

Kommunale Wärmeplanung Markt Tiefenstein

Abschlussbericht



Datum: 28.02.2026

IMPRESSUM

Herausgeber: Markt Triefenstein
Rathausstraße 2
97855 Triefenstein OT Lengfurt
info@triefenstein.bayern.de
Ansprechpartner: Tobias Feser



Ersteller: Bayernwerk Netz GmbH
Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg
www.bayernwerk.de
+49 9412 01 00 | info@bayernwerk.de

bayernwerk
netz

Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH
Anton-Kathrein-Straße 1
83022 Rosenheim
www.inev.de
+49 8031 271 680 | info@inev.de



Projektleitung: Tobias Eckardt (Bayernwerk Netz GmbH)
Béla van Rinsum (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)
Stellvertretung: Antonia Paulus (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)
Projektteam: Nils Schild, Simon Paternoster, Odai Alasmar, Christina Spiegel, Sebastian Stöhr, Lea Schmidtke, Patricia Pöllmann, Benedikt Schumann, Annina Oberrenner, Stefan Mur (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)
Tobias Weinzierl, Steffen Mayer, Christina Albrecht (Bayernwerk Netz GmbH)

Version: V 1.2
Stand: März 2026

Gefördert nach: Kommunalrichtlinie, Förderkennzeichen 67K28095
Erstellung einer kommunale Wärmeplanung für den Markt Triefenstein
Projektträger Z-U-G gGmbH
Laufzeit: 30.09.2024 - 31.03.2026

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

www.klimaschutz.de/kommunalrichtlinie

Nationale Klimaschutzinitiative: Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

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.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme	8
1.1 Wärmeplanungsgesetz und Kommunalrichtlinie	8
1.2 Dekarbonisierung von Wärmenetzen	10
1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz	10
1.4 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung	11
1.5 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze	12
2 Bestandsanalyse	15
2.1 Datenerhebung und Energieinfrastruktur	15
2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur	19
2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz mit Industrie	28
2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz ohne Industrie	31
2.5 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	36
3 Potenzialanalyse	37
3.1 Wärmenetze	38
3.2 Gebäudenetze	49
3.3 Betreibermodelle	49
3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	51
3.5 Effizienzpotenziale	71
3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme	74
3.7 Fazit Potenziale	76
4 Gebietseinteilung und Szenarienentwicklung	77
4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr	77
4.2 Zielszenario	83
5 Umsetzungsstrategie	88
5.1 Fokusgebiete	88
5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Marktgebiet	101
5.3 Controlling	102
5.4 Kommunikation	104
5.5 Verstetigung	107
6 Fazit	109
7 Verweise	110
8 Glossar	112
9 Abkürzungsverzeichnis	113
10 Anhang	115
Maßnahmenkatalog	115

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung.....	9
Abbildung 2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung.....	12
Abbildung 3: Energieversorgung in Triefenstein: Standorte von PV- und Wasserkraftanlagen, sowie der Verlauf des Strom- und Gasnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	16
Abbildung 4: Verlauf des Gasnetzes in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4] .	17
Abbildung 5: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	18
Abbildung 6: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	21
Abbildung 7: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	22
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Hektarraster in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	24
Abbildung 9: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	24
Abbildung 10: Wärmelinien dichten in Triefenstein, eigene Darstellung [4].....	26
Abbildung 11: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung [4].....	27
Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Sektoren mit Industrie (l.), Wärmeverbrauch nach Sektoren mit Industrie, eigene Darstellung (r.).....	29
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren mit Industrie, eigene Darstellung	30
Abbildung 14: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich (l.) und nach Sektoren (r.), eigene Darstellung.....	31
Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich (l.) und Sektoren (r.), eigene Darstellung	32
Abbildung 16: Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern, eigene Darstellung	33
Abbildung 17: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung	34
Abbildung 18: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	35
Abbildung 19: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2022, eigene Darstellungen	36
Abbildung 20: Potenzialpyramide, eigene Darstellung.....	37
Abbildung 21: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung [4]	39
Abbildung 22: Detailbetrachtung Homburg Altort in Ausbaustufen I + II, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung.....	41
Abbildung 23: Detailbetrachtung Lengfurt Altort, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung.....	43
Abbildung 24: Detailbetrachtung Trennfeld Altort, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	45
Abbildung 25: Detailbetrachtung Rettersheim Zentrum, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	47
Abbildung 26: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe je Hektar, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	52
Abbildung 27: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen [12], eigene Darstellung.....	54
Abbildung 28: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [13]	55
Abbildung 29: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [13].....	55
Abbildung 30: Fließgewässer und bestehende Wasserkraftanlagen in Triefenstein, eigene Darstellung	58
Abbildung 31: Ertragspotenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung	60
Abbildung 32: Biomassepotenzial auf Waldflächen in Triefenstein, eigenen Darstellung [4]	62
Abbildung 33: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	66
Abbildung 34: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	68

