion, dem Ausbau erneuerbarer Energieträger und der Nutzung unvermeidbarer Abwärme gedeckt werden kann. Dabei werden technische, wirtschaftliche und räumliche Potenziale in Einklang gebracht, um eine nachhaltige, resiliente und sozialverträgliche Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Zugleich bildet das Zielszenario die Grundlage für die Ableitung konkreter Maßnahmen, Projekte und Investitionspfade, die schrittweise zur Zielerreichung führen. Es ist somit ein zentrales Element der kommunalen Wärmeplanung und stellt die Vision einer klimaneutralen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung dar, an der sich Verwaltung, Energieversorger, Unternehmen und Bürgerinnen und Bürger gleichermaßen orientieren können.

Die Zielsetzung für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Bayern zielt auf das Jahr 2040 ab. Als Zwischenschritte dienen die Stützjahre 2030 und 2035.

Welche Wärmeversorgung sich für Teilgebiete besonders eignet, wird anhand eines Vollkostenvergleichs, des Realisierungsrisikos, der Versorgungssicherheit sowie der kumulierten Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr bewertet. Im Vollkostenvergleich fließen sowohl verbrauchsabhängige als auch betriebs- und kapitalgebundene Kosten ein. Auf Grundlage dieser Kriterien erfolgt die Bewertung der Eignung verschiedener Versorgungsoptionen – etwa über ein Wasserstoffnetz, ein Wärmenetz oder eine dezentrale Lösung. Ein Gebiet gilt als für eine bestimmte Technologie geeignet, wenn möglichst viele Gebäude einer gemeinsamen Heiztechnologie im Vollkostenvergleich zugeordnet werden können.

Im Kontext der Eignung von Wärmenetzgebieten wird zusätzlich die wirtschaftliche Perspektive des Wärmenetzbetreibers anhand einer Deckungsbeitragsrechnung bewertet. Alle als Wärmenetzgebiet ausgewiesenen Gebiete sind demnach nicht nur aus Sicht der Gebäudeeigentümer geeignet, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht für einen potenziellen Wärmenetzbetreiber umsetzbar.

Gemäß der üblichen Vorgehensweise wird ein maßgebliches Zielszenario auf Grundlage der vorangegangenen Analysen entwickelt. Es orientiert sich am Standardkonzept der MaxSolar GmbH und steht im Einklang mit den in diesem Bericht identifizierten Potenzialen.

5.1 Vollkostenvergleich

Die gebäudeindividuelle Auswahl der Heiztechnologie im Klimaschutzszenario basiert auf einer Vollkostenrechnung. Dabei werden sämtliche Investitionssummen und Kosten berücksichtigt, die mit der Anschaffung, dem Betrieb, der Wartung sowie der Entsorgung der jeweiligen Heizsysteme verbunden sind. Die spezifischen Paramater jedes einzelnen Gebäudes fließen in die Bewertung ein. Auf Grundlage der prognostizierten Vollkosten wird anschließend die klimaneutrale und langfristig kostengünstigste Versorgungstechnologie ausgewählt.

Im Folgenden wird exemplarisch ein Vollkostenvergleich für ein real existierendes Gebäude durchgeführt, das gemessen an der durchschnittlichen Nutzfläche pro Gebäude (über alle Sektoren – private Haushalte, öffentliche Gebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie –) in etwa dem Durchschnitt entspricht. Die zugrunde gelegten technischen Gebäudedaten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Gebäudefunktion	Wohngebäude
IWU Typ	Einfamilienhaus C
Sektor	Private Haushalte
Dachtyp	Satteldach
Wohnfläche	252 m^2
Baualtersklasse	1979 - 1983
Wärmebedarf	32,5 MWh/a
Wärmeleistung	16 kW
Energieeffizienzklasse (nach GEG)	D

Tabelle 18: Gebäudedaten Beispielgebäude [Q:3]

Der Vollkostenvergleich umfasst kapitalgebundene, verbrauchsgebundene und betriebsgebundene Kosten. Berücksichtigt werden unter anderem Investitionssummen, Energiekosten, Instandhaltungskosten, Kosten für Hilfsenergie sowie sonstige Betriebskosten. Zusätzlich fließen Netznutzungsentgelte, sowie inflationsgebundene und marktbezogene Preissteigerungsraten in die Berechnung ein.

Die folgende Tabelle zeigt einen Auszug der wichtigsten Parameter für die Heiztechnologien Pelletkessel, Wärmenetzanschluss und Wärmepumpe.

Auszug aus der Parameterliste je Heiztechnologie im Bestandsszenario 2025 [netto]		
Wärmenetz-anschluss	Verbrauchsbezogener Mischpreis [netto] *(Bestehend aus Arbeitspreis + Grundpreis)* *Quelle: MaxSolar*	11,0 Cent/kWh$_{th}$ *Arbeitspreis = 9,0 ct./kWh* *Grundpreis = 650 €/Jahr*
	Investitionskosten [netto] *(inkl. einmalige Umbaumaßnahmen)* *Quelle: MaxSolar*	ca. 31.000 €
	Emissionsfaktor *(Annahme MaxSolar Standardwärmekonzept)* *Quelle: MaxSolar*	18 g$_{CO2}$/kWh
	Lebensdauer *Quelle: MaxSolar*	50 Jahre
Wärmepumpe	Jahresarbeitszahl *(realistisch)* *Quelle: KWW (Technikkatalog – JAZ, Altbau unsaniert)*	2,8 kW$_{th}$/kW$_{el}$
	Investitionskosten [netto] *(inkl. einmalige Umbaumaßnahmen)* *Quelle: KWW, MaxSolar*	ca. 33.000 €
	Lebensdauer *Quelle: KWW*	18 Jahre
	Verbrauchsbezogener Mischpreis *Quelle: MaxSolar*	20,56 Cent/ kWh$_{el}$
	Emissionsfaktor Strom *(Deutscher Strommix)* *Quelle: INFRA*	2024: 350 g$_{CO2}$/kWh 2045: 113 g$_{CO2}$/kWh
Pelletkessel	Wirkungsgrad *(realistisch)* *Quelle: KWW*	90 %
	Investitionskosten [netto] *(inkl. einmalige Umbaumaßnahmen)* *Quelle: KWW, MaxSolar*	ca. 33.000 €
	Lebensdauer *Quelle: KWW*	20 Jahre
	Verbrauchsbezogener Mischpreis *Quelle: MaxSolar*	8,2 Cent/kWh$_{th}$
	Emissionsfaktor Pellets *Quelle: INFRA*	36 g$_{CO2}$/kWh

Tabelle 19: Auszug aus der Parameterliste je Heiztechnologie [Q:3]

Die für den Vollkostenvergleich herangezogenen Parameter des Wärmenetzanschlusses stellen keine Richt- oder Durchschnittswerte dar, sondern basieren konkret auf einem Anschluss gemäß dem MaxSolar-Konzept. Die angesetzten Kosten wurden 1:1 aus bereits realisierten Wärmenetzprojekten von MaxSolar übernommen. Dabei wurde durch die MaxSolar GmbH ein standortunabhängiges Wärmenetzkonzept mit 100 % erneuerbarer Wärmeversorgung erstellt. Die Wärmeenergie für das Wärmenetz wird im Rahmen des Konzepts an einer Heizzentrale durch ein gekoppeltes Erzeugungssystem bestehend aus Großwärmepumpe und Biomassekessel bereitgestellt. Dabei soll der Anteil der Wärmeerzeugung durch die Großwärmepumpe mindestens 50 % betragen, um geringe Wärmegestehungskosten in Kombination mit anderen Erzeugern zu gewährleisten. Im Rahmen des entwickelten Standardkonzeptes kann ein Leistungsbereich zwischen 500 kW und 10 MW pro Heizzentrale abgedeckt werden. Die ausgewählte Wärmepumpenbaureihe kann dabei mit oder ohne externe Wärmequelle wie Abwärme aus Gewerbe, Industrie, oberflächennahe Geothermie, Abwasser oder Gewässer zwischen 300 kW und 3 MW Heizleistung pro Einzelanlage und zusätzlicher Kältebereitstellung abdecken. Durch die Biomasseanlage soll eine Feuerungswärmeleistung pro Heizzentrale von 1 MW nicht überschritten werden, um erhöhte Auflagen durch die 44. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (44. BImSchV) zu vermeiden. Als Redundanz- und/oder Spitzenlasterzeuger kann eine sog. Power-to-Heat-Anlage (PtH) vorgesehen werden. Des Weiteren können vorhandene Erzeugungsanlagen wie Biogasanlagen in das Erzeugungskonzept integriert werden. Die zentral erzeugte Wärme, wird über ein neu gebautes Wärmenetz an die Hausanschlüsse verteilt. Die Gebietserschließung durch ein Fernwärmenetz bringt ein großes Investitionsvolumen und aufwendige Baumaßnahmen mit sich. Dabei stellt die Errichtung eines Fernwärmenetzes eine langfristige Investition in eine klimaneutrale Zukunft der Wärmeversorgung dar. Dafür wurde in der Erstellung des Szenarios der Investitionsaufwand für ein langlebiges Wärmenetz aus sog. Kunststoffmantelrohren (Stahlrohr mit Kunststoffmantel) berücksichtigt. Dies bringt zwar einen erhöhten Erstinvestitionsbedarf, aber dafür auch eine deutlich höhere Lebensdauer bei gleichzeitig höherer Vorlauftemperatur mit sich. Um vor allem Altbauten und

Großverbraucher über das Fernwärmenetz versorgen zu können, wird eine Vorlauftemperatur von ca. 80 °C und eine Rücklauftemperatur zwischen 40 °C und 45 °C angesetzt. Hausanschlüsse wurden leistungsbezogen im Parameterkatalog einkalkuliert. Der Netzanschluss erfolgt auf Basis eines Anschluss- und Versorgungsvertrages, der einen verbrauchsabhängigen Arbeitspreis sowie eine jährliche Grundgebühr vorsieht. Notwendige Umbauarbeiten im Gebäude im Zuge des Netzanschlusses werden durch einmalige Investitionssummen abgedeckt. Da die Betriebs- und Wartungskosten im Rahmen des MaxSolar-Konzeptes durch den Wärmenetzbetreiber übernommen werden, fallen für den Endkunden im Laufe der Zeit keine zusätzlichen Kosten an, wodurch von einer langen Lebensdauer ausgegangen werden kann. Im Vollkostenvergleich wurden alle spezifischen betriebs-, kapital- und verbrauchsgebundene Kosten zur Umsetzung eines Fernwärmeanschlusses berücksichtigt. Summierte Investitionskosten zur Errichtung eines entsprechenden Fernwärmenetzes werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht errechnet. Die tatsächliche Umsetzbarkeit eines Wärmenetzanschlusses, ist nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung im Rahmen einer individuellen Machbarkeitsstudie für jedes potenzielle Wärmenetzgebiet zu prüfen.

Die für die Wärmepumpe angesetzten Parameter basieren auf Kennzahlen aus dem KWW-Technikkatalog sowie auf praxisorientierten Erfahrungswerten. Im vergleichsweisen niedrigen, verbrauchsbezogenen Mischpreis wurde berücksichtigt, dass der Betrieb der Wärmepumpe sowohl mit als auch ohne Eigenstromerzeugung – beispielsweise durch eine Photovoltaikanlage auf dem Gebäudedach – erfolgen kann. Der Betrieb einer Wärmepumpe im Ein- und Mehrfamilienhausbereich, kann entweder mit oder ohne externe Wärmequelle erfolgen. Aufgrund der hohen Investitionskosten bei der Erschließung externer Wärmequellen, wird im privaten Wohnbau jedoch meist auf eine Luftwärmepumpe (also ohne externe Wärmequelle) gesetzt. Die Aufteilung zwischen den Technologien wird über den KWW-Technikkatalog abgebildet.

Für den Einsatz von Biomasse in einem Pelletkessel wurden ebenfalls Kennzahlen aus dem KWW-Technikkatalog mit praxisbasierten Erfahrungswerten kombiniert. Da im privaten Wohnbau - aufgrund der einfacheren Handhabung - meist auf Pellets gegenüber Hackschnitzel gesetzt werden, wurde im Parameterkatalog konkret eine Pelletanlage angesetzt. Zusätzlich zu den bereits aufgeführten Heiztechnologien, werden im Folgenden die Parameter für Biomethan- und Wasserstoffkessel vorgestellt.

Auszug aus der Parameterliste je Heiztechnologie im Bestandsszenario 2025 [netto]		
Gas BWK	Wirkungsgrad Brennwert H_s *Quelle: KWW, MaxSolar*	94 %
	Investitionskosten [netto] (inkl. einmalige Umbaumaßnahmen) *Quelle: KWW, MaxSolar*	9.500 €
	Lebensdauer *Quelle: KWW*	19 Jahre
	Verbrauchsbezogener Mischpreis *Quelle: MaxSolar, NBB*	10,1 Cent/ kWh_{Erdgas}
	Emissionsfaktor Erdgas *Quelle: INFRA*	201 g_{CO2}/kWh
Wasserstoff BWK	Wirkungsgrad Brennwert Hs *Quelle: KWW, MaxSolar*	94 %
	Investitionskosten [netto] (inkl. einmalige Umbaumaßnahmen) *Quelle: KWW, MaxSolar*	11.800 €
	Lebensdauer *Quelle: KWW*	19 Jahre
	Emissionsfaktor Wasserstoff (Verteilnetz) *Quelle: INFRA*	2024: 385 g_{CO2}/kWh 2040: 142 g_{CO2}/kWh
Biomethan BWK	Wirkungsgrad Brennwert Hs *Quelle: KWW, MaxSolar*	95 %
	Investitionskosten [netto] (inkl. einmalige Umbaumaßnahmen) *Quelle: KWW, MaxSolar*	9.500 €
	Lebensdauer *Quelle: KWW*	18 Jahre
	Emissionsfaktor Biomethan (Verteilnetz) *Quelle: INFRA*	19 g_{CO2}/kWh

Tabelle 20: Auszug der Parameterliste für Erdgas-, Wasserstoff- und Biomethan-Heizkessel [Q:3]

Für den Betrieb eines konventionellen Erdgas-Brennwertkessels wurden Kennzahlen aus dem KWW-Technikkatalog mit praxisbasierten Erfahrungswerten kombiniert. Die für Biomethan und Wasserstoff angesetzten Energiekosten wurden im entsprechenden Kapiteln bereits erläutert.

Für das beschriebene Beispielgebäude ergibt sich folgender Kostenüberblick.

	Bestandsszenario 2025			Zielszenario 2045	
	Verbrauchsbezogener Mischpreis	Spez. Vollkosten incl. CAPEX u. OPEX	Vollkosten 2025	Spez. Vollkosten incl. CAPEX u. OPEX	Vollkosten 2045
Erdgaskessel *Quellen: KWW, INFRA, MaxSolar*	6,0 Cent /kWh	13,9 Cent / kWh	4.502 €/a	25,8 Cent / kWh	8.375 €/a
Wasserstoff-Heizkessel *Quellen: KWW, INFRA, MaxSolar*	- Cent / kWh	35,8 Cent / kWh	11.638 €/a	28,3 Cent / kWh	9.203 €/a
Biomethan-Heizkessel ***- Mittlere Preisprognose -*** *Quellen: KWW, INFRA, Frontier Economics*	- Cent / kWh	22,2 Cent / kWh	7.216 €/a	26,3 Cent / kWh	8.545 €/a
Biomethan-Heizkessel ***- Günstige Preisprognose -*** *Quellen: KWW, INFRA, Frontier Economics*	- Cent / kWh	16,7 Cent / kWh	5.421 €/a	24,3 Cent / kWh	7.895 €/a
Biomasse-kessel *Quellen: KWW, INFRA, MaxSolar*	8,2 Cent / kWh	18,2 Cent / kWh	5.900 €/a	25,6 Cent /kWh	8.308 €/a
Wärme-pumpe *Quellen: KWW, INFRA, MaxSolar*	9,7 Cent / kWh	18,3 Cent / kWh	5.933 €/a	25,7 Cent /kWh	8.356 €/a
Wärmenetz-anschluss *Quellen: MaxSolar*	Ohne Grundgebühr: 9,0 Cent / kWh Mit Grundgebühr: 11,0 Cent / kWh	14,5 Cent / kWh	4.714 €/a	20,4 Cent / kWh	6.639 €/a

Tabelle 21: Vollkostenvergleich anhand des Beispielgebäudes [Q:3]

Da Wasserstoff vermutlich keine wirtschaftlich sinnvolle Alternative ist, wird für das Zielszenario der Kommunalen Wärmeplanung wurde die mittlere Preisprognose für Biomethan angesetzt. Wie sich die günstige Preisprognose auf das Zielszenario auswirkt, wird im Kapitel der Sensitivitätsanalyse betrachtet.

5.2 Einteilung in Eignungsgebiete

Der Vollkostenvergleich bildet die Grundlage für eine erste Bewertung der wirtschaftlich sinnvollsten Versorgungstechnologie. Für jedes Gebäude wird ermittelt, welche Technologie die geringsten Gesamtkosten verursacht. Die Ergebnisse werden anschließend auf Baublockebene aggregiert und in Eignungskategorien überführt.