Abbildung 35: Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Triefenstein, eigene Darstellung	70
Abbildung 36: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung.....	72
Abbildung 37: Jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung.....	72
Abbildung 38: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Triefenstein über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	79
Abbildung 39: Eignung der dezentralen Versorgung in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	81
Abbildung 40: Eignung für Wärmenetze in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	82
Abbildung 41: Eignung für Wasserstoff in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	82
Abbildung 42: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13].....	83
Abbildung 43: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	84
Abbildung 44: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	85
Abbildung 45: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	86
Abbildung 46: Entwicklung des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	87
Abbildung 47: Übersicht der Fokusgebiete in Triefenstein, eigenen Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	88
Abbildung 48: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	89
Abbildung 49: Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	90
Abbildung 50: Aggregierter Wärmebedarf im Fokusgebiete Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	90
Abbildung 51: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Gewerbegebiet Oberes Eck, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	91
Abbildung 52: Mögliches Wärmenetz im Fokusgebiete Gewerbegebiet Oberes Eck, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	92
Abbildung 53: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	93
Abbildung 54: Darstellung der überwiegenden Baualtersklassen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	94
Abbildung 55: Darstellung des aggregierten Wärmebedarfs in MWh/a im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	94
Abbildung 56: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	95
Abbildung 57: Geplantes Wärmenetz im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	96
Abbildung 58: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	97
Abbildung 59: Darstellung der überwiegenden Baualtersklassen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	98
Abbildung 60: Darstellung des aggregierten Wärmebedarfs in MWh/a im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	98
Abbildung 61: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	99
Abbildung 62: Mögliches Wärmenetz im Fokusgebiete Gewerbegebiet Oberes Mainfeld, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	100
Abbildung 63: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung	102

Abbildung 64: Vertragsunterzeichnung am 10.02.2025 im Rathaus Lengfurt, (Foto: Elias Hofmann)	105
Abbildung 65: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung	107
Abbildung 66: Einflussmöglichkeiten der Kommune nach Maßnahmentyp, eigene Darstellung	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2026.....	14
Tabelle 2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger in Triefenstein, Erhebung über Landesamt für Statistik Bayern	18
Tabelle 3: Datengrundlagen und Analysekriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung ...	19
Tabelle 4: Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]	23
Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]	25
Tabelle 6: Übersicht der Indikatoren zur Bewertung von Wärmenetzgebieten, in Anlehnung an [5].....	39
Tabelle 7: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen	50
Tabelle 8: U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung	71
Tabelle 9: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale, eigene Darstellung	76
Tabelle 10: Übersicht der geplanten Wärmenetze und deren mögliche Umsetzungszeiträume	78
Tabelle 11: Entwicklung des Wärmebedarfs und erneuerbarer Anteil über die Stützjahre	85
Tabelle 12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre.....	86
Tabelle 13: Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Typ und Effekte im Anwendungsbereich Wärme, eigene Darstellung	101
Tabelle 14: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung	106

Vorwort

Der Markt Triefenstein liegt in Unterfranken im Landkreis Main-Spessart. Das Marktgebiet umfasst vier Marktteile: Homburg am Main, Lengfurt, Rettersheim und Trennfeld. Insgesamt zählt Triefenstein rund 4.600 Einwohner auf einer Fläche von etwa 25 km². Der Markt liegt im sogenannten Mainviereck, eingebettet zwischen den Hängen des Spessarts und dem Flusslauf des Mains. Die Kommune ist durch historische Bauwerke wie das Kloster Triefenstein und dem Schloss Homburg geprägt. Der Markt verfügt über eine gute Verkehrsanbindung durch die Autobahn A3.