Es werden vier Eignungsgebiete definiert:

- **Eignungsgebiet A** „Sehr wahrscheinlich geeignet“
- **Eignungsgebiet B** „Wahrscheinlich geeignet“
- **Eignungsgebiet C** „Wahrscheinlich ungeeignet“
- **Eignungsgebiet D** „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“

Die Bewertung erfolgt in 25 %-Schritten, basierend auf dem Anteil geeigneter Gebäude innerhalb eines Baublocks für eine bestimmte Versorgungstechnologie. Liegt der Anteil unter 25 %, wird das Gebiet als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft. Bei einem Anteil von 25 – 49 % gilt das Gebiet als *wahrscheinlich ungeeignet*. Erreicht der Anteil 50 – 75 %, wird das Gebiet als *wahrscheinlich geeignet* bewertet. Überschreitet die Eignung 75 %, wird das Gebiet dem *Eignungsgebiet A – sehr wahrscheinlich geeignet* zugeordnet.

Im Rahmen der Beurteilung der Eignung für Wärmenetze lassen sich unterschiedliche Versorgungsstrategien ableiten. Ist der Anteil geeigneter Gebäude mit unter 25 % sehr gering, scheidet der Aus- oder Neubau eines Wärmenetzes in der Regel aus; stattdessen wird eine dezentrale Versorgung – etwa durch Wärmepumpen oder Biomassekessel – angestrebt. In Gebieten mit einer *wahrscheinlich ungeeigneten* Bewertung (25 – 49 %) können sowohl zentrale als auch dezentrale Versorgungsvarianten in Erwägung gezogen werden, abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen und weiteren planerischen Aspekten.

Nachfolgende Grafik soll die Einteilung grafisch verdeutlichen.



Abbildung 42: Methodik zur Einteilung in Eignungsgebiete [Q:3]

Die Einteilung der Wärmenetzeignung erfolgt anhand von vier Eignungskategorien. Ergänzend fließt in die Bewertung der Wärmenetzeignung auch der Aufwand für den Netzausbau mit ein. Mithilfe sogenannter Netzcluster werden alle Straßenabschnitte automatisiert hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit analysiert – basierend auf den zu erwartenden Netzbaukosten und potenziellen Wärmeerlösen. Die Eignungskategorien A bis C werden ausschließlich jenen Netzclustern zugewiesen, die einen positiven Deckungsbeitrag aufweisen.

Liegt der Anteil geeigneter Gebäude bzw. des gedeckten Wärmebedarfs zweier Versorgungsoptionen in einem Baublock jeweils im Bereich zwischen 49 % und 51 %, wird das Gebiet als *Prüfgebiet* ausgewiesen. Dies wird in den Grafiken in grauer Farbe dargestellt. In solchen Fällen ist eine vertiefte Einzelfallanalyse erforderlich.

5.2.1 Eignungsbeurteilung Biomethan

Die zukünftige Verfügbarkeit von Biomethan ist derzeit noch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Dennoch wird die Versorgung über das Erdgasnetz – zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit – unter den oben genannten Rahmenbedingungen weiterhin in die Betrachtung einbezogen.

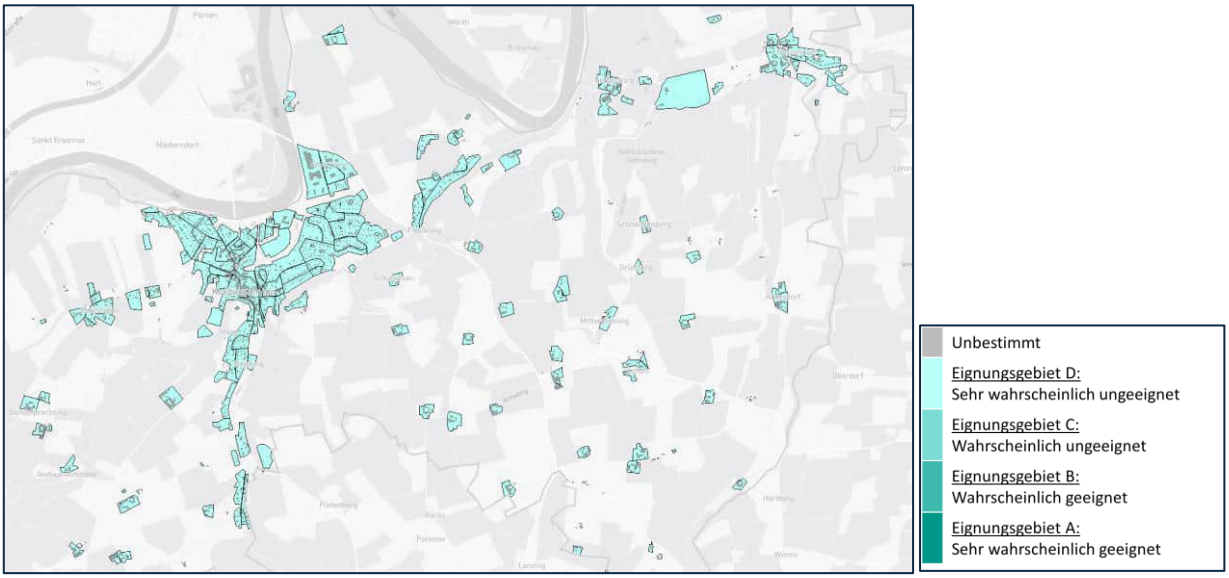


Abbildung 43: Eignungsbeurteilung Biomethan [Q:1]

Wie den kartographischen Auswertungen zu entnehmen ist, sind sämtliche Baublöcke als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* im Kontext einer Biomethanversorgung einzustufen.

5.2.2 Eignungsbeurteilung Wärmenetz

Bei der Eignungsbeurteilung für die Wärmenetzversorgung lässt sich ein Bezug zur Eignungsprüfung für die Fernwärmeversorgung aus der Bestandsanalyse herstellen. Die Gebiete mit hoher Eignungswahrscheinlichkeit aus der Vorprüfung stimmen größtenteils mit denen überein, die sich auch nach dem Vollkostenvergleich aus Eigentümerperspektive sowie der Deckungsbeitragsrechnung aus Sicht des potenziellen Wärmenetzbetreibers geeignet erweisen.

Die meisten Gebiete weisen eine sehr hohe Eignungswahrscheinlichkeit für die Versorgung mittels Wärmenetz auf.

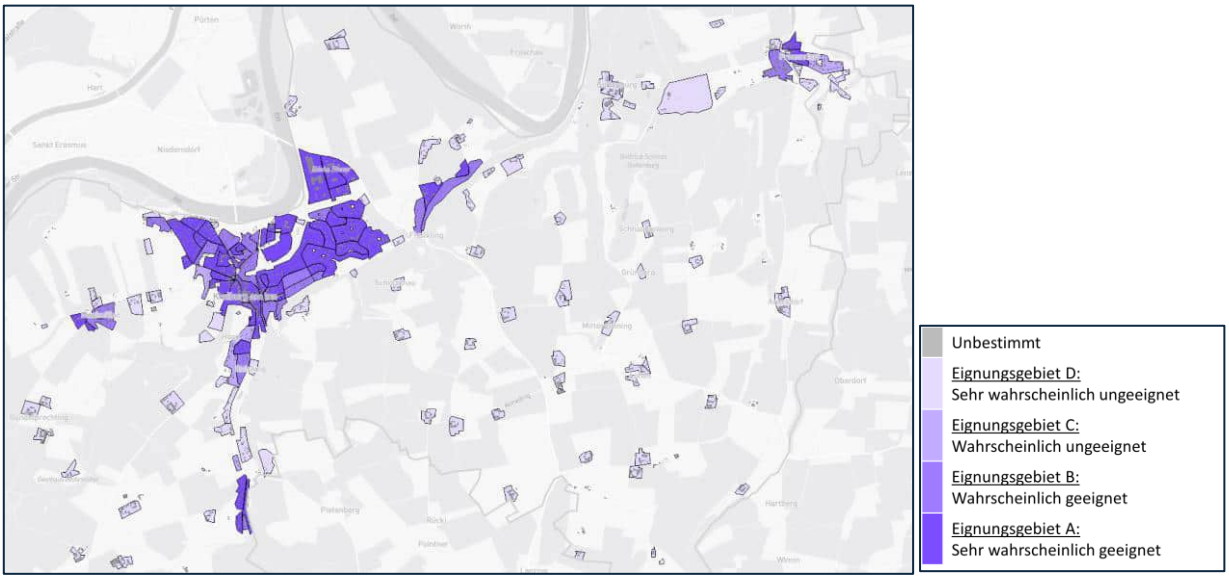


Abbildung 44: Eignungsbeurteilung Wärmenetz [Q:1]

5.2.3 Eignungsbeurteilung Dezentrale Versorgung

Wird ein Wärmenetz in einem Gebiet als ungeeignet eingestuft, besteht die Möglichkeit einer dezentralen Wärmeversorgung. Dies ist oft bei etwas abgelegeneren Gebieten der Fall. In den Grafiken der einzelnen Betrachtungsgebiete lässt sich dies anhand der dunkelroten Einfärbung erkennen.



Abbildung 45: Eignungsbewertung Dezentrale Versorgung [Q:1]

5.3 Maßgebliches Szenario

Das maßgebliche Szenario leitet sich aus den vorangegangenen Analysen sowie den spezifischen örtlichen Rahmenbedingungen ab. Die perspektivisch optimalen Wärmeversorgungstechnologien werden in den folgenden Auswertungen baublockweise aggregiert dargestellt.

Welche zukünftige Versorgung gewählt wird, hängt von den vorab im Vollkostenvergleich definierten Parametern ab. Grundsätzlich wird ein Gebäude als geeignet für eine Versorgungsvariante eingestuft, wenn die entsprechende Technologie im gebäudescharfen Vollkostenvergleich für das Zieljahr die geringsten Kosten aufweist. Zusätzlich wird die Umsetzungswahrscheinlichkeit beim Wärmenetz auf Basis einer Deckungsbeitragsrechnung berücksichtigt. Es wird zwischen Wärmenetzgebieten, dezentraler Versorgung sowie der Versorgung mittels synthetischer Brennstoffe oder Biomethan unterschieden.

Die zeitliche Zielgebietszuteilung erfolgt in Fünfjahresschritten und wird durch eine differenzierte Farbgebung der Baublöcke abgebildet. Maßgeblich ist dabei das Jahr, in dem der Anteil des deckbaren Wärmebedarfs im jeweiligen Baublock erstmals den festgelegten Schwellenwert von 49 % überschreitet. Die zeitliche Zuordnung zum jeweiligen Stützjahr zeigt unabhängig davon ob z.B. ein Fernwärmenetz vorhanden ist, ab wann die Mehrheit, der im Baublock enthaltenen Gebäude auf Basis des gebäudescharfen Vollkostenvergleichs für die jeweilige Zieltechnologie rechnerisch geeignet sind. Grundsätzlich sollte auf gebäudescharfer Ebene die Umstellung auf die jeweilige Zieltechnologie immer zum nächstmöglichen Zeitpunkt erfolgen.

Beim Vergleich zwischen unterschiedlichen Kommunalen Wärmeplanungen, wird die Bedeutung der Methodik zur Ermittlung des Zielszenarios herausgestellt. Je nach Software-Tool und Dienstleister wird die Zieltechnologie leider nicht immer auf Basis einer fundierten Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Vollkostenvergleich und Deckungsbeitragsrechnung erarbeitet. Oftmals basiert die Methodik lediglich auf einer Analyse der Wärmeliniendichte, wodurch die zukünftigen Heizungstechnologien im Ausschlussverfahren ermittelt werden. Auch die Anwendung unterschiedlicher Fernwärmekonzepte oder Kostensätze schränkt die Vergleichbarkeit zwischen den Wärmeplänen ein.

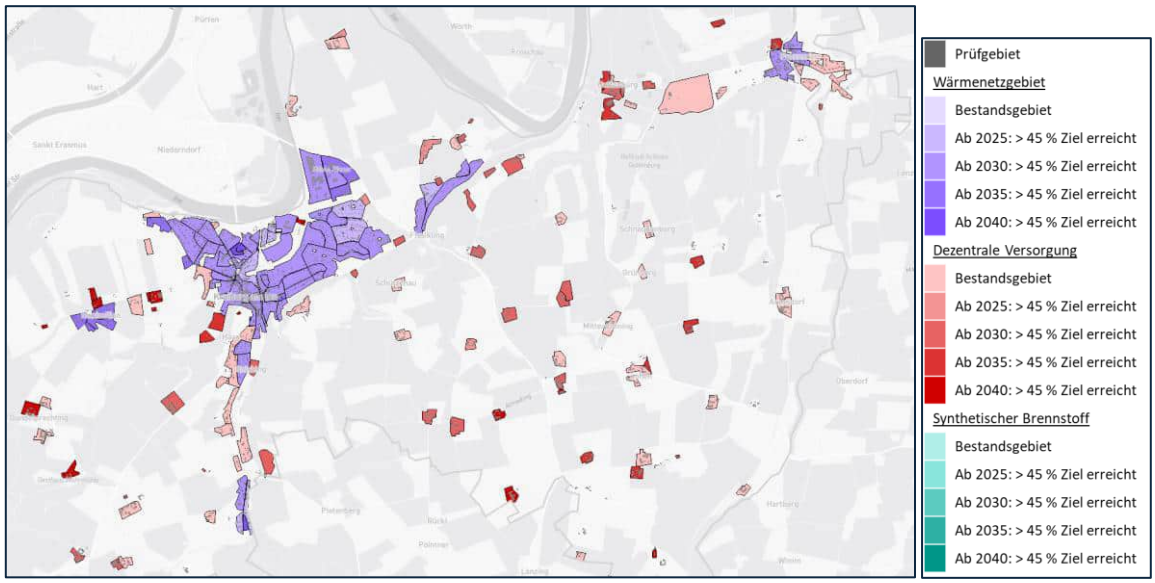


Abbildung 46: Maßgebliches Zielszenario [Q:1]

Wie in der Abbildung erkennbar ist, wird das Zieljahr 2040 vollständig durch eine Kombination aus dezentraler Versorgungstechnologien und einer Wärmenetzversorgung dargestellt. Alle Gebiete außerhalb der Darstellung, können als dezentrale Versorgungsgebiete angenommen werden.

5.3.1 Sensitivitätsanalyse zum Einfluss des Fernwärme-Mischpreises

Im Rahmen der bisherigen Analyse wurde für die Entwicklung der maßgeblichen Zielszenarien die mittlere Preisprognose für den Energieträger Biomethan auf Basis einer Studie zugrunde gelegt. Ziel dieses Abschnittes ist es, im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zu untersuchen, wie sich Änderungen des Biomethanpreises auf die Ergebnisse der Zielszenarien auswirken.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Auswirkungen der reduzierten Biomethan-Preisprognose.

	Sensitivitätsanalyse		
	Geringe Preisprognose	Mittlere Preisprognose	Hohe Preisprognose
2025	75 €/MWh	168 €/MWh	122 €/MWh
2035	58 €/MWh	88 €/MWh	73 €/MWh
2045	50 €/MWh	86 €/MWh	68 €/MWh

Tabelle 22: Tabellarische Übersicht zur Sensitivität des Fernwärme-Mischpreises [Q:1]

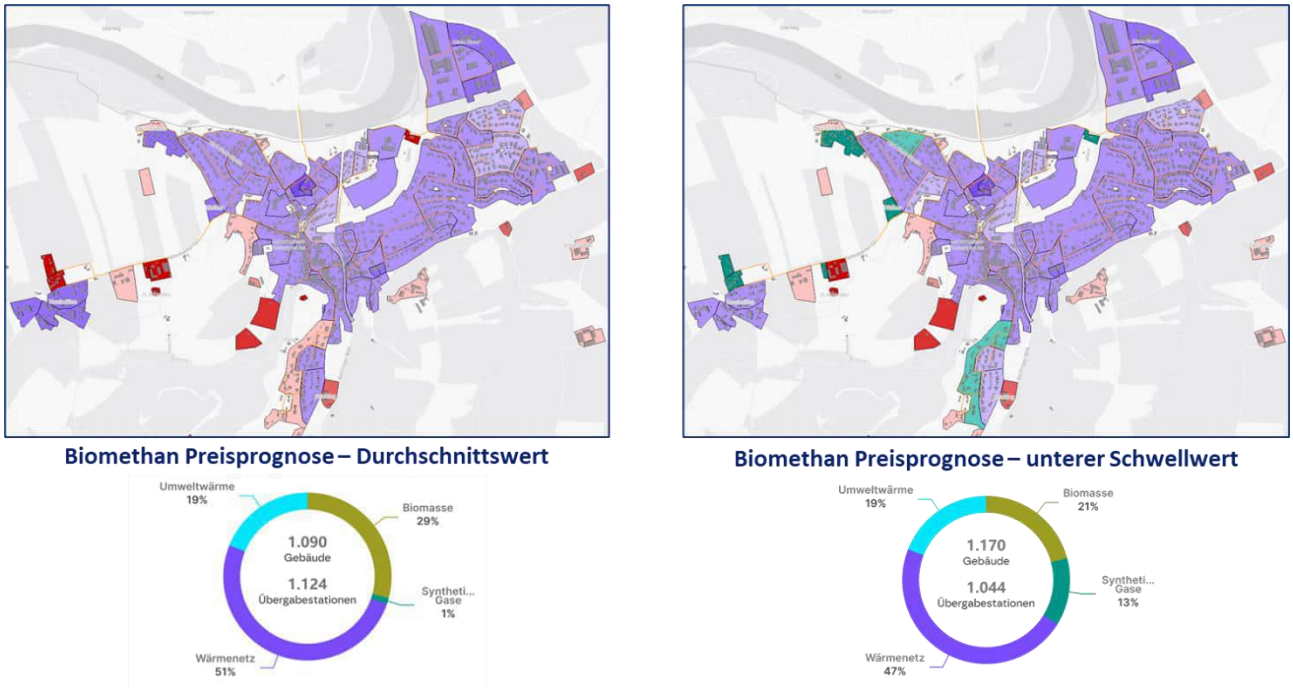


Abbildung 47: Maßgebliches Zielszenario im Rahmen der Sensitivitätsanalyse [Q:1]

Im Vergleich der beiden Zielszenarien zeigt sich, dass die leitungsgebundene Versorgung durch Biomethan auf ca. 13 % der Gebäude ansteigt, dadurch aber weniger Gebiete durch dezentrale Heiztechnologien versorgt werden. Der Ausbau eines Wärmenetzes wird nur geringfügig beeinflusst.