Aufgrund der zukünftigen Herausforderungen in der Wärmeversorgung hat sich der Markt Triefenstein bereits 2023 entschieden, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Instrument zur Umsetzung der Wärmewende und leistet einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz. Ziel der Wärmeplanung ist es, die Wärmeversorgung in Triefenstein langfristig klimaneutral zu gestalten. Durch die systematische Analyse des aktuellen Wärmebedarfs, die Identifikation von Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen sowie die Ausarbeitung einer Umsetzungsstrategie wird eine umfassende Planung geschaffen, um die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

Die Motivation hinter der kommunalen Wärmeplanung basiert auf dem dringenden Handlungsbedarf im Klimaschutz. Der Wärmesektor ist einer der größten Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland und die Umstellung auf erneuerbare Energien spielt eine wesentliche Rolle bei der Erreichung der nationalen Klimaziele. Triefenstein sieht die Wärmewende als eine zentrale Aufgabe an, um den ökologischen Fußabdruck zu reduzieren, gleichzeitig die lokale Wirtschaft zu stärken und eine nachhaltige Energieversorgung für künftige Generationen sicherzustellen.

1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme

Das *Wärmeplanungsgesetz* (WPG) ist am 1. Januar 2024 in Kraft getreten und verpflichtet alle Bundesländer zur Durchführung einer Wärmeplanung. Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen diese bis zum 30. Juni 2026 abschließen, während für Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern und somit auch Triefenstein eine Frist bis zum 30. Juni 2028 gilt. Die Wärmeplanung verfolgt gemäß § 1 WPG das Ziel die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 treibhausgasneutral zu gestalten.

Diese Pflicht wird mittels Landesrechts auf Kommunen übertragen. Zum Zeitpunkt der Erstellung des kommunalen Wärmeplans in Triefenstein bestand keine landesrechtliche Regelung zur Wärmeplanung. Die Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) ist am 2. Januar 2025 in Kraft getreten. Der bayrische Gesetzgeber greift im Wesentlichen die Vorgaben des Bundesgesetzes auf und regelt die Handlungsspielräume der Länder parallel dazu. Der Markt Triefenstein hat somit alle gesetzlichen Vorgaben erfüllt.

Im folgenden Kapitel werden Ablauf und Inhalte der kommunalen Wärmeplanung (KWP) vorgestellt sowie der Zusammenhang mit der Kommunalrichtlinie (KRL) und dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) erläutert. Ergänzend werden aktuelle Informationen zu relevanten Förderprogrammen aufgeführt. Da sich Gesetze und Förderkonditionen ändern können, ist es entscheidend, die jeweils aktuellen Vorgaben und Richtlinien zu prüfen, um die Planung und Umsetzung effektiv und rechtssicher gestalten zu können.

1.1 Wärmeplanungsgesetz und Kommunalrichtlinie

Der Markt Triefenstein hat im Oktober 2023 einen Antrag auf Förderung im Rahmen der Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz (KRL) gestellt. Mit der KRL, die seit dem Jahr 2008 besteht, unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz Kommunen und kommunale Akteure dabei, ihre Emissionen nachhaltig zu senken. Die Kommunalrichtlinie hat vor Inkrafttreten des WPG auch Wärmepläne bezuschusst. Diese Förderung lief mit dem Inkrafttreten des *Wärmeplanungsgesetz* aus. Der Markt Triefenstein profitiert durch die frühe Antragsstellung von einer Förderquote von 90 % und konnte mit der kommunalen Wärmeplanung Anfang 2025 starten.

Die Förderinhalte der Kommunalrichtlinie spiegeln im Wesentlichen die Inhalte des *Wärmeplanungsgesetzes* wider. Abbildung 1 zeigt den vorgesehenen Ablauf der kommunalen Wärmeplanung. Zunächst beschließt die Kommune als planungsverantwortliche Stelle die Durchführung. Im Anschluss erfolgt eine Bestandsanalyse mit der Eignungsprüfung, um den aktuellen Zustand zu bewerten. Aufbauend darauf wird eine Potenzialanalyse durchgeführt, um mögliche Chancen und Ressourcen für die zukünftige Wärmeversorgung zu identifizieren.

Auf dieser Grundlage wird ein Zielszenario entwickelt, das die angestrebte Wärmeversorgung beschreibt. Das Marktgebiet von Triefenstein wird anschließend in potenzielle Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, und die geplanten Versorgungsarten für das Zieljahr werden festgelegt. Für die Gebietseinteilung stehen folgende Kategorien zur Verfügung:

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiete: Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbauggebiete, Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiet
- Prüfgebiete

Daraufhin wird eine Umsetzungsstrategie entwickelt, die konkrete Maßnahmen enthält, um das Zielszenario zu erreichen. Eine gezielte Akteursbeteiligung dient dazu, über das Projekt zu informieren, Bedenken aufzunehmen, Anregungen in die Planung einzubeziehen und einen möglichst breiten Konsens zu schaffen. Außerdem werden ein Controllingkonzept und eine Verstärkungsstrategie erarbeitet, um die kontinuierliche Umsetzung und Überwachung der Maßnahmen und nötigen Emissionsreduktionen sicherzustellen. Eine Kommunikationsstrategie soll eine transparente Kommunikation nach außen über bevorstehende Maßnahmen des Wärmeplans sicherstellen.

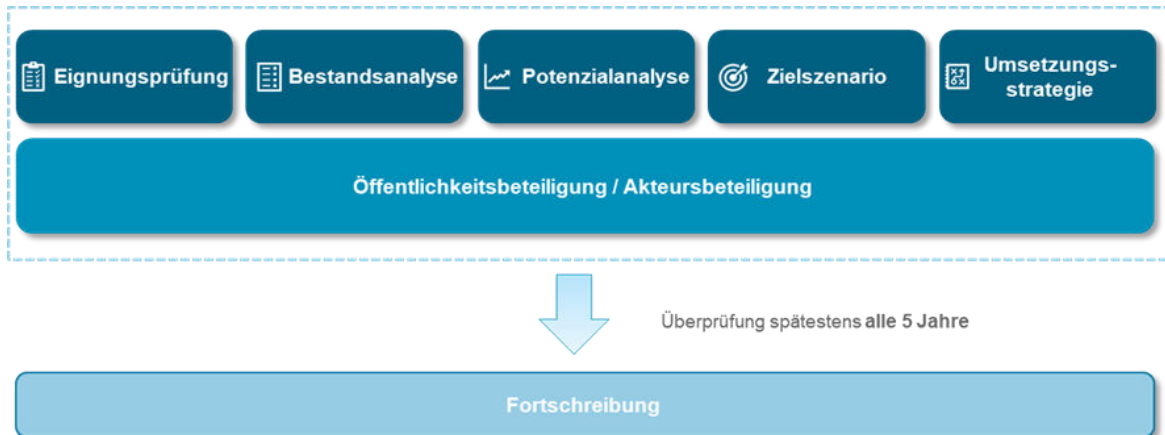


Abbildung 1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung

1.2 Dekarbonisierung von Wärmenetzen

Das *Wärmeplanungsgesetz* regelt zudem die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze. Vorgesehen ist, dass der Anteil erneuerbarer Energien in diesen Netzen stufenweise erhöht wird (Fristverlängerungen sind möglich):

- ab dem 1. Januar 2030 mindestens 30 %
- ab dem 1. Januar 2040 mindestens 80 %

Für neue Wärmenetze gilt ab dem 1. März 2025 ein Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energien in der Nettowärmeerzeugung (§30 *WPG*). Zusätzlich zur Nutzung erneuerbarer Energien können Wärmenetze auch durch unvermeidbare Abwärme oder eine Kombination dieser Quellen betrieben werden. Bis 2045 müssen alle Wärmenetze vollständig treibhausgasneutral sein (§31 *WPG*). Zur Erreichung dieser Ziele sind Wärmenetzbetreiber gemäß §32 *WPG* verpflichtet, Dekarbonisierungs- bzw. Transformationspläne zu erstellen. Die Verpflichtung gilt nicht für Wärmenetze, die eine Länge von einem Kilometer nicht überschreiten.

1.3 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz

Das *Wärmeplanungsgesetz* (*WPG*) und das *Gebäudeenergiegesetz* (*GEG*) sind zentrale Elemente für die Transformation der Energieversorgung hin zur Treibhausgasneutralität. Das *GEG* legt fest, wie die erneuerbaren Energien für die Beheizung zu verwenden sind. Das *WPG* dient dabei als wichtige Orientierung für Kommunen, Bürger sowie Unternehmen, um die lokale Wärmeversorgung strategisch zu planen und nachhaltig zu gestalten. Gemeinsam schaffen diese Gesetze den rechtlichen Rahmen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung und fördern den Übergang zu treibhausgasneutralen Energiequellen.