Die Ergebnisse zeigen, dass die zugrunde gelegte Preisprognose einen wesentlichen Einfluss auf die Ausprägung des Zielszenarios hat. Diese Aussage trifft natürlich nicht nur auf Biomethan zu, sondern kann auf alle Kostenansätze der Kommunalen Wärmeplanung projiziert werden.

5.3.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung bis 2040 ist das Zieljahr der Kommunalen Wärmeplanung. Hierzu wurden in der Bestandsanalyse die aktuellen Emissionen eruiert und sollen hier, durch Umstrukturierung auf das maßgebliche Szenario, den Pfad für die zukünftig klimaneutrale Versorgung darstellen.

Im maßgeblichen Zielszenario wird der Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung im Zieljahr durch Wärmenetze, Biomethan, Umweltwärme und Biomasse gedeckt. Die Umweltwärme resultiert aus dem Anteil der Wärmepumpen im Zielszenario. Den größten Anteil dabei haben die privaten Haushalte, gefolgt von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die Öffentlichen Einrichtungen könnten fast ausschließlich über Wärmenetze versorgt werden.

Die nachfolgende Grafik zeigt den Endenergieverbrauch in beiden Szenarien, aufgeschlüsselt nach Sektoren und Technologien.

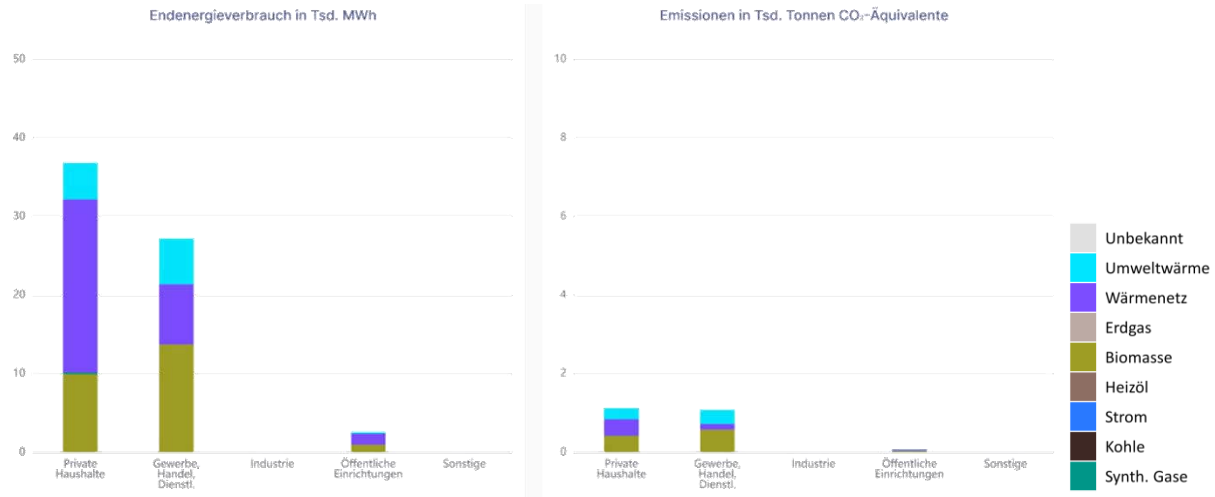


Abbildung 48: Endenergieverbrauch [GWh/a] und Emissionen [Tsd. t_{CO2}] nach Technologien und Sektoren [Q:1]

Die verbleibenden Treibhausgasemissionen im Zieljahr fallen gering aus und resultieren aus den Restemissionen der als erneuerbar bewerteten Energiequellen.

Im Zielszenario erhalten 1.120 Gebäude über Übergabestationen im Haus den Anschluss an ein Wärmenetz, während die übrigen 1.090 Gebäude dezentral durch Biomethan, Umweltwärme und Biomasse versorgt werden.

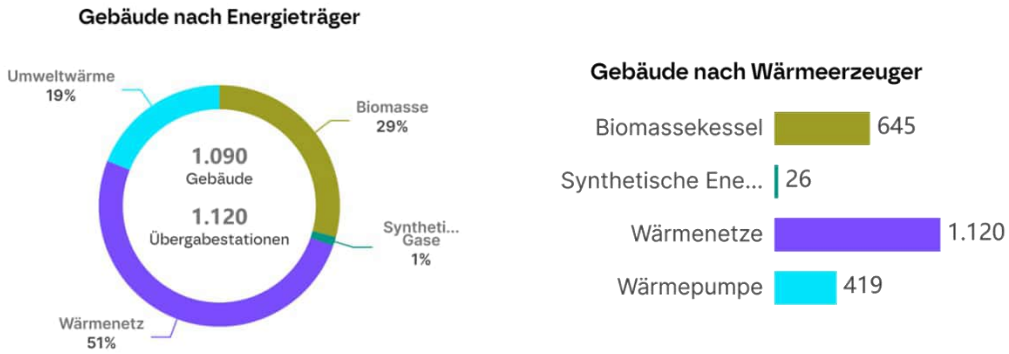


Abbildung 49: Gebäude nach Energieträger und Wärmeerzeuger im Zieljahr 2040[Q:1]

Im Zielszenario wird die benötigte Endenergie von ca. 66 GWh hauptsächlich durch die Versorgung über Wärmenetze bereitgestellt, was einem Anteil von 46 % entspricht. 16 % der Endenergie entfallen auf den Betrieb von Wärmepumpen,

während Biomasse einen Anteil von etwa 38 % am Endenergiebedarf im Zieljahr deckt. Der Anteil der Endenergie der durch Biomethan gedeckt wird, beläuft sich lediglich auf etwa 0,3 %.

Biogasanlagen mit gekoppelter Wärmeversorgung werden über die Kategorie „Wärmenetze“ abgebildet. Als „Biomassekessel“ werden holzbasierte Zentralheizungen (Pellet- bzw. Hackschnitzelkessel) gewertet.

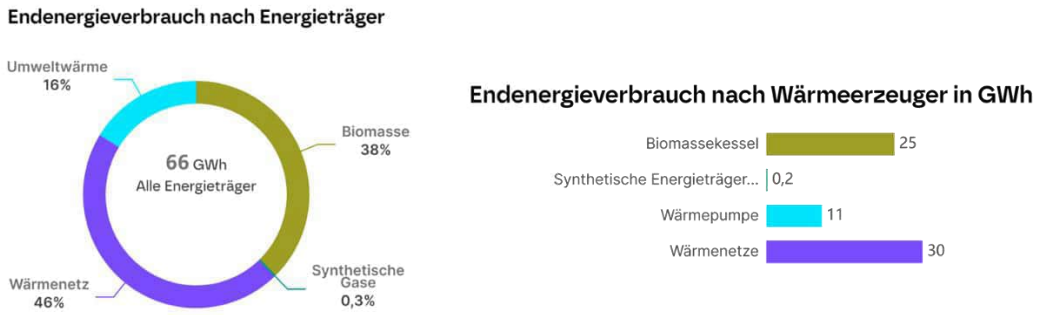


Abbildung 50: Endenergieverbrauch in den untersuchten Szenarien [Q:1]

Die Entwicklung der Wärmeversorgung der Gebäude nach Heiztechnologie vom IST-Zustand bis zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2040 lässt sich in beiden Szenarien wie folgt darstellen. Dabei wird ein sukzessiver Umstieg von überwiegend fossilen auf erneuerbare Wärmequellen deutlich.

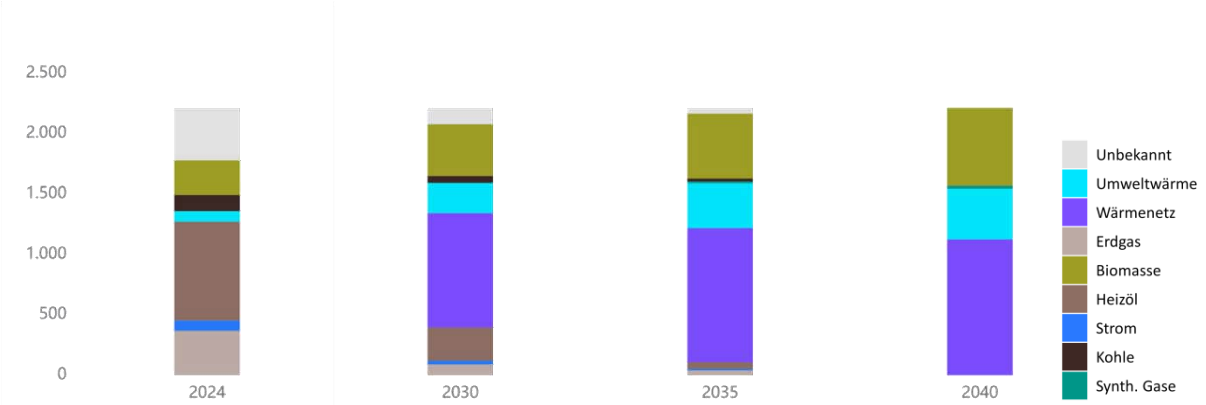


Abbildung 51: Anzahl der Gebäude nach Heiztechnologie [Anzahl] [Q:1]

	Stützjahr	2024	2030	2035	2040
Gebäude [Anzahl]	Wärmenetz	364	87	1.106	1.120
	Wärmepumpen	88	247	371	419
	Biomasse	287	428	537	645
	Erdgas	364	87	40	0
	Kohle	133	56	24	0
	Heizöl	819	275	54	0
	Strom Direktheizung	86	30	14	0
	Synth. Gase	0	5	16	26
	Unbekannte	433	136	48	0

Tabelle 23: Anzahl der Gebäude nach Heiztechnologie [Anzahl] [Q:1]

Durch Energieeffizienzmaßnahmen reduziert sich in Zukunft der Endenergiebedarf. Für die Jahre 2030, 2035 und 2040 sieht die Verteilung der Endenergie nach Technologie demnach folgendermaßen aus.

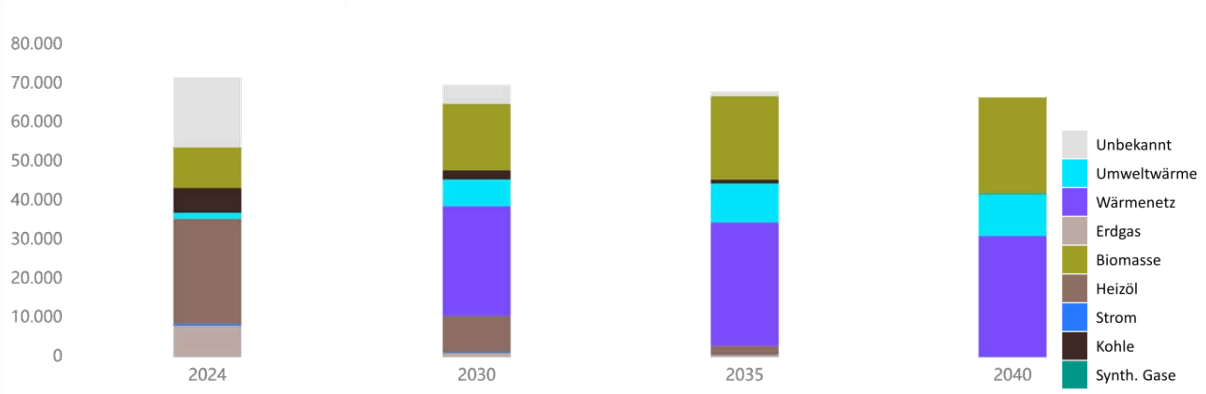


Abbildung 52: Endenergiebedarfsentwicklung nach Heiztechnologie [MWh] [Q:1]

	Stützjahr	2024	2030	2035	2040
Endenergiebedarf [MWh]	Wärmenetz	0	27.121	30.579	30.023
	Wärmepumpen	1.561	6.796	9.907	10.653
	Biomasse	10.382	17.014	21.407	24.618
	Erdgas	8.196	1.056	514	0
	Kohle	6.333	2.356	910	0
	Heizöl	26.979	9.273	2.297	0
	Strom Direktheizung	491	184	78	0
	Synth. Gase	0	58	148	214
	Unbekannt	16.921	4.905	1.162	0
	Summe	70.864	68.762	67.003	65.507

Tabelle 24: Endenergiebedarfsentwicklung nach Heiztechnologie [MWh] [Q:1]

Der Pfad zur Treibhausgasneutralität ist einer der wichtigsten Teile der Wärmeplanung. Die Emissionen belaufen sich im Zieljahr nur noch auf einen sehr geringen, nicht zu vermeidenden Teil. Als Meilensteine gelten die Jahre 2030 und 2035.

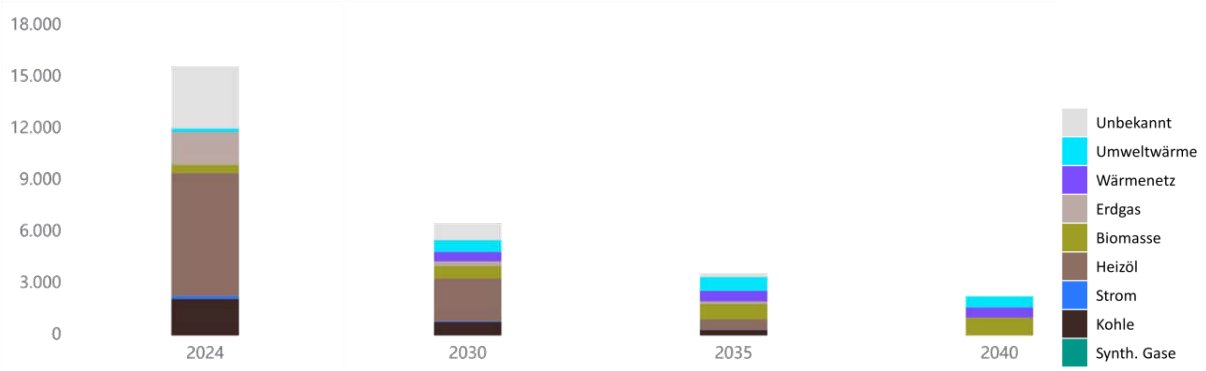


Abbildung 53: Emissionsentwicklung nach Heiztechnologie [t_{CO2}] [Q:1]

	Stützjahr	2024	2030	2035	2040
Emissionen [t_{CO2}]	Wärmenetz	0	534	592	571
	Umweltwärme	193	680	800	650
	Biomasse	458	737	914	1.034
	Erdgas	1.956	251	122	0
	Kohle	2.122	789	305	0
	Heizöl	7.176	2.467	611	0
	Strom Direktheizung	167	50	17	0
	Synth. Gase	0	2	4	6
	Unbekannt	3.401	986	234	0
	Summe	**15.473**	**6.496**	**3.598**	**2.261**

Tabelle 25: Emissionsentwicklung nach Heiztechnologie [t_{CO2}] [Q:1]

Zusätzlich können für das Gemeindegebiet relevante Energiekennzahlen sowohl für das Bestands- als auch für das Zielszenario berechnet werden. Wenig überraschend unterscheiden sich diese Kennzahlen zwischen den beiden Szenarien nicht.