Ab dem 30. Juni 2028 müssen grundsätzlich alle **neu eingebauten Heizungen**, unabhängig davon, ob es sich um Neubauten oder Bestandsgebäude, Wohn- oder Nichtwohngebäude handelt, mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Eigentümer haben die Möglichkeit, diesen Anteil auf zwei Arten nachzuweisen: entweder durch eine individuelle Lösung oder durch die Wahl einer der gesetzlich vorgegebenen Optionen. Zu den Erfüllungsoptionen gehören:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- elektrische Wärmepumpe
- Stromdirektheizung
- Heizung auf Basis von Solarthermie
- Heizung zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff
- Hybridheizung (Kombination aus erneuerbarer Heizung und Gas- oder Ölkessel)

Unter bestimmten Voraussetzungen kann auch eine sogenannte „H2-Ready“-Gasheizung eingebaut werden, die später vollständig auf Wasserstoff umgerüstet werden kann.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) soll Bürger sowie Unternehmen über die bestehenden und zukünftigen Optionen zur lokalen Wärmeversorgung informieren und das Marktgebiet in Versorgungsgebiete einteilen. Zudem soll sie als Orientierungshilfe dienen, um Eigentümer bei der Auswahl einer geeigneten Heizungsanlage zu unterstützen. **Bestehende Heizungen** dürfen weiterhin betrieben werden. Sollte eine Gas- oder Ölheizung ausfallen, darf sie repariert werden. Bei irreparablen Heizungsdefekten (Heizungshavarien) oder bei konstant temperierten Kesseln, die älter als 30 Jahre sind, gelten pragmatische Übergangslösungen und mehrjährige Fristen. Übergangsweise darf eine fossil betriebene Heizung bis zum Ablauf der Fristen für die

kommunale Wärmeplanung im Jahr 2028 eingebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass diese ab 2029 einen steigenden Anteil an erneuerbaren Energien aufweisen muss (§71i GEG):

- ab 2029 mindestens 15 %
- ab 2035 mindestens 30 %
- ab 2040 mindestens 60 %
- ab 2045 100 %

Nach Ablauf der Fristen für die kommunale Wärmeplanung (2026 bzw. 2028) können weiterhin Gasheizungen eingebaut werden, sofern sie mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien, wie Biogas oder Wasserstoff, betrieben werden. Der endgültige Stichtag für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der 31. Dezember 2044. In Härtefällen können Eigentümer von der Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien befreit werden.

1.4 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung

Obwohl der Wärmeplan selbst keine rechtliche Außenwirkung hat (§ 23 WPG), kann der Markt auf dessen Basis Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen festlegen. Solche Beschlüsse ziehen rechtliche Konsequenzen nach sich und sind im *Wärmeplanungsgesetz (WPG)* geregelt. Verbindliche Festlegungen entstehen nur durch zusätzliche, optionale Beschlüsse des Marktes, wenn Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausgewiesen werden (§ 26 WPG). In diesen Gebieten greifen die entsprechenden Vorschriften des *Gebäudeenergiegesetzes (GEG)* zum Heizungstausch und zu Übergangslösungen (§ 71 Abs. 8 Satz 3, § 71k Abs. 1 Nr. 1 GEG) einen Monat nach dem Beschluss des Marktes. Diese Festlegung verpflichtet jedoch nicht zur tatsächlichen Nutzung der ausgewiesenen Versorgungsart oder zum Bau entsprechender Wärmeinfrastrukturen.

1.5 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze

1.5.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude

Die *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)* ist eine staatliche Förderung in Deutschland zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden. Sie bündelt verschiedene Förderprogramme, und richtet sich sowohl an private als auch an gewerbliche Immobilienbesitzer sowie an öffentliche Einrichtungen. Neben den baulichen Maßnahmen wird in allen Programmen auch die Energieberatung (Fachplanung und Baubegleitung) mitgefördert. Im Folgenden werden die drei Hauptbereiche der *BEG* für Sanierung vorgestellt zum Stand Februar 2026. Zudem gibt es Förderprogramme bzw. zinsvergünstigte KfW-Kredite für Neubauten. Abbildung 2 zeigt die Struktur der Bundesförderung für effiziente Gebäude und unterteilt diese in Einzelmaßnahmen und systematische Maßnahmen.

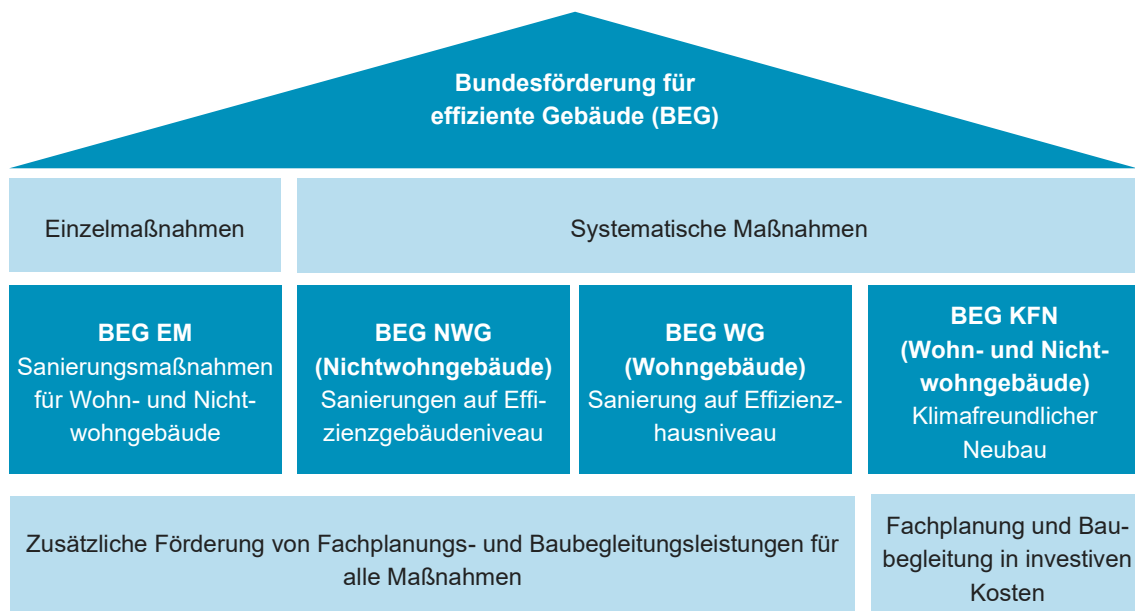


Abbildung 2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung

1.5.2 BEG Einzelmaßnahmen

Die *BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM)* fördern gezielt einzelne Modernisierungen in bestehenden Gebäuden. Dazu zählen unter anderem die Optimierung der Heizung, die Verbesserung der Dämmung sowie die Installation von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die Förderung erfolgt entweder als direkter Zuschuss oder als Kredit mit einem Tilgungszuschuss.

Im Bereich der Heizungstechnik wird der Austausch und die Umrüstung von Wärmeerzeugungsanlagen gefördert, sofern zukünftig die Wärme aus mindestens 65 % erneuerbare Energien erzeugt wird. Neben dem Austausch von dezentralen Wärme-erzeugungsanlagen wird auch die Errichtung eines Gebäudenetzes sowie der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz gefördert. Ein Gebäudenetz dient dabei der Wärme-versorgung von bis zu 16 Gebäuden und maximal 100 Wohneinheiten. Förderfähig sind die Errichtung, Umbau sowie Erweiterung des Netzes selbst, alle zugehörigen Komponenten sowie notwendige Umfeldmaßnahmen, wobei die Förderquote vom Anteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz abhängt. Unter Einhaltung des Anteils von 65 % erneuerbare Energien, werden die genannten Einzelmaßnahmen in der Regel mit einem Grundfördersatz von 30 % gefördert. Durch unterschiedliche Boni kann dieser bis zu einer maximalen Grenze von 70 % gesteigert werden.

Neben dem Austausch von Wärme-erzeugungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wird die Optimierung von Anlagen gefördert. Zur Beratung im individuellen Fall und Findung wirtschaftlichsten Lösung wird eine professionelle Energieberatung empfohlen. Zusätzlich informiert das *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)* detailliert über die unterschiedlichen Fördermöglichkeiten.

1.5.3 BEG Wohngebäude (BEG WG)

Die *BEG Wohngebäude (BEG WG)* fördert energetische Sanierungen und Neubauten von Wohngebäuden einschließlich Dämmung, Fensteraustausch, Heizungstausch und der Nutzung erneuerbarer Energien. Die Förderungen bestehen aus Zuschüssen oder Krediten und richten sich nach dem Effizienzhaus-Standard (z. B. Effizienzhaus 55, Effizienzhaus 40).

1.5.4 BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Die *BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)* unterstützt vergleichbare Maßnahmen in Nichtwohngebäuden wie Gewerbe-, Industrie- und Bürogebäuden, ebenfalls nach Effizienzhaus-Standards und als Zuschüsse oder Kredite.