	Bestandsszenario 2024	Zielszenario 2040
Wärmebedarf pro Nutzfläche	97 kWh/m^2	89 kWh/m^2
Wärmebedarf pro Wohnfläche	234 kWh/m^2	215 kWh/m^2
Wärmebedarf pro Einwohner	17,7 MWh/EW	16,3 MWh/EW
Wärmeverbrauchsdichte	26 MWh/ha	24 MWh/ha
Wärmeliniendichte	933 kWh/m	857 kWh/m

Tabelle 26: Relevante Energiekennzahlen im Bestands- und Zielszenario [Q:1]

5.3.3 Emissionseinsparung

Die Emissionseinsparung ergibt sich aus der Differenz zwischen Emissionsmenge der Bestandsanalyse und der Emissionsmenge des maßgeblichen Zielszenarios. Wenn im Bestandsszenario bereits eine relativ gute Ausgangslage in Form einer klimaneutralen Wärmeversorgung gegeben ist, sind die Einsparungen in Relation geringer. Selbstverständlich wird eine maximale Einsparung bei fossilen Heiztechnologien forciert.

Angezeigt wird die Einsparung, wie bereits in der Bestandsanalyse, in Form des BKG-Rasters (100 m x 100 m).

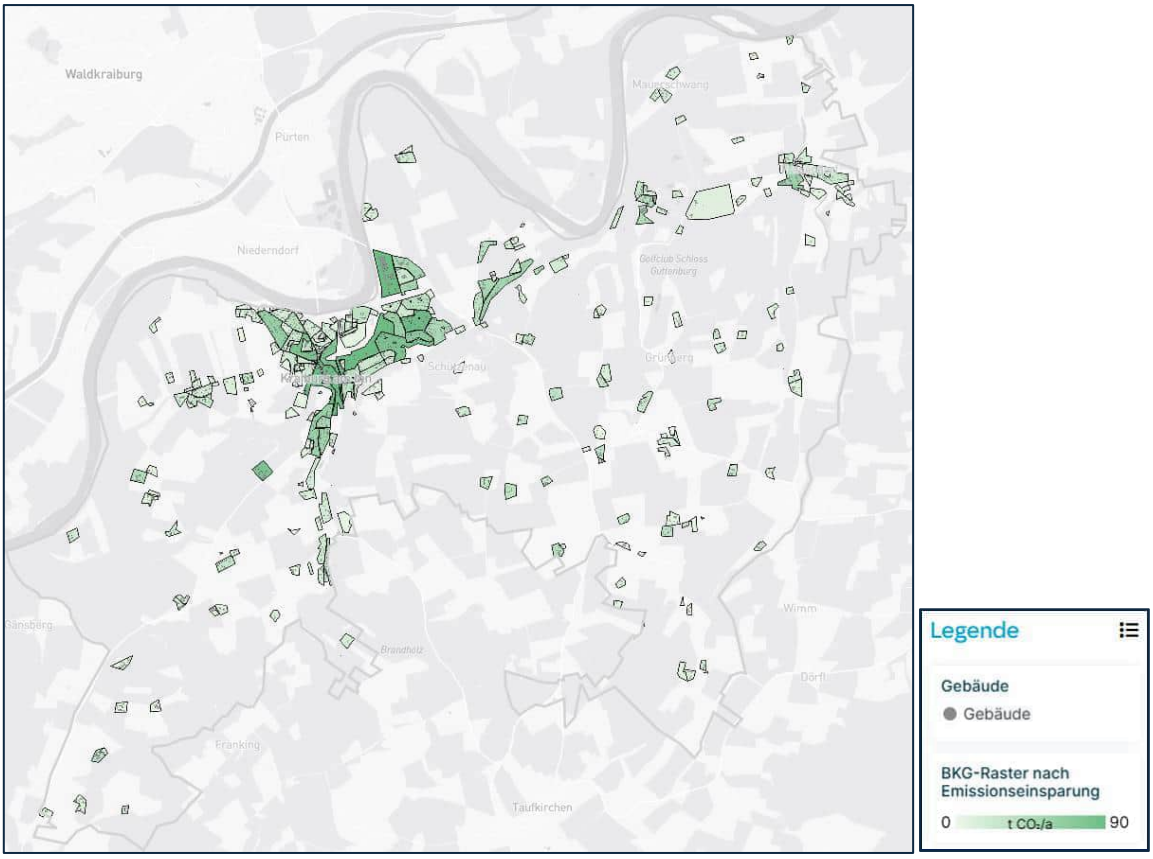


Abbildung 54: Emissionseinsparung im Zielszenario [Q:1]

5.4 Kurzprüfung der Fernwärme Potenzialgebiete

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung werden die ermittelten Fernwärmepotenzialgebiete in einer ersten Untersuchung technisch individuell bewertet. Dabei wurde mithilfe der Software ein automatisierter Wärmenetzplan inklusive einer Netzdimensionierung für die ermittelten Potenzialgebiete erstellt. Die für die Kurzprüfung zugrunde gelegten Parameter basieren auf Berechnungswerten, die bei MaxSolar zur Ersteinschätzung der Umsetzbarkeit eingesetzt werden. Die Kurzprüfung ersetzt keine Machbarkeitsstudie, mit der die konkrete Wärmenetzentwicklung beginnt.

Im Rahmen der Kurzprüfung wird das Fernwärmenetz so ausgelegt, dass alle Liegenschaften im ausgewählten Gebiet vollständig versorgt werden können. Dabei wird ein minimal notwendiger Wärmeabsatz (bzw. eine minimal notwendige Anschlussquote für den Endausbau) ermittelt, der für einen wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes notwendig ist. Anhand dieser Kennzahl kann das Potenzialgebiet eingeschätzt werden. Je geringer der minimal notwendige Wärmeabsatz, desto einfacher kann ein Wärmenetz umgesetzt werden. Im Erstausbau liegt die erforderliche Anschlussquote meist zwischen 30 und 50 %. Im End- beziehungsweise Vollausbau erreichen Wärmenetze in der Praxis Anschlussquoten von 70 bis 90 %. Diese hohen Werte sind jedoch nur durch langjährige Nachverdichtungsmaßnahmen im Bestand realisierbar.

5.4.1 Potenzialgebiet Kraiburg – Zielnetzgebiet



Abbildung 55: Fernwärmepotenzialgebiet Kraiburg – Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3]

Kraiburg – Zielnetzgebiet	
Gebiet:	Kernort Kraiburg am Inn
Trassenlänge Verteilnetz:	12,6 km
Investitionskosten Verteilnetz:	14,3 Mio. €
Minimal notwendige Ausbaustufe	
Wärmelast nach Gleichzeitigkeitsfaktor:	3,35 MW
Minimaler Wärmebedarf:	13.800 MWh/a *(ca. 40 % der Gebäude)*
Maximale Ausbaustufe	
Wärmelast nach Gleichzeitigkeitsfaktor:	*7,12 MW*
Maximaler Wärmebedarf:	29.200 MWh/a *(100 % der Gebäude)*

Tabelle 27: Kurzprüfung des Fernwärmepotenzialgebiets Kraiburg – Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3]

5.4.1.1 Ausbaustufe 1: Erste Ausbaustufe zum Zielnetzgebiet – Ortskern Kraiburg

Um konkret eine erste Maßnahme kurzfristig in die Wege leiten zu können, wurde in Abstimmung mit der Gemeinde Kraiburg eine erste Ausbaustufe zum identifizierten Potenzialgebiet im Zentrum erarbeitet. Dabei soll zunächst ein Quartierskonzept für die Versorgung der kommunalen Liegenschaften ausgearbeitet werden. Die Wärme könnte zentral erzeugt und über ein Rohrleitungsnetz an die angeschlossenen Gebäude verteilt werden. Das Quartier soll im Einklang mit den entwickelten Zielszenarien stehen und zukünftig in ein öffentlich verfügbares Wärmenetz integrierbar sein.

Öffentliche Liegenschaften und Großverbraucher sollen priorisiert angeschlossen werden. In Abstimmung mit dem Pfarrverband Kraiburg-Flossing wäre eine Integration der nahegelegenen Marktkirche und des Bischof-Bernhard-Hauses denkbar.

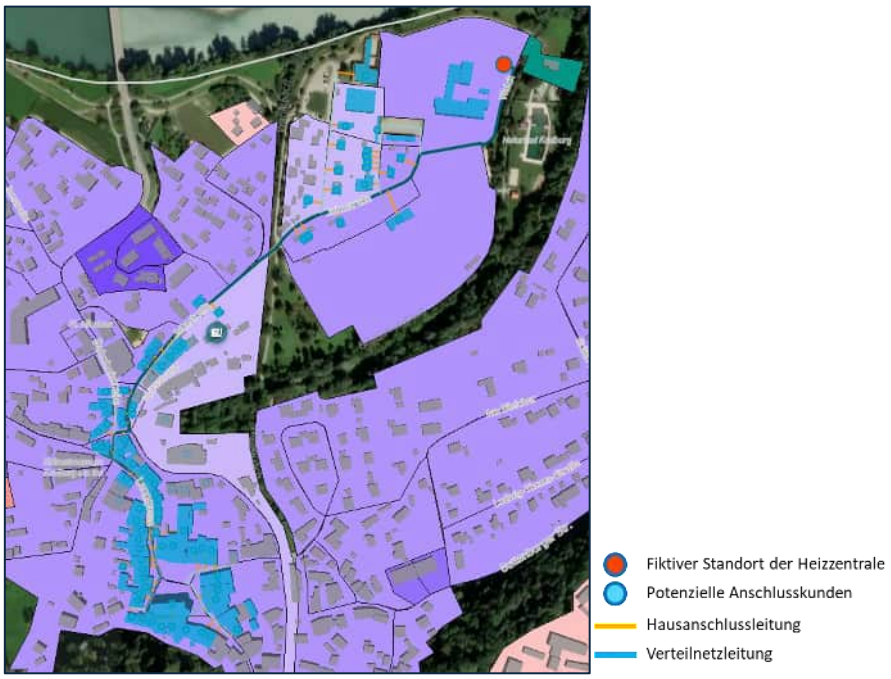


Abbildung 56: „Ausbaustufe 1" als erste Ausbaustufe zum Zielnetzgebiet

Kraiburg – 1. Ausbaustufe	
Gebiet:	Kernort Kraiburg am Inn
Trassenlänge Verteilnetz:	1,5 km
Investitionskosten Verteilnetz:	1,8 Mio. €
Minimal notwendige Ausbaustufe	
Wärmelast nach Gleichzeitigkeitsfaktor:	0,45 MW
Minimaler Wärmebedarf:	1.700 MWh/a *(ca. 40 % der Gebäude)*
Maximale Ausbaustufe	
Wärmelast nach Gleichzeitigkeitsfaktor:	*7,12 MW*
Maximaler Wärmebedarf:	29.200 MWh/a *(100 % der Gebäude)*

Tabelle 28: Kurzprüfung der ersten Ausbaustufe zum Zielnetzgebiet [Q:1][Q:3]

6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Die Umsetzungsstrategie bildet gemeinsam mit dem Maßnahmenkatalog ein zentrales Element der Kommunalen Wärmeplanung. Sie legt dar, wie die Kommune die Wärmeversorgung schrittweise transformieren kann – von einer derzeit überwiegend fossilen hin zu einer klimaneutralen, resilienten und langfristig tragfähigen Wärmeversorgungsstruktur. Ziel ist die vollständige Umstellung der Wärmebereitstellung auf erneuerbare Energien und unvermeidbarer Abwärme – unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und sozialer Verträglichkeit.

Auf Grundlage der vorangegangenen Bestands- und Potenzialanalysen beschreibt die Umsetzungsstrategie einen klaren Transformationspfad hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Sie übersetzt die übergeordneten Zielsetzungen in konkrete, aufeinander abgestimmte Handlungsschritte, die technische, organisatorische, rechtliche und finanzielle Aspekte gleichermaßen einbeziehen. Dabei werden die lokalen Rahmenbedingungen, bestehende Infrastrukturen sowie mögliche Hemmnisse berücksichtigt und geeignete Lösungsansätze aufgezeigt, um eine realistische und umsetzbare Entwicklungsperspektive zu schaffen.

Das erarbeitete Zielszenario wird in einem nachvollziehbaren und transparenten Prozess in konkrete Handlungsempfehlungen und priorisierte Maßnahmen überführt. Der Maßnahmenkatalog dient dabei als praxisorientiertes Steuerungsinstrument, das sowohl strategische als auch operative Maßnahmen umfasst – etwa den Ausbau und die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze, die Integration erneuerbarer Wärmequellen, die Nutzung von Abwärme, die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand sowie begleitende Informations- und Beratungsangebote.

Zur besseren Einordnung werden die Maßnahmen hinsichtlich ihrer Priorität, ihres zeitlichen Umsetzungshorizonts und ihres groben Kostenrahmens bewertet. Dadurch entsteht ein strukturiertes und handlungsorientiertes Instrument, das es der Kommune ermöglicht, die Wärmewende zielgerichtet, koordiniert und effizient umzusetzen. Die Umsetzungsstrategie bildet somit die verbindende Brücke zwischen planerischer Zieldefinition und konkreter Umsetzung auf dem Weg zu einer klimaneutralen kommunalen Wärmeversorgung.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht den möglichen Zeitplan zur Erreichung der Klimaneutralität im Zieljahr 2040. Grundsätzlich müssen die Maßnahmen so abgestimmt werden, dass sie auf die Umsetzung des maßgeblichen Zielszenarios ausgerichtet sind.

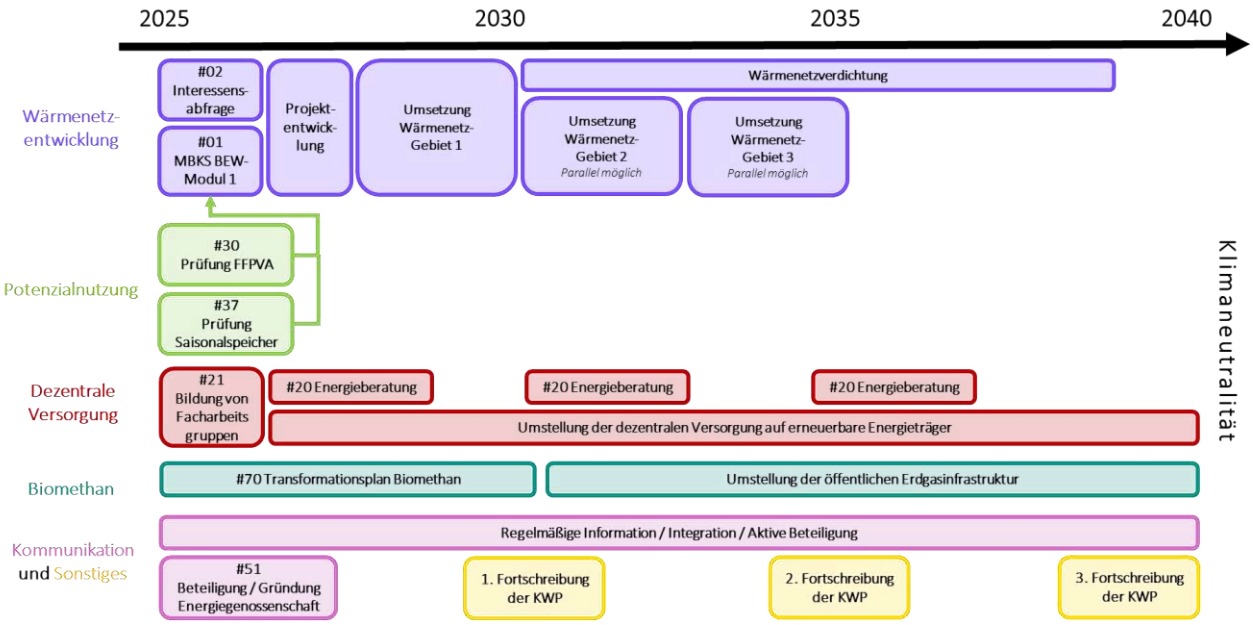


Abbildung 57: Umsetzungsstrategie zur Klimaneutralität [Q:3]

6.1 Maßnahmen Wärmenetz

6.1.1 Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1

Nr.	#01	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 zur Errichtung eines Wärmenetzes.		
Maßnahmentyp:		Strategisch	Priorität:	Hoch
Bereich:		Wärmenetz	Dauer:	6 – 12 Monate
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune, Potenzielle Betreibergesellschaften		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger, Großverbraucher, Potenzielle Betreibergesellschaften		
Kostenrahmen: *brutto*		Individuell	Finanzierung/Kostenträger:	Kommune, BAFA-Förderprogramm

Beschreibung:

Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 zur Errichtung eines Wärmenetzes.

Ziel dieser Studie ist es, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit genauer zu prüfen.

Dabei werden maximal die Leistungsphasen 1 bis 4 nach HOAI berücksichtigt. Die Kosten für eine Machbarkeitsstudie werden anteilig über die Gesamtsumme der anrechenbaren Kosten ermittelt.

- **§ 35 Abs. 1 – Gebäude / Innenräume**
- **§ 44 Abs. 1 – Ingenieurbauwerke**
- **§ 56 Abs. 1 – Technische Ausrüstung**

Als Basis für den Kostenrahmen wurde der Basishonorarsatz mit Honorarzone II gewählt.

Im Zuge einer Machbarkeitsstudie, können mögliche Kooperationen mit Großverbrauchern, Wärmelieferanten oder anderen wesentlichen Akteuren, sowie verschiedene technische Varianten erarbeitet und geprüft werden.

Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 ist eine Fördervoraussetzung für eine Investitionskostenförderung zur Umsetzung des Wärmenetzes nach BEW-Modul 2.

Ablauf:

- Beschluss zur Durchführung der Machbarkeitsstudie
- Ausschreibung bzw. Vergleichsangebotseinholung von Dienstleistern
- Antragstellung zur Förderung nach BEW-Modul 1 & Vergabe und Beauftragung eines Dienstleisters (vorbehaltlich Förderzusage)
- Durchführung der Machbarkeitsstudie

6.1.2 Interessensabfrage Fernwärmeanschluss

Nr.	#02	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Durchführung einer Interessensabfrage für einen Fernwärmeanschluss in einem ausgewählten Versorgungsgebiet.		
Maßnahmentyp:		Strategisch	**Priorität:**	Hoch
Bereich:		Wärmenetz	**Dauer:**	1 – 3 Monate
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune, Potenzielle Betreibergesellschaften		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger, Großverbraucher, Potenzielle Betreibergesellschaften		
Kostenrahmen: *brutto*		2.000 €- 10.000 €	**Finanzierung/Kostenträger:**	Kommune, BAFA-Förderprogramm

Beschreibung:

Durchführung einer Interessensabfrage für einen Fernwärmeanschluss in einem ausgewählten Versorgungsgebiet. Mit dieser Interessensabfrage soll geprüft werden, wie viele Haushalte, Betriebe und Einrichtungen grundsätzlich an einem Anschluss an das zukünftige Fernwärmenetz interessiert sind.

Die Interessensabfrage kann sowohl per Post als auch vollständig digital durchgeführt werden. Eine digitale Durchführung vereinfacht die Auswertung der Rückmeldungen, während eine postalische Abfrage die Bürgerinnen und Bürger persönlich anspricht.

Die Interessensabfrage kann von der Gemeinde eigenständig, als auch durch einen beauftragten Dienstleister durchgeführt werden.

Eine Interessensbekundung kann ggf. auch mit der Maßnahme #01 – Machbarkeitsstudie kombiniert werden.

Ablauf:

- Beschluss zur Durchführung der Interessensabfrage
- Evtl. Beauftragung eines Dienstleisters
- Durchführung der Interessensbekundung
- Auswertung der Rückmeldungen

6.2 Maßnahmen dezentrale Versorgung

6.2.1 Informationsveranstaltung zur Energieberatung

Nr.	#20	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Durchführung einer Informationsveranstaltung zur Energieberatung von Hauseigentümern zur dezentralen Versorgung		
Maßnahmentyp:		Informativ	Priorität:	Gering
Bereich:		Dezentrale Versorgung	Dauer:	1 – 7 Tage
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune, Energieberater		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger		
Kostenrahmen:		< 5.000 €	Finanzierung/Kostenträger:	Kommune, Landespezifische/Regionale Förderprogramme, Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)

Beschreibung:
Maßnahmen von Kommunen und Energieberatern zur Unterstützung von Bürger mit dezentraler Wärmeversorgung- Beratung, Koordination, Förderung, Umsetzung, etc….

Maßnahmen:

Kommune

1. Kommunale Wärmeplanung
   - Erhebung des Wärmebedarfs und-potenzials auf Gebäude- und Quartiersebene.
   - Zielgebiete festlegen für dezentrale Wärmeversorgung (z. B. Wärmepumpengebiete, Biomasseversorgung, Solarthermiequartiere).
   - Prioritäten setzen für Sanierung und Infrastrukturentwicklung.
2. Bereitstellung von Informationen & Beratung
   - Aufbau einer kommunalen Beratungsstelle oder Kooperation mit der Verbraucherzentrale/Energieagentur.
   - Organisation von Infoveranstaltungen, Webinaren und Bürgerforen zu Wärmetechnologien und Förderprogrammen.
   - Erstellung von Energie-Guides oder Info-Broschüren.
3. Förderung & Anreize
   - Kommunale Zuschüsse oder Boni ergänzend zu Bundesförderung (z. B. „Wärmepumpenbonus“, „Sanierungsprämie“).
   - Förderung von Machbarkeitsstudien oder ersten Energieberatungen.
   - Bereitstellung von kommunalen Grundstücken/Pilotflächen zur gemeinschaftlichen Wärmeerzeugung.
4. Unterstützung von Gemeinschaftslösungen
   - Unterstützung beim Aufbau von Bürgerenergiegenossenschaften.
   - Koordination bei der Quartiersentwicklung (z. B. für Nahwärmenetze oder zentrale Speicherlösungen).
   - Moderation von Nachbarschaftsinitiativen (z. B. Solargruppen, Pelletgemeinschaften, usw.).

Energieberater

1. Gebäudespezifische Energieberatung

- Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne (iSFP).
- Bewertung der Wärmeversorgungstechnologien für das jeweilige Gebäude (z. B. Wärmepumpe, Pelletheizung, Solarthermie).
- Wirtschaftlichkeitsanalysen, auch unter Einbezug von Fördermitteln.

2. Fördermittelberatung
   - Unterstützung bei Antragstellung für BEG-Förderung, KfW, BAFA etc.
   - Optimierung der Kombination mehrerer Förderprogramme.
3. Technologieneutrale Beratung
   - Unabhängige Beratung ohne Herstellerinteresse.
   - Aufzeigen von Systemkombinationen (z. B. Wärmepumpe + PV + Speicher).
   - Abwägung von Zukunftssicherheit & Klimazielen.
4. Begleitung von Umsetzung & Qualitätssicherung
   - Unterstützung bei Ausschreibung & Handwerkerwahl.
- Baubegleitung bei Installation.
- Kontrolle von Energieeinsparzielen & Nachjustierung.

<u>Zusammenarbeit Kommune und Energieberater</u>

Kommune:

- Identifiziert Zielgebiete
- Organisiert Infoveranstaltungen
- Koordiniert Förderprogramme
- Initiiert Projekte (z. B. Wärmenetz)
- Vermittelt Kontakte zu Handwerkern

Energieberater:

- Erstberatung der Bürger vor Ort
- Hält Fachvorträge & bietet Einzelfallberatung
- Unterstützt bei konkreter Antragstellung
- Berät zur Einbindung ins System
- Prüft Angebote & Umsetzung

Konkrete Maßnahmen:

- Wärmepumpen-Offensive- Kommune informiert & bezuschusst Erstberatung
- "Energielotse vor Ort": Regelmäßige Beratungstage im Rathaus
- "Sanierungsbonus für Altbauten": Kommune bietet zusätzlichen Zuschuss für Dämmung + Wärmepumpe
- "Energie-Check für Rentner": Energieberater prüfen Wärmeversorgung bei geringem Einkommen

6.2.2 Bildung von Facharbeitsgruppen oder eines Klimaschutz-Netzwerks

Nr.	#21	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Bildung von Facharbeitsgruppen oder eines Klimaschutz-Netzwerks zur Beratung der Bürger in dezentralen Versorgungsgebieten		
Maßnahmentyp:		Strategisch	Priorität:	Gering
Bereich:		Dezentrale Versorgung	Dauer:	-
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune, Energieberater, Handwerk, Energiegenossenschaften		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger		
Kostenrahmen:		Individuell	Finanzierung/Kostenträger:	Kommune, Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)

Beschreibung:

Diese Maßnahme zielt auf die Unterstützung und Aktivierung der Bürgerinnen und Bürger in dezentralen Versorgungsgebieten. Zur Förderung individueller, klimafreundlicher Heizlösungen sollen Facharbeitsgruppen eingerichtet werden, die als Anlaufstelle für Beratung und Austausch dienen.

Die Facharbeitsgruppen bestehen idealerweise aus Vertreterinnen und Vertretern der Kommune, Energieberaterinnen und-beratern, lokalen Handwerksbetrieben sowie weiteren Fachleuten. Sie beraten zu möglichen Einzelmaßnahmen wie dem Einsatz von Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder Solarthermieanlagen, begleiten bei der Auswahl geeigneter Technologien, unterstützen bei Förderanträgen und vermitteln Kontakte zu Fachfirmen.

Durch gezielte Informationsveranstaltungen, Sprechstunden und praxisnahe Beispiele tragen die Gruppen dazu bei, die Akzeptanz und Umsetzungsbereitschaft bei den Bürgerinnen und Bürgern zu erhöhen und die Wärmewende auch außerhalb zentral versorgter Gebiete aktiv voranzubringen.

Ablauf:

- Kommunaler Aufruf zur Beteiligung regionaler Energieberater, Handwerksbetrieben, Fachleuten
- Bildung einer/mehrerer Facharbeitsgruppen
- Gruppensteuerung und Organisation

6.3 Maßnahme Biomethanversorgung

Nr.	#10b	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Erstellung/Kommunikation/Umsetzung eines Transformationsplans zur Umstellung der Erdgasversorgung auf 100% Biomethanversorgung in der Bestandsinfrastruktur		
Maßnahmentyp:		Strategisch	Priorität:	Gering
Bereich:		Biomethannetz	Dauer:	Laufend
Verantwortliche Stakeholder:		Gasnetzbetreiber		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger, Großverbraucher, Gasnetzbetreiber		
Kostenrahmen:		Individuell	Finanzierung/Kostenträger:	Gasnetzbetreiber

Beschreibung:
Maßnahmen des Gasnetzbetreibers im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für eine zukünftige Biomethanversorgung

1. Infrastrukturmaßnahmen
   - Planung & Umsetzung von Biomethan-Umstellungen
   - Sicherung der Erzeugungs- und Speicherkapazitäten im Netz
   - Unterstützung der Erzeugungsprotagonisten bei der Biomethan-Aufbereitung
   - Dokumentation und Monitoring der regionalen Biomethanerzeugung

2. Kunden- und Marktintegration
   - Beratung und Begleitung von Bürgern & Industrie zu Biomethan-Technologien
   - Information über Umrüstzyklen, Geräteeignung, Prüfpflichten
   - Information der Bürger zur regionalen Biomethanerzeugung

6.4 Maßnahmen zur Potenzialnutzung

6.4.1 Machbarkeitsprüfung Freiflächen-Photovoltaikanlagen

<table>
<tr><td colspan="2"><u>Nr.</u> #30</td><td colspan="3">Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bezeichnung:</td><td colspan="3">Durchführung einer Machbarkeitsprüfung zur technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit von Freiflächen-Photovoltaikanlagen zur direkten oder indirekten Unterstützung der kommunalen Wärmeversorgung</td></tr>
<tr><td colspan="2">Maßnahmentyp:</td><td>Strategisch</td><td>Priorität:</td><td>Mittel</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bereich:</td><td>Potentialnutzung</td><td>Dauer:</td><td>3 – 6 Monate</td></tr>
<tr><td colspan="2">Verantwortliche Stakeholder:</td><td colspan="3">Kommune</td></tr>
<tr><td colspan="2">Betroffene Akteure:</td><td colspan="3">Kommune, Dienstleister/Ingenieurbüro, Umwelt- und Genehmigungsbehörden, Netzbetreiber, Flächeneigentümer, Projektentwickler, Energiegenossenschaften</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kostenrahmen: brutto</td><td>Individuell</td><td>Finanzierung/Kostenträger:</td><td>Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) / Kommunalrichtlinie,

Förderprogramme der Bundesländer, BEW-Modul I (spätere Kopplung mit Wärmenetzen), EU-Fördermittel, Eigenmittel der Kommune</td></tr>
<tr><td colspan="5">Beschreibung:

Die Maßnahme umfasst die systematische Untersuchung geeigneter Freiflächen innerhalb des Gemeindegebiets oder in direkter Umgebung. Bestandteile der Machbarkeitsprüfung:

• Analyse potenzieller Flächen nach Lage, Größe, Exposition, Eigentumsverhältnissen und naturschutzrechtlichen Einschränkungen
• Ermittlung des potenziellen Stromertrags (PV-Ertragsgutachten)
• Bewertung der Anbindungsmöglichkeiten an Strom- und Wärmenetze
• Prüfung möglicher Nutzungskonzepte:
- Direkte Versorgung von Wärmepumpen
- Einspeisung in Power-to-Heat oder Power-to-Gas-Anlagen (z. B. Elektrokessel oder Elektrolyseanlagen)
- Kopplung mit Speichertechnologien (Strom- oder Wärmespeicher)
• Genehmigungsrechtliche Prüfung (z. B. BImSchG, Bauleitplanung)
• Abschätzung von Kosten, Erlösen und Fördermöglichkeiten</td></tr>
<tr><td colspan="5">Ablauf:

- Vergabe und Beauftragung eines Dienstleisters
- Durchführung der Machbarkeitsprüfung
- Auswertung und Durchführung</td></tr>
</table>

6.4.2 Machbarkeitsprüfung Saisonalspeicher

Nr.	#37	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Durchführung einer Machbarkeitsprüfung zur technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit der Nutzung eines Saisonalspeichers		
Maßnahmentyp:		strategisch	**Priorität:**	Mittel
Bereich:		Potentialnutzung	**Dauer:**	2 – 5 Monate
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune		
Betroffene Akteure:		Kommune, Infrastrukturbetreiber, Dienstleister/Ingenieurbüro, Genehmigungsbehörden, Betreiber Wärmenetz		
Kostenrahmen: *brutto*		Individuell	**Finanzierung/Kostenträger:**	Kommune, Landesspezifische/Regionale Förderprogramme

Beschreibung

Ziel dieser Maßnahme ist die systematische Analyse der potenziellen Einbindung eines Saisonalspeichers in ein bestehendes bzw. im Aufbau befindliches Fernwärmenetz. Thermische Speicher lassen sich grundsätzlich in sensible, latente und thermochemische Systeme unterteilen. Sensible Wärmespeicher weisen im Vergleich zu latenten und thermochemischen Systemen zwar geringere Energiedichten auf, zeichnen sich jedoch durch eine ausgereifte Technologie, hohe Betriebssicherheit und vergleichsweise niedrige Kosten aus. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Speicherdauer, anhand derer zwischen Kurzzeit- und Langzeitspeichern differenziert wird. Saisonalspeicher dienen der Langzeitspeicherung von Wärme und kommen insbesondere in Systemen zum Einsatz, in denen Wärmeerzeugung und Wärmebedarf saisonal zeitlich verschoben auftreten, um diese Verschiebungen auszugleichen.

Vor dem Hintergrund dieser Charakteristika soll im Rahmen der Maßnahme untersucht werden, inwieweit sich ein sensibler Saisonalspeicher technisch und wirtschaftlich in ein Fernwärmenetz integrieren lässt (techno-ökonomische Analyse). Sensible Saisonalspeicher lassen sich dabei in vier Haupttechnologien unterscheiden: Erdbeckenwärmespeicher (PTES), Tankwärmespeicher (TTES), Erdwärmesondenspeicher (BTES) sowie Aquiferspeicher (ATES). Für die saisonale Wärmespeicherung nehmen Erdbeckenwärmespeicher eine besondere Stellung ein, da sie hohe Be- und Entladeraten, eine ausgereifte Technik sowie wirtschaftliche Vorteile gegenüber anderen Speichertechnologien aufweisen und somit einen flexiblen Betrieb ermöglichen.

Ein zentraler Bestandteil der Maßnahme ist zunächst die Ermittlung des erforderlichen Speicherbedarfs. Dieser kann auf Basis der Lastprofile von Wärmebedarf und potenziell verfügbarer Wärmeerzeugung bestimmt werden. Aus dem thermisch erforderlichen Speichervolumen lassen sich in einer ersten Abschätzung sowohl Investitions- und Betriebskosten als auch der Flächenbedarf ableiten. In diesem Zusammenhang soll insbesondere ein Vergleich verschiedener Saisonalspeichertechnologien unter wirtschaftlichen und flächenbezogenen Gesichtspunkten erfolgen.

Darüber hinaus ist ein übergeordneter techno-ökonomischer Vergleich vorgesehen, der untersucht, inwieweit die Einbindung eines Saisonalspeichers eine technisch notwendige und wirtschaftlich sinnvolle Maßnahme darstellt. Hierbei kann beispielsweise ein Szenario betrachtet werden, in dem anstelle der Errichtung eines Saisonalspeichers der Ausbau der Wärmeerzeugungskapazitäten erfolgt, um den Bedarf an Langzeitspeicherung zur Kompensation saisonaler Lastverschiebungen zu reduzieren oder zu vermeiden.