1.5.5 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)* unterstützt den Aufbau und die Modernisierung von Wärmenetzen, die überwiegend erneuerbare Energien oder Abwärme nutzen. Die Förderung erfolgt als Zuschuss oder Kredit mit Tilgungszuschuss und richtet sich an Kommunen, Unternehmen und Energieversorger. Förderfähig sind neben der Errichtung neuer Wärmenetze auch die Erweiterung und Dekarbonisierung bestehender Netze sowie die Integration von Speichertechnologien. Ein zentrales Förderkriterium ist der Anteil erneuerbarer Energien oder Abwärme an der Wärmeerzeugung im Netz, der im Zielzustand mindestens 75 % betragen muss.

Das Förderprogramm ist modular aufgebaut und umfasst vier Hauptmodule, um eine ganzheitliche Unterstützung von der Planung bis zur Umsetzung zu gewährleisten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2026

	Modul 1 Planung	Modul 2 Systemische Investi- tion	Modul 3 Einzelmaßnahme	Modul 4 Betriebsförderung
Neue Wärmenetze	<p>Machbarkeitsstudie und Planungsleistung (HOAI LP 2-4)</p> <p>Förderquote: 50%</p>	<p>systemische Investitionsförderung Neubau Wärmenetzsystem</p> <p>Förderquote: 40%</p>		<p>Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie</p> <p>Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh_{th} Solarthermie: 1 ct pro kWh_{th}</p>
Bestehende Wärmenetze	<p>Transformationsplan und Planungsleistung (HOAI LP 2-4)</p> <p>Förderquote: 50 % (Antragstellung Transformationsplans noch bis 31.03.2026 möglich.)</p>	<p>systemische Investitionsförderung Wärmenetzsystem</p> <p>Förderquote: 40 %</p>	<p>Förderung einzelner Investitionsmaßnahmen wie EE-Wärmeerzeuger, Digitalisierung etc.</p> <p>Förderquote: 40 %</p>	<p>Betriebskostenförderung von Wärmepumpen & Solarthermie</p> <p>Wärmepumpe: bis zu 9,2 ct/kWh_{th} Solarthermie: 1 ct pro kWh_{th}</p>

2 Bestandsanalyse

2.1 Datenerhebung und Energieinfrastruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden verschiedene Daten erhoben, um ein umfassendes Bild der aktuellen Wärmeversorgung und -nutzung im Markt Triefenstein darzustellen. Dafür werden folgende Geodaten verarbeitet:

- Gebäudemodelle (*LoD2-Daten 2025 - Level-of-Detail Stufe 2*) [1]
- Tatsächliche Nutzung (*ALKIS 2025*) [2]
- Baualtersklassen (*Zensus 2011*) [3]

Die Geodaten werden über das *Bayerische Vermessungsamt* bereitgestellt. Alle Abbildungen werden auf Grundlage der *OpenStreetMap* erstellt [4]. Weitere Informationen über den aktuellen Energieverbrauch, die Art der Heizsysteme, die Energiequellen sowie Infrastrukturdaten und Versorgungsleitungen werden direkt erhoben. Die *Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH (INEV)* hat auf Basis der Rechtsgrundlage des *WPG* und der Bilanzierungssoftware für die Energie- und Treibhausgasbilanz passgenaue Datenerhebungsbögen entwickelt. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren können die erforderlichen Daten erfasst werden.

Die Bestandsanalyse in Triefenstein wurde für das Kalenderjahr 2022 vorgenommen. Der zeitliche Versatz zwischen Bilanzjahr und Erstellungsjahr ist durch die Verfügbarkeit von Daten begründet. Für die Bilanzerstellung wurden insbesondere folgende Datenquellen angesprochen:

- **Stromnetzbetreiber:**
Bayernwerk Netz GmbH
- **Gasnetzbetreiber:**
Energienetze Bayern GmbH
- **Kehrdaten:**
Landesamt für Statistik Bayern
- **Daten zu kommunalen Liegenschaften und Abwasser:**
Markt Triefenstein
- **Verbrauchs- und Abwärmedaten von Großverbrauchern und Industrie:**
eigene Erhebung
- **Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung:**
Kurzgutachten des Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

In den folgenden Kapiteln werden zentrale Aspekte der infrastrukturellen Gegebenheiten im Markt Triefenstein behandelt. Zunächst wird der Wärmedarf, die Energiestruktur analysiert und Großverbraucher räumlich verortet. Die Eignungsprüfung als grobe Einschätzung zu leitungsgebunden versorgten Gebieten ist der erste Meilenstein im Prozess der Wärmeplanung. Anschließend wird der Ist-Zustand mithilfe einer Energie- und Treibhausgasbilanz dargestellt. Die Energie- und Treibhausgasbilanz ist ein zentraler Schritt in der kommunalen Wärmeplanung, da sie eine detaillierte Bestandsanalyse ermöglicht. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse dienen als Grundlage für die Entwicklung effektiver Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen.