Abschließend soll eine wirtschaftliche Bewertung durchgeführt werden, die Investitions- und Betriebskosten, potenzielle Fördermöglichkeiten sowie Einsparpotenziale bei Treibhausgasemissionen berücksichtigt. Ziel ist die Schaffung einer fundierten Entscheidungsgrundlage für eine mögliche Umsetzung sowie die Vorbereitung erster Umsetzungsschritte, etwa in Form einer Vorplanung oder der Beantragung von Fördermitteln.
Ablauf: - Vergabe und Beauftragung eines Dienstleisters - Durchführung der Machbarkeitsprüfung - Auswertung und Durchführung

6.5 Maßnahme Öffentlichkeitsarbeit

Nr.	#51	Maßnahmensteckbrief zur Kommunalen Wärmeplanung		
Bezeichnung:		Anschlusskommunikation und Vorbereitung weiterer Umsetzungsschritte durch Verwaltung, Politik und lokale Akteure		
Maßnahmentyp:		Strategisch	**Priorität:**	Hoch
Bereich:		Kommunikation	**Dauer:**	fortlaufend
Verantwortliche Stakeholder:		Kommune		
Betroffene Akteure:		Kommune, Bürger, Industrie/Handel/Dienstleistungen		
Kostenrahmen: *brutto*		individuell	**Finanzierung/Kostenträger:**	Kommune

Nach der öffentlichen Präsentation der Wärmeplanungsergebnisse erfolgt eine gezielte Anschlusskommunikation und politische sowie verwaltungsinterne Vorbereitung der Umsetzung:

Kommunikative Maßnahmen:

- Veröffentlichung eines Maßnahmenfahrplans / Prioritätenkatalogs (kurz- und mittelfristige Maßnahmen)
- Information der Fachgremien und Ausschüsse über notwendige Entscheidungen
- Zielgerichtete Ansprache relevanter Akteursgruppen (z. B. Wohnungswirtschaft, Netzbetreiber, Gewerbe, Energiedienstleister)
- Einrichtung eines Online-Dossiers / Projektstatusseite zur Fortschrittsverfolgung

Politisch-administrative Schritte:

- Integration der Wärmeplanung in die kommunale Entwicklungsstrategie (z. B. Stadtentwicklung, Bauleitplanung, Klimaschutzkonzepte)
- Vorbereitung der Umsetzung von Schlüsselmaßnahmen, z. B.:
  - Detailplanung von Wärmenetzen in Vorranggebieten
  - Kooperationsvereinbarungen mit Versorgern
  - Start von Quartierskonzepten / Machbarkeitsstudien
- Ressourcen- und Personalplanung zur Umsetzung koordinierender Aufgaben (z. B. Klimaschutzmanager / Wärmemanager)
- Vorbereitung von Förderanträgen für investive Folgeprojekte (z. B. BEW, KfW, Landesprogramme)
- Prüfung zur Einführung kommunaler Satzungen / Instrumente, z. B. Anschluss- und Benutzungszwang, Solarpflicht, energetische Vorgaben bei Neubau

Verantwortliche Akteure:

- Gemeindeverwaltung (Klimaschutz, Stadtentwicklung, Bauamt)
- Bürgermeister/in und politische Gremien
- Netzbetreiber (Strom, Gas, Wärme)
- Wohnungsbaugesellschaften / Eigentümergemeinschaften
- Regionale Energieagenturen und Fördermittelberater
- Externe Fachplaner / Projektentwickler

Ablauf:

- Abschluss Kommunikation, Veröffentlichung Fahrplan
- Vorbereitung politischer Beschlüsse, Förderanträge, erste Machbarkeitsstudien
- ab 2026 ff: Start vorbereitender und investiver Umsetzungsprojekte

6.6 Ablaufpläne Maßnahmen

6.6.1 Umsetzung Wärmenetze

Ein Ablaufplan zur Umsetzung von Wärmenetzen in der Gemeinde könnte wie folgt aussehen.

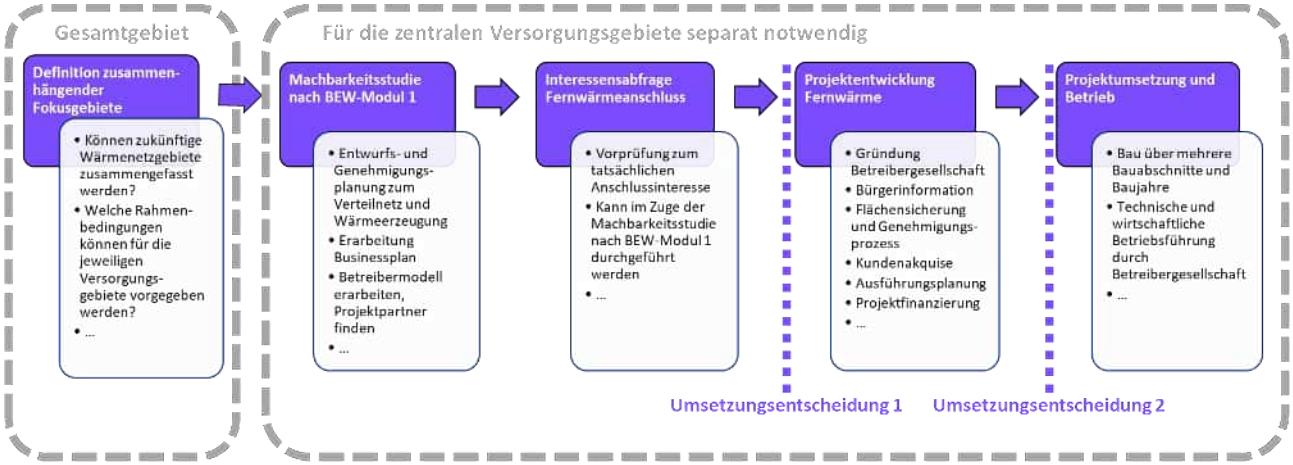


Abbildung 58: Ablaufplan Maßnahme Wärmenetz [Q:3]

Für jedes Versorgungsgebiet gibt es verschiedene Maßnahmen zur Wärme- und Stromerzeugung, die in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden können.

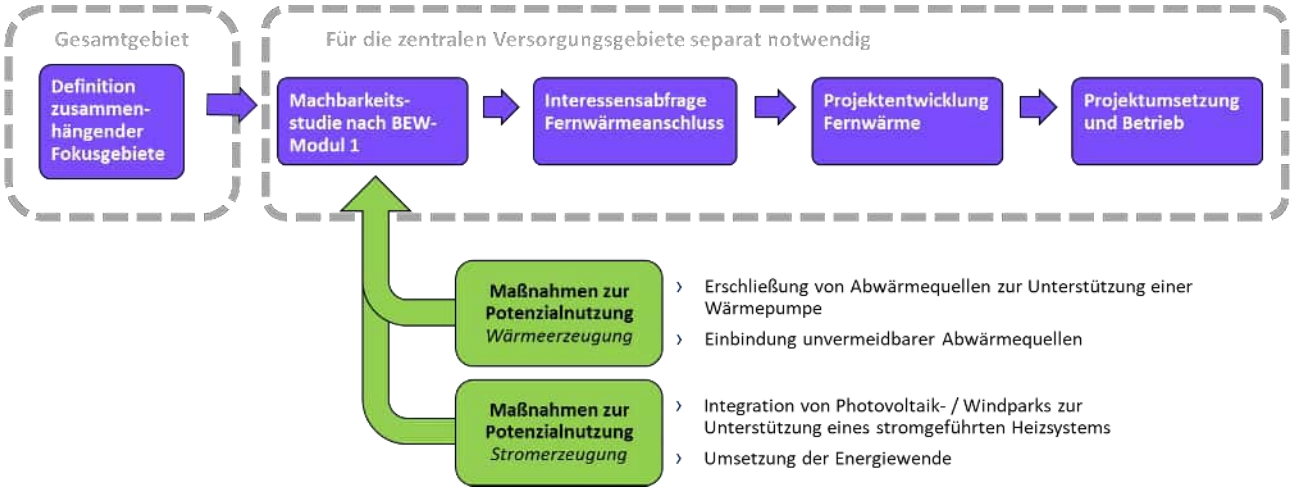


Abbildung 59: Ablaufplan mit Maßnahmen zur Potenzialnutzung [Q:3]

7 Prozessübergreifende Elemente der kommunalen Wärmeplanung

7.1 Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie wurde bereits in einer frühen Projektphase entwickelt. Das Ziel ist, neben der Information der Bevölkerung und der Förderung von Akzeptanz, die Kommunikation der Ergebnisse von Bestands-, Potenzialanalyse und Zielszenario sowie die Veröffentlichung des Fachgutachtens. Die Kommunikation ist ein entscheidender Faktor zum Erfolg der kommunalen Wärmeplanung (KWP).

Kommunikationsabschnitte	Öffentlichkeitsarbeit
Kick-off	Planungsverantwortliche Stelle
	Pressemitteilung
Akteursanalyse	Identifizierung und Klassifizierung aller Akteure
	Einbindung wesentliche Akteure online
Bestands- und Potenzialanalyse	Vorstellung im Gemeinderat - öffentlich
	- Kommunikation über Pressemitteilung und Offenlegung der Präsentation auf der Webseite der Kommune - Freischaltung des öffentlichen Beteiligungsportals für 30 Tage - Auswertung der Stellungnahmen und Berücksichtigung in der KWP - Veröffentlichung FAQ-Liste
Zielszenario und Maßnahmen	Bürgerinformationsveranstaltung incl. Gemeindevertreter
	- Kommunikation über Pressemitteilung und Offenlegung der Präsentation auf der Webseite der Kommune - Freischaltung des öffentlichen Beteiligungsportals für 30 Tage - Auswertung der Stellungnahmen und Berücksichtigung in der KWP - Veröffentlichung FAQ-Liste
Bürgerinformationsveranstaltung	- Kommunikation - Einladung - Pressemitteilung
	Wichtige Akteure, Multiplikatoren, Heizungsbauer, Schornsteinfeger, Nachbarkommunen etc.
Fachgutachten	Vorstellung Fachgutachten – Gemeinderatssitzung – öffentlich
	- Kommunikation über Pressemitteilung und Offenlegung der Präsentation auf der Webseite der Kommune - Ratsbeschluss durch Kommune - Veröffentlichung/Auslegung

Als Kommunikationskanal wurde sich in Zusammenarbeit mit der Gemeinde darauf geeinigt, dass die gesamte Kommunikation zur Kommunalen Wärmeplanung über die Homepage der Marktgemeinde Kraiburg erfolgt. Hier konnten alle Informationen zur KWP immer auf dem aktuellen Stand zur Verfügung gestellt werden. Damit war es jedem Bürger möglich alle Informationen zu erhalten.

Während des Kick-off-Meetings fand die Identifizierung der Akteure statt. Dabei erfolgte eine erste Erfassung der relevanten Akteure, die im weiteren Verlauf der Arbeitstermine sukzessive vervollständigt wurde. Dies diente als Basis einer umfassenden Akteursanalyse. Es wurden alle Akteure, die bei dem KWP-Prozess beteiligt, direkt oder indirekt betroffen sind oder sich in diesem Bereich engagieren, aufgelistet und bewertet.

Folgende Hauptakteure sind in Kraiburg vorhanden:

- Verwaltungseinheit: Bürgermeisterin, Bauverwaltung, Gemeindevertreter
- Fachakteure: Gasnetzbetreiber Energienetze Bayern GmbH, Stadtwerke Waldkraiburg GmbH, aris Anglhuber & Partner GmbB
- Bürgerinnen und Bürger

Im nächsten Schritt werden die bestehenden Akteure gemäß ihrer Rolle und ihrem Interesse eingeordnet. Die drei Stufen der Beteiligung sind hierbei „Informieren“, „Konsultieren“ und „Mitgestalten“.

- Informieren: Akteure über Planungsprozess, Ziele, Fortschritte und Ergebnisse aufklären. Die Kommunikation findet einseitig statt, es werden nur Informationen weitergegeben.
- Konsultieren: Rückmeldungen, Meinungen und Vorschläge seitens der Akteure einholen. Die Gemeinde sucht aktiv den Dialog und die Interaktion mit den Akteuren. Die Kommunikation verläuft beidseitig; Informationen teilen und Stellungnahmen einholen.
- Mitgestalten: aktive Mitgestaltung bei Strategien, Maßnahmen und Lösungen. Die Kommunikation ist multilateral und kooperativ.

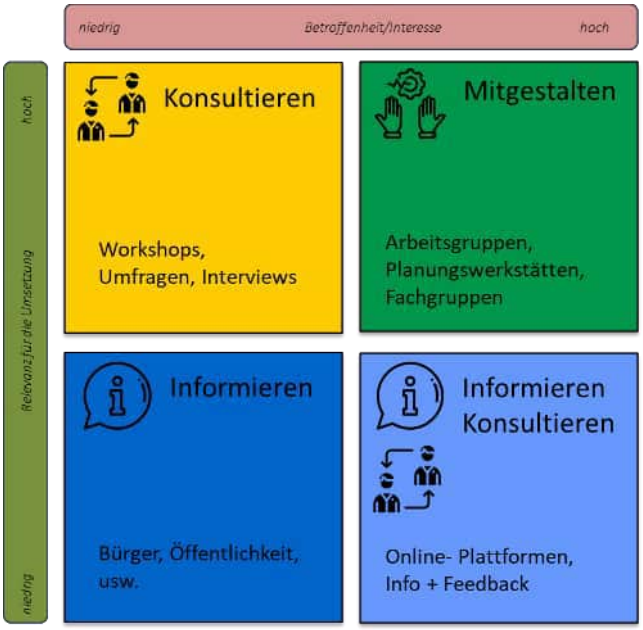


Abbildung 60: Beteiligungsstufen Akteure

Um eine optimale Kommunikation zwischen den Akteuren zu gewährleisten, wurden mit den verschiedenen Akteuren Termine zur Einbindung und Information vereinbart.

Die Ergebnisse der Bestands-, der Potenzialanalyse und des Zielszenarios konnten 30 Tage lang öffentlich eingesehen werden. Für die Akteure bestand die Möglichkeit sich direkt zu beteiligen und über das Beteiligungsportal Stellung zu den einzelnen Inhalten zu beziehen. Es wurden zahlreiche Stellungnahmen abgegeben und ausgewertet. Viele Kommentare bezogen sich auf die Umstellung der einzelnen privaten Liegenschaften, wann und wie der Umschluss auf regenerative Energien für den privaten Haushalt verpflichtend ist, welche Möglichkeiten den Bürgern zu Verfügung stehen, welche Förderungen für den Privathaushalt möglich sind und ob es Möglichkeiten gibt sich stärker in der Kommune für die erneuerbaren Energien in Kraiburg zu engagieren. Anschließend wurde den Bürgern ein darauf abgestimmter Fragen- und Antwortkatalog (KWP-FAQs) zur Verfügung gestellt. Im Einzelfall konnten die Fragen der Bürger, mit der Unterstützung durch MaxSolar GmbH, von der Gemeinde Kraiburg beantwortet werden.

Zudem kam es zu vielen konstruktiven Gespräche mit Vertretern der Energienetze Bayern, der Stadtwerke Waldkraiburg, sowie Herrn Anglhuber von aris.

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurde für die Gemeinde Kraiburg ein strategischer Rahmen geschaffen, um eine zukunftsorientierte, auf regenerativen Energien basierende Wärmeversorgung zu gewährleisten. Die von der MaxSolar GmbH empfohlenen Maßnahmen sind zeitnah voranzubringen, um die Erreichung der Klimaziele bis zum Jahr 2040 sicherzustellen.
Nach Veröffentlichung der KWP beginnt die Umsetzungsphase der im vorherigen Kapitel definierten Maßnahmen aus der Wärmewendestrategie. Dabei sollte eine anhaltende Kommunikation mit den relevanten Akteuren fortgeführt werden.

Vor allem beim Bau von Wärmenetzen ist es ausschlaggebend eine hohe Anschlusszahl zu erreichen. Eine frühzeitige Einbindung der Anwohner, schafft Planungssicherheit, Vertrauen und Einflussnahme. Nur so kann ein wirtschaftlicher Bau gewährleistet sein.

Grundsätzlich wird empfohlen, sämtliche Akteure in Kraiburg bei den Umsetzungsmaßnahmen einzubinden, Fortschritte zu kommunizieren und zur Mitgestaltung einzuladen. Somit erhalten die Bürger das Gefühl sich aktiv am Erfolg der Wärmewende zu beteiligen und mitentscheiden zu können.

7.2 Verstetigungsstrategie

Ziel der Verstetigungsstrategie ist es, die Wärmeplanung als festen Bestandteil der kommunalen Planungs- und Entscheidungsprozesse in der Gemeinde Kraiburg zu verankern. Nur durch eine solche institutionelle Einbindung kann gewährleistet werden, dass die erarbeiteten Planungsgrundlagen und Maßnahmen fortlaufend weiterentwickelt, präzisiert und in die Umsetzung überführt werden. Hierfür sind sowohl neue Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten zu schaffen als auch bestehende Verantwortungsbereiche und Ressourcen entsprechend anzupassen und auszuweiten.

Organisatorisch ist die Verstetigungsstrategie im Bereich der Bauverwaltung der Gemeinde verortet, analog zur Verantwortlichkeit für die KWP. Da es sich bei der KWP um eine verpflichtende Daueraufgabe der Kommunen handelt, muss eine ausreichende Ressourcenausstattung für die Maßnahmenumsetzung, das Controlling, die Einbindung der Akteure und die Fortschreibung gewährleistet sein.

Nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung (KWP) sollte zeitnah mit der Umsetzung der definierten Maßnahmen begonnen werden. Der Fortschritt ist in regelmäßigen Abständen (z. B. halbjährlich) oder anlassbezogen gemeinsam mit den relevanten Akteuren zu überprüfen und zu validieren. Die MaxSolar GmbH kann die Gemeinde Kraiburg dabei fachlich und organisatorisch unterstützen.

Um eine dauerhafte Verankerung der Wärmeplanung in der kommunalen Struktur sicherzustellen, werden folgende Aufgaben und Ziele für die Verstetigungsstrategie vorgeschlagen:

- Weiterentwicklung der KWP-Themen unter Berücksichtigung neuer technischer, rechtlicher und förderpolitischer Rahmenbedingungen.
- Kontinuierliche Fortschreibung der Wärmeplanung, z. B. durch regelmäßige Aktualisierung von Datengrundlagen, Potenzialanalysen und Maßnahmenkatalogen.
- Aufbau eines interdisziplinären Arbeitskreises „Wärmeplanung“, bestehend aus Vertretungen der Verwaltung, Wohnungswirtschaft, Wirtschaft, Bürgern, uvm.
- Sicherung personeller und finanzieller Ressourcen für die langfristige Betreuung der Wärmeplanung in der Verwaltung.
- Integration der Wärmeplanung in bestehende Planungsinstrumente, wie Flächennutzungsplan, Bebauungspläne, Klimaschutz- oder Stadtentwicklungskonzepte.
- Monitoring und Evaluierung der Maßnahmenumsetzung, inklusive Berichterstattung z.B. an politische Gremien und Öffentlichkeit.
- Förderung von Kooperationen mit Nachbarkommunen zur Nutzung gemeinsamer Infrastrukturen und Synergiepotenziale.

- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung von Bürgerinnen, Bürgern und Unternehmen für die Wärmewende.
- Aufbau eines digitalen Energie- und Wärme-Monitoringsystems, um Fortschritte messbar zu machen und Entscheidungen datenbasiert zu unterstützen.

Der beschriebene Verstetigungsprozess sollte in der Gemeinde Kraiburg im Verlauf des 3. und 4. Quartals 2026 organisatorisch und strukturell etabliert werden.

Die vorhandenen verwaltungsinternen Strukturen zum Klimaschutz sollten aufrechterhalten werden, um etablierte Prozesse fortzuführen und den kontinuierlichen Fortgang der Arbeiten zu ermöglichen. Ferner sind die Belange der kommunalen Wärmeplanung auf Arbeitsebene in Regelprozesse der Verwaltung zu integrieren. Neben der Integration in die Bauleitplanung ist die Beteiligung an formellen und informellen, räumlichen Planungsinstrumenten der Gemeinde oder die Beteiligung an Energiegesprächen vorzusehen.

Zudem beginnen die konkreten Planungen und Analysen der Vorranggebiete. Insbesondere die Initiierung von Wärmenetzentwicklungen durch Machbarkeitsstudien, die mit Zuschüssen der BAFA gefördert werden, sind der nächste Schritt, um die identifizierten Eignungsgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung im Falle einer Wirtschaftlichkeit in die konkrete Projektrealisierung zu bringen.

Des Weiteren sollen durch den beschriebenen Beteiligungsprozess die örtlichen Akteure zu den Wärmethemen vernetzt werden, um anstehende Maßnahmen im Sinne der Kommunalen Wärmeplanung abzustimmen. Konkrete Beispiele sind die Projektentwicklungen zur Errichtung der beschrieben Wärmenetze. Insbesondere sollten aber auch die Möglichkeiten der industriellen und gewerblichen Abwärmenutzung kontinuierlich validiert werden. Auch bei der Entwicklung von Neubaugebieten soll die Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Außerdem sind die Potenziale für die Wärmeerzeugung kontinuierlich zu prüfen, ob die zugrunde liegenden Ansätze angepasst werden müssen. Das betrifft neben den Abwärmepotenzialen, für die sich neue technologische oder regulatorische Rahmenbedingen ergeben können, vor allem auch die Potenziale für die erneuerbare Wärmeerzeugung.

Die dargestellten Maßnahmen sind durch eine eingerichtete Koordinierungsstelle kontinuierlich zu überprüfen und auf Basis neuer Erkenntnisse regelmäßig weiterzuentwickeln. Dabei sind die bestehenden Energie- und Klimaschutzstrukturen der Gemeinde aktiv in den Prozess einzubinden. Darüber hinaus ist perspektivisch der Ausbau eines interdisziplinären Wärmeplanungsteams anzustreben.

In der Fortschreibung des Wärmeplans ist auch hier zu empfehlen, dies durch politische Beschlüsse zu untermauern, wie die Integration des Themas in Satzungen, Richtlinien oder auch in Bebauungspläne.

In den folgenden Schritten ist die Entwicklung von Monitoring-Instrumenten anzuraten um mit den bestimmten Kennzahlen die z.B. Sanierungsrate, Anteile der Erneuerbaren Energien usw. auswerten zu können.

Die finanziellen Mittel für die vorgesehenen Maßnahmen sollten frühzeitig in den politischen Gremien genehmigt werden, um eine langfristige Planbarkeit der Maßnahmen gewährleisten zu können. Die Nutzung von Förderprogrammen (z.B. BEW, KfW, Klimaschutzrichtlinien der Länder) sind in diesem Zusammenhang ein wichtiger Bestandteil. Partnerschaften mit Energieversorgern, Wohnungswirtschaft, Bürgerenergie, usw. können ebenfalls eine zielführende Maßnahme darstellen, um die die nötigen Ziele durchsetzen zu können.

Die Kommunikation und Beteiligung ist für den Erfolg der Maßnahmen ein wichtiger Bestandteil. Es sollte die Verstetigung durch Beteiligungsformate wie z.B. Fachdialoge, Bürgerinformationsveranstaltungen, usw. genutzt werden, um die Öffentlichkeit über den Fortschritt der Maßnahmen zu informieren. Die Fachakteure sollten immer auf den neuersten Informationsstand sein, dies ist durch kontinuierliche Schulungen / Weiterbildung zu erreichen.

Derzeit steht kein synthetisches (grünes) Gas zur Verfügung, demzufolge ist neben dem Bedarf die entsprechende mittel- und langfristige Verfügbarkeit kontinuierlich zu prüfen. Es wird empfohlen, die grundlegenden Annahmen fortlaufend zu verifizieren, spätestens alle fünf Jahre im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans.

Ebenfalls kontinuierlich zu beobachten ist die Entwicklung der Gasnetzinfrastruktur, insbesondere auf der übergeordneten Fernleitungsebene.

Vor dem Hintergrund deutlich steigender Gasnetzentgelte ist von einem erheblichen Rückgang der Gasverbräuche auszugehen, was wiederum eine weitere Erhöhung der Netzentgelte nach sich ziehen dürfte. Inwieweit die Gasnetze unter

diesen veränderten Rahmenbedingungen wirtschaftlich betrieben werden können, ist fortlaufend zu prüfen und liegt in der Verantwortung des jeweiligen Netzbetreibers.

Auch sollte regelmäßig bewertet werden, in welchem Umfang der Aufbau einer Biomethaninfrastruktur voranschreitet. Dabei sind sowohl die grundsätzliche Verfügbarkeit des Energieträgers als auch die zugehörige Infrastruktur zu berücksichtigen und fortlaufend zu prüfen, inwiefern sich geänderte Rahmenbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit einer möglichen Biomethanversorgung auswirken können.

7.3 Controlling-Konzept

Die Kommunale Wärmeplanung stellt den Beginn eines langfristigen Umsetzungsprozesses dar. Die Erreichung der für die Umsetzung definierten Ziele und Umsetzungsstrategien bzw. Maßnahmen muss kontinuierlich durch die Gemeindeverwaltung gesteuert werden. Von Beginn an sind die regelmäßige und kontinuierliche Beobachtung sowie die Interpretation und Anpassung ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Tätigkeiten. Die Überwachung der Zielerreichung gewährleistet, dass Ressourcen – sowohl personell als auch finanziell – effizient eingesetzt werden und in der Folge ein frühzeitiges Eingreifen bei drohender Zielverfehlung garantiert ist. Diese Faktoren machen Controlling zu einem wesentlichen Bestandteil in der praktischen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung.

In der nachfolgenden Abbildung wird der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) des Controllings im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung bespielhaft dargestellt:

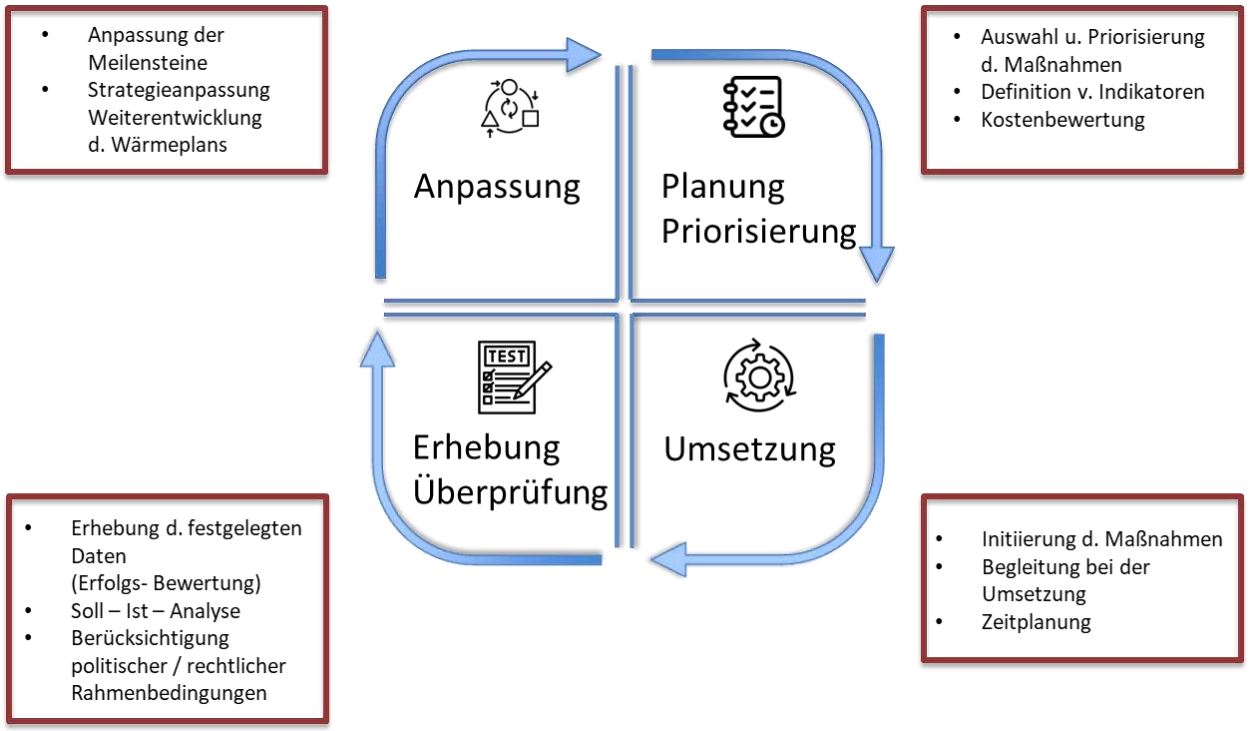


Abbildung 61: Darstellung eines PDCA-Zyklus (d.h. Demingkreis oder Shewhart-Zyklus)

Das Controlling zeichnet sich im Wesentlichen durch die zwei Ansätze „Top Down“ und „Bottom Up“ aus, welche jeweils unterschiedliche Ansatzrichtungen, Methoden und Instrumente aufweisen.

7.3.1 „Top Down“: Erhebung übergeordneter Daten

Das Top-Down-Prinzip zeichnet sich dadurch aus, dass es auf der Energie- und Treibhausgasbilanz aufbaut und stets das gesamte Gemeindegebiet betrachtet wird. Hierbei werden verschiedene Indikatoren für eine KWP herangezogen, die sich

aus Bilanzierung – unter Berücksichtigung spezifischer Kennzahlen, die den Energieverbrauch, die Energieproduktion und die Energieeffizienz innerhalb der Gemeinde quantifizieren, bewerten und ableiten lassen. Ziel ist es, den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung zu bewerten, Bedarfe zu identifizieren und zukünftige Entwicklungen zu planen.

In der nachstehenden Auflistung werden die definierten Indikatoren konkret für ein Controlling bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung aufgeführt. Die Verfügbarkeit von Datenquellen stellte bei der Auswahl der Indikatoren ein bedeutsames Kriterium dar. Dementsprechend werden auch nur Indikatoren abgebildet, für die aus heutiger Sicht eine Datenverfügbarkeit existiert.

Indikator	Einheit
I. Verbrauchsstrukturen / Energieverbrauch für die Wärmeversorgung	
Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung; aufgeschlüsselt nach Sektoren (Wohngebäude, Gewerbe, Industrie, öffentliche Liegenschaften)	MWh/a
Bestand Gas- und Ölheizungsanlagen	Anzahl
Installierte Wärmepumpen	Anzahl
Installierte Biomasseheizanlagen	Anzahl
II. Spezifischer Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung	
Endenergieverbrauch pro Einwohner	kWh/EW
Endenergieverbrauch pro Nutzfläche	kWh/m²
III. Erneuerbare Energien	
Anteil erneuerbarer Energien an lokalem Wärmeverbrauch/-versorgung	%
Installation zentraler EE-Wärmeerzeuger	kW_{th}
Aufteilung installierter Wärmeerzeuger (z. B. Gas, Öl, Fernwärme, erneuerbare Energien, KWK-Anlagen)	%
IV. Netze	
Anteil an Erneuerbaren und Abwärme im Fernwärmemix	%
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen	m
Biomethananteil im Gasnetzgebiet	%
Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen	Anzahl
Neue Wärmenetzleitung pro Jahr	m
Nutzung von Abwärme (Industrie, Rechenzentren, Abwasser)	kWh/a
V. Treibhausgas (THG)-Emissionen	
Gesamte THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung	Tonnen THG
VI. Sonstige	
Anteil der sanierten Gebäude an der Gesamtzahl der Gebäude (Sanierungsrate)	%
Austausch Gas- und Ölheizungen	Anzahl pro Jahr

Tabelle 29: Indikatoren für das Controlling der KWP

Die Indikatoren bieten eine detaillierte Grundlage für die Analyse der Wärmeversorgungssituation und helfen bei der Identifikation bzw. Priorisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung. Einige Indikatoren sind nicht unmittelbar aus verfügbaren Daten abzubilden, sondern bedürfen einer weiteren Datenverarbeitung, wie sie bspw. im Rahmen einer Energie- und THG-Bilanz durchgeführt wird. Grundsätzlich ist eine regelmäßige Fortschreibung der gesamtheitlichen Energie- und Treibhausgasbilanz zu empfehlen,

aus der dann die meisten Indikatoren abgeleitet werden können. Sinnvollerweise ist das Controlling der KWP gemeinsam mit dem Controlling des integrierten Klimaschutzkonzeptes durchzuführen, da vielfach auf die gleichen Datenquellen zurückgegriffen wird.

Bei der Datenerhebung sollte auf eine Vergleichbarkeit geachtet werden. Methodische Änderungen sind zu dokumentieren.

7.3.2 „Bottom up“: Evaluierung von Einzelmaßnahmen

Auch wenn die übergeordnete Erfassung von Daten einen guten Gesamtüberblick vermittelt, kann sie nicht die Evaluierung und Steuerung einzelner Maßnahmen ersetzen. Hier kommt der Bottom-up-Ansatz zum Tragen. Einzelne Maßnahmen werden betrachtet, mit Indikatoren und einer Zeitschiene zur Erfolgsmessung versehen, eine Vorgehensweise zur Datenerhebung erarbeitet und anschließend wird während der Umsetzung über die Fortschrittsdokumentation eine Bewertung vorgenommen. In den Maßnahmenblättern sind maßnahmenspezifische Indikatoren vorgeschlagen.

Grundsätzlich kann zwischen zwei Arten von Maßnahmen unterschieden werden:

- Quantitative Maßnahmen: Diesen Maßnahmen können konkrete und leicht messbare Zielstellungen zugeordnet werden, z. B. THG-Emissionseinsparungen oder Ausbaugrade. Dies betrifft oft technische Maßnahmen, aber auch „weiche“ Maßnahmen wie bspw. Energieberatungen, deren Erfolg an einer nachträglichen Maßnahmenumsetzung gemessen werden kann.
- Qualitative Maßnahmen: Die Zielerreichung kann nicht oder nur sehr aufwendig mit Zahlen wie THG-Einsparungen hinterlegt werden. Diese Maßnahmen haben aber oft eine hohe Wirkungstiefe, da sie z. B. langfristig Verhaltens- oder Einstellungsänderungen hervorrufen oder sie die strategische Ausrichtung der Gemeinde ändern. Dementsprechend sollten bei der Planung der Maßnahmen (die zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht festgelegt sind) Indikatoren werden hinterlegt, die für die Gemeinde wichtig und messbar sind, z. B. erreichte Teilnehmende oder Feedback von Teilnehmenden bei Öffentlichkeitsveranstaltungen, Abruf von Fördermitteln oder Angebote zur Energieberatung. Eine qualitative Maßnahme für die aktuelle Version der KWP ist die Öffentlichkeitsarbeit.

Durch die Erfolgsmessung der Maßnahmenumsetzung kann nach Abschluss ihre Effektivität im Verhältnis zu eingesetzten Mitteln (Investitionen, personelle Ressourcen usw.) bewertet und bei zukünftigen, vergleichbaren Maßnahmen können ggf. nötige Anpassungen vorgenommen werden. Die Summe aller Maßnahmen des Bottom-up-Verfahrens bildet in der Regel einen Teil des tatsächlich erreichten Minderungspotenzials aus dem Top-down-Verfahren. Somit wird durch Anwendung des Top-down-Verfahrens ein Gesamtüberblick geschaffen.

Ein weiteres bedeutendes Element des Controllings stellt die Kommunikation dar. Erfolge und Misserfolge sollten transparent kommuniziert und dokumentiert werden. Nur so kann ermittelt werden, was Erfolgsfaktoren sind und wie laufende oder zukünftige Maßnahmen angepasst werden sollten, um einen größtmöglichen Erfolg zu haben. Dementsprechend wird empfohlen, in einem regelmäßigen Turnus (z. B. jährlich) einen Statusbericht zu erstellen und zu veröffentlichen, der die wesentlichen Erkenntnisse und Erfolge kommuniziert, relevante Akteure benennt und den Prozess erklärt und bewertet. Weiterhin werden so etwaige Verzögerungen oder Unstimmigkeiten während der Maßnahmenumsetzung kommuniziert, wie bspw. Budgeteinschränkungen, technische Herausforderungen oder andere externe Einflüsse. Es wird empfohlen, dass für die koordinierende Umsetzung der Wärmeplanung eingesetzte Personal als Querschnittsstelle mit der Berichterstattung zu betrauen. Damit diese erfolgreich stattfinden kann, muss im Vorhinein eine allgemein anerkannte Struktur geschaffen werden, die einen Informationsfluss und-austausch ermöglicht (vgl. Abschnitt 7.2: Verstetigungsstrategie). Hier gilt es, bei der Planung der Maßnahme bereits Zuständigkeiten und Ziele bzgl. der Kommunikation festzulegen.

8 Fazit

Die Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Kraiburg zeigt einen klar strukturierten und methodisch fundierten Weg auf, um die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu gestalten. Ausgangspunkt der Planung war die Bestandsanalyse, in der der aktuelle Zustand der Wärmeversorgung umfassend erfasst wurde. Dabei wurden Gebäudestrukturen, Energieverbräuche, Heiztechnologien und Treibhausgasemissionen analysiert. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Wärmeversorgung derzeit noch stark auf fossilen Energieträgern basiert, wodurch ein erheblicher Handlungsbedarf für die Dekarbonisierung besteht.

Aufbauend darauf identifizierte die Potenzialanalyse die lokalen Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärmequellen. Kraiburg verfügt insbesondere über ein großes Potenzial im Bereich der Solarenergie – sowohl auf Dachflächen als auch im Umfeld geeigneter Freiflächen. Ergänzend wurden Optionen für Geothermie, Umweltwärme und Biomasse betrachtet. Diese Analyse liefert die Grundlage, um wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Maßnahmenpakete abzuleiten und lokale Ressourcen optimal zu nutzen.

Das darauf aufbauende Zielszenario bildet eine strategische Leitlinie für die Wärmewende in Kraiburg. Es wurden zahlreiche Parameter und Kostenprognosen zur vollkostenbasierten Auswahl der zukünftigen Heiztechnologie herangezogen. Die klimaneutrale Wärmeversorgung in Kraiburg wird auf Basis des Zielszenarios vor allem durch dezentrale Heiztechnologien (Biomasse und Wärmepumpen) und einer Wärmenetzversorgung dominiert. Biomethan spielt aufgrund der hohen Kostenprognosen eine untergeordnete Rolle und wird auch bei einer optimistischeren Preisprognose nur Bruchteile des Endenergiebedarfs in 2040 wirtschaftlich attraktiv decken können.

Auf Basis des Zielszenarios wurden im Kapitel Maßnahmen und Umsetzungsstrategie konkrete Transformationspfade entwickelt. Der Maßnahmenkatalog umfasst sowohl technische Maßnahmen – etwa den Ausbau und die Dekarbonisierung von Wärmenetzen, die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand – als auch begleitende Informations- und Beratungsangebote. Zudem werden Prioritäten, zeitliche Horizonte und Kostenrahmen festgelegt, um eine zielgerichtete und realistische Umsetzung zu ermöglichen.

Insgesamt zeigt das Fachgutachten, dass Kraiburg über gute strukturelle und energetische Voraussetzungen verfügt, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Die Verbindung aus fundierter Bestandsanalyse, realistischen Potenzialbewertungen, zukunftsorientierten Zielszenarien und einem praxisnahen Maßnahmenplan schafft eine solide Grundlage für den Transformationsprozess. Entscheidend für den Erfolg wird sein, dass die Umsetzung konsequent begleitet, regelmäßig überprüft und an neue technische und regulatorische Entwicklungen angepasst wird.

9 Ausblick – Fortschreibung Wärmeplan

Das WPG schreibt eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung des Wärmeplans spätestens alle fünf Jahr vor.

Dabei müssen nicht nur die Maßnahmen und deren Umsetzung kritisch hinterfragt, sondern auch die Bestands- und Potenzialanalyse (unter Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse) sowie die Betrachtung des Zielszenarios aktualisiert werden. Zudem ist die Eignungsprüfung nach §14 Abs. 2 und 3 WPG für ausgeschlossene Gebiete laut Abs. 5 WPG erneut durchzuführen.

Im Hinblick auf die identifizierten Maßnahmen liegt der Fokus auf einem Plan-Ist-Vergleich. Bei den anderen Phasen der KWP steht hingegen die Berücksichtigung geänderter Rahmenbedingungen im Vordergrund. Somit sind Teilgebiete, deren zugeordnete Wärmeversorgung nur "wahrscheinlich geeignet" ist und Prüfgebiete besonders zu betrachten, wohingegen Gebiete mit gesicherter nachhaltiger Wärmeversorgung vernachlässigt werden können.

Weitere Teilziele bei der Fortschreibung sind das Schließen von Datenlücken sowie die Identifikation weiterer Potenziale, z. B. durch technische Weiterentwicklungen oder regulatorische Änderungen.

Auch wenn im Rahmen der Fortschreibung alle Phasen der KWP erneut durchlaufen werden müssen, ist, insbesondere aufgrund der dann vorhandenen Erfahrungen und der Fokussierung auf weniger Gebiete, ein deutlich geringerer Gesamtaufwand zu erwarten. Zur Unterstützung bei der Fortschreibung kann erneut ein Dienstleister beauftragt werden.

10 Quellenverzeichnis

[Q:1]	INFRA-Wärme, LBD-Beratungsgesellschaft mbH
[Q:2]	dvlp.energy GmbH
[Q:3]	MaxSolar GmbH
[Q:4]	Statistische Ämter des Bundes und der Länder, vertreten durch das Statistische Bundesamt www.destatis.de
[Q:5]	BMWK, Importstrategie Wasserstoff, 2024
[Q:6]	vzbv, Stellungnahme zur Wärmeplanung, 2023
[Q:7]	QGIS Open Source
[Q:8]	Kehrbuchdaten
[Q:9]	KWW Halle
[Q:10]	Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e. V. (BuVEG)
[Q:11]	dena - 2020/2023
[Q:12]	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)
[Q:13]	GeotIS (LIAG) Agemar et al., 2014a
[Q:14]	UBA, 2023
[Q:15]	Wärmenutzung aus Abwasser – Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutz, Bern/Zürich 2004
[Q:16]	Energieportal Brandenburg
[Q:17]	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
[Q:18]	Marktstammdatenregister MaStR
[Q:19]	Geothermisches Informationssystem Deutschland, https://www.geotis.de/homepage/GeotIS-Startpage (Zugriff: 25.09.25)
[Q:20]	Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) §2 Begriffsbestimmung
[Q:21]	Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE) – Wärmepumpen an Fließgewässern
[Q:22]	HYPAT – Globaler Wasserstoff-Potenzialatlas https://hypat.de/hypat-wAssets/docs/new/publikationen/HYPAT-Abschlussbericht.pdf (Zugriff: 02.10.2025)

[Q:23]	Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. https://www.vzbv.de/sites/default/files/2024-04/Stn%20vzbv_Konsultation%20BnetzA_Wasserstofffahrpl%C3%A4ne.pdf (Zugriff: 02.10.2025)
[Q:24]	Frick, M., Kranz, S., Norden, B., Bruhn, D., & Fuchs, S. (2022). Geothermal Resources and ATES Potential of Mesozoic Reservoirs in the North German Basin. *Energies, 15(6)*, 1980. https://doi.org/10.3390/en15061980
[Q:25]	https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-06_DE_Gasverteilnetze/A-EW_291_Gasverteilnetze_WEB.pdf https://www.mvv.de/fileadmin/user_upload/Ueber_uns/de/MVV_Studie_Zukunft_der_Gasnetze.pdf
[Q:26]	https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html
[Q:27]	ffe.de/veroeffentlichungen/warum-ist-wasserstoff-in-der-praxis-teurer-als-bisher-in-oeffentlichen-berichten-haeufig-angenommen/
[Q:28]	https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2023/presseinfo-02-nachfrage-preise-wasserstoff-2045.html
[Q:29]	vgl. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft – LWF, 2022
[Q:30]	Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr https://www.planungshilfen.bayern.de/kapitel/fachliche-planungsvorgaben/energieversorgung-klimaschutz#pd-4maqkSpmlNtfDH2G (Zugriff: 23.09.2025)
[Q:50]	Energienetze Bayern GmbH & Co. KG
[Q:51]	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
[Q:52]	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) / Bundeswaldinventur
[Q:53]	Gebietskulisse Windkraft – Energieatlas Bayern https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=754495,5341200&z=14&r=0&l=atkis,58106417-d43d-4dc1-b166-4d7b65c42c60&t=wind&cnids=154,12,13,131&mid=0
[Q:55]	https://egusphere.copernicus.org/preprints/2025/egusphere-2025-2483/ (Zugriff: 24.09.2025)
[Q:59]	Energieatlas Bayern https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=637127,5418310&z=8&r=0&l=atkis,bc36f15b-e6d3-44b8-89a1-e16416c5613b&t=wind&cnids=15,154&mid=5 (Zugriff: 05.03.2026)
[Q:61]	Gemeinde Kraiburg am Inn
[Q:62]	Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (AGFW), Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU). (2025). *Preisübersicht – Stichtag 01.10.2025*. https://www.waermepreise.info/download-archiv/ (Zugriff: 13.11.2025 um 10:58 Uhr)
[Q:63]	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2025). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html (Zugriff: 13.11.2025 um 11:02 Uhr)
[Q:64]	frontier economics. (2023). Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärmeversorgung in Deutschland. dvgw-frontier-2023-h2-preisentwicklung https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/dvgw-frontier-h2-preise-und-kosten-factsheet.pdf-daten-anhang.pdf [Zugriff: 06.02.2026 um 12:50 Uhr]

[Q:65]	Netzbasierte Wärmebereitstellung mittels regenerativer Energiequellen aus Sonne und Wind. Christoph Kellner. 2022
[Q:66]	LFU Bayern
[Q:67]	Deutscher Verin des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW). frontier ecnomics. (2023). Was kostet der Was serstoff in Zukunft? – Eine Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärmeversorgung in Deutsch land. https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/dvgw-frontier-h2-preise-und-kosten factsheet.pdf [Zugriff: 06.02.2026 um 12:54 Uhr]
[Q:68]	Sterner, M., & Stadtler, I. (2027). Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. In M. Sterner & I. Stadtler (Hrsg.), *Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48893-5 [Zugriff: 11.03.2026 um 08:48 Uhr]
[Q:69]	Bolton, R., Cameron, L., Kerr, N., Winskel, M., & Desguers, T. (2023). Seasonal thermal energy storage as a complementary technology: Case study insights from Denmark and The Netherlands. *Journal of Energy Storage, 73,* 109249. https://doi.org/10.1016/j.est.2023.109249 [Zugriff: 11.03.2026 um 09:04 Uhr]
[Q:70]	Sifnaios, I., Gauthier, G., Trier, D., Fan, J., & Jensen, A. R. (2023). Dronninglund water pit thermal energy storage dataset. *Solar Energy, 251*, 68–76. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.12.046 [Zugiff: 11.03.2026 um 09:06 Uhr]
[Q:71]	Sifnaios, I., Jensen, A. R., Furbo, S., & Fan, J. (2023). Heat losses in water pit thermal energy storage sys tems in the presence of groundwater. *Applied Thermal Engineer ing, 235*, 121382. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.121382 [Zugriff: 11.03.2026 um 09:07 Uhr]
[Q:72]	Müller, A. (2023, September 12). Demonstrationsprojekt für Erdbecken-Wärmespeicher. *Bauen Aktuell*. https://www.bauen-aktuell.eu/demonstrationsprojekt-fuer-erdbecken-waermespeicher-a-bd44dcfca6776f1b17d3853ab388554b/ [Zugriff: 11.03.2026 um 09:09 Uhr]
[Q:73]	Sifnaios, I., Sneum, D. M., Jensen, A. R., Fan, J., & Bramstoft, R. (2023). The impact of large-scale thermal energy storage in the energy system. *Applied Energy, 349*, 121663. https://doi.org/10.1016/j.a penergy.2023.121663 [Zugriff: 11.03.2026 um 09:11 Uhr]
[Q:74]	Lyden, A., Brown, C. S., Kolo, I., Falcone, G., & Friedrich, D. (2022). Seasonal thermal energy storage in smart energy systems: District-level applications and modelling approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 167*, 112760. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112760 [Zugriff: 11.03.2026 um 09:40 Uhr]
[Q:75]	Mahon, H., O'Connor, D., Friedrich, D., & Hughes, B. (2022). A review of thermal energy storage technolo gies for seasonal loops. Energy, 239, 122207. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122207 Zugriff: 11.03.2026 um 09:48 Uhr]

11 Anhang

11.1 Anhang 1: Übersichtstabelle Energie- und Treibhausgasbilanz – Bestandsszenario 2024

	Sektor	Anteil an Gesamtenergiemenge [%]	Energiemenge Bestandsszenario [MWh/a]	CO_2-Emissionen [t_{CO2e}/a]
Heizöl	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	11,23	7.954,93	2.116,01
	Öffentlich	0,19	136,95	36,43
	Private Haushalte	26,65	18.887,14	5.023,98
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Kohle	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	5,59	3.963,31	1.327,71
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	3,34	2.369,77	793,87
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Biomasse	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	6,31	4.468,43	197,24
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	8,34	5.913,50	261,03
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Erdgas	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,27	901,96	215,21
	Öffentlich	1,15	813,87	194,19
	Private Haushalte	9,14	6.480,45	1.546,25
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00

	Sektor	Anteil an Gesamt-energiemenge [%]	Energiemenge Be-standsszenario [MWh/a]	CO_2-Emissionen [t_{CO2e}/a]
Unbekannt	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	13,70	9.707,90	1.951,29
	Öffentlich	1,92	1.360,61	273,48
	Private Haushalte	8,26	5.852,30	1.176,31
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Umwelt-wärme	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,15	103,94	12,87
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	206	1.457,48	180,46
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Strom	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,05	36,54	12,39
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,64	454,62	154,12
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Synthe-tische Gase	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Wärme-netz	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00

Tabelle 30: Energie- und Treibhausgasbilanz 2024 [Q:1]

11.2 Anhang 2: Übersichtstabelle Energie- und Treibhausgasbilanz – Zielszenario 2040

	Sektor	Anteil an Gesamt-energiemenge [%]	Energiemenge Be-standsszenario [MWh/a]	CO_2-Emissionen [t_{CO2e}/a]
Heizöl	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Kohle	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Bio-masse	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	20,91	13.700,32	575,53
	Öffentlich	1,47	963,32	40,47
	Private Haushalte	15,20	9.954,47	418,17
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Erd-gas	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00

	Sektor	Anteil an Gesamt-energiemenge [%]	Energiemenge Be-standsszenario [MWh/a]	CO_2-Emissionen [t_{CO2e}/a]
Unbekannt	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Umwelt-wärme	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	8,89	5.825,21	355,31
	Öffentlich	0,28	181,98	11,10
	Private Haushalte	7,09	4.645,84	283,38
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Strom	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,00	0,00	0,00
	Öffentlich	0,00	0,00	0,00
	Private Haushalte	0,00	0,00	0,00
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Synthe-tische Gase	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	0,03	16,86	0,44
	Öffentlich	0,02	10,37	0,27
	Private Haushalte	0,28	186,30	4,89
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00
Wärme-netz	Gewerbe, Handel, Dienstleistun-gen	11,56	7.573,64	144,04
	Öffentlich	1,26	822,72	15,65
	Private Haushalte	33,01	21.626,28	411,30
	Sonstige	0,00	0,00	0,00
	Industrie	0,00	0,00	0,00

Tabelle 31: Energie- und Treibhausgasbilanz 2040 [Q:1]