2.1.1 Leitungsgebundene Energieversorgung

Abbildung 3 zeigt die Energieversorgung im Markt Triefenstein. Dargestellt sind die Standorte der erneuerbaren Stromerzeugung aus Wasserkraft und Freiflächen-Photovoltaik sowie der Verlauf des Mittelspannungsnetzes. Über Hochspannungs-Freileitungen ist der Markt an das überregionale Stromnetz angebunden. Zudem ist das Erdgasnetz dargestellt, das vor allem die Ortsteile Lengfurt und Trennfeld versorgt. Wärmenetze bestehen derzeit nicht.

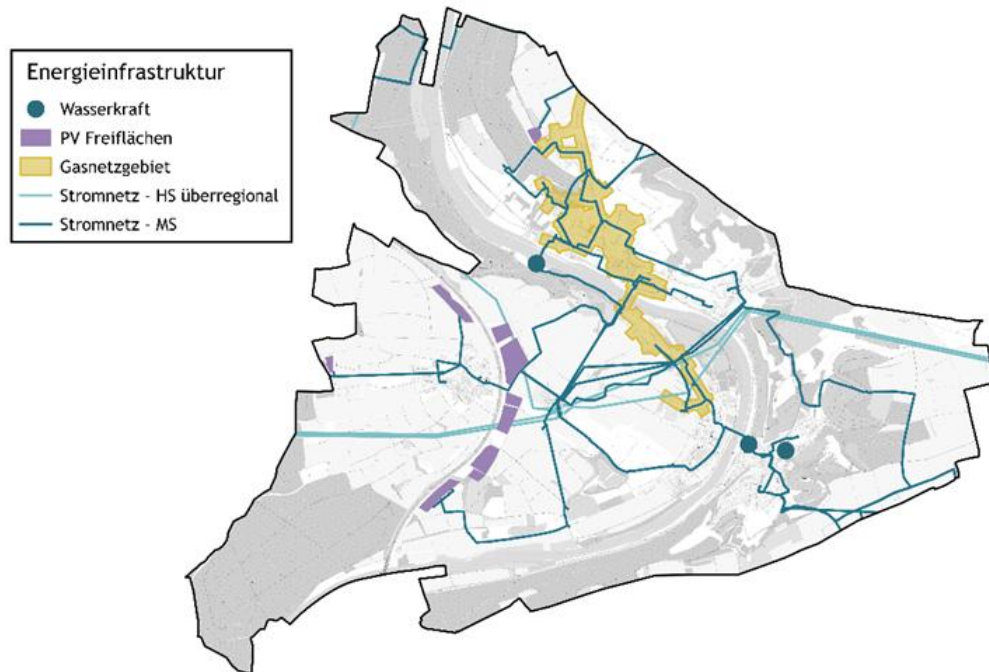


Abbildung 3: Energieversorgung in Triefenstein: Standorte von PV- und Wasserkraftanlagen, sowie der Verlauf des Strom- und Gasnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Stromnetz

Die Stromversorgung bildet eine zentrale Grundlage der Energieinfrastruktur und ist entscheidend für den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien. Sie spielt zudem eine Schlüsselrolle in der Wärmewende, insbesondere bei der Umstellung auf strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen.

Im Rahmen der KWP wird daher die bestehende Strominfrastruktur in den jeweiligen Ortsteilen detailliert untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Belastbarkeit der Netze, um potenzielle Engpässe durch den zunehmenden Einsatz elektrischer Heizsysteme frühzeitig zu erkennen. Bei zusätzlichem Strombedarf, etwa durch den Betrieb von Wärmepumpen, erfolgt in der Regel ein Netzausbau zur Erweiterung der Kapazitäten. Dieser wird von den jeweiligen Netzbetreibern durchgeführt, um Überlastungen zu vermeiden und die Versorgung langfristig sicherzustellen.

Erdgasinfrastruktur

Die Erdgasversorgung spielt eine wichtige Rolle in der Wärmebereitstellung des Marktes Triefenstein. Die Bestandsanalyse der Gasinfrastruktur beinhaltet eine detaillierte Erfassung der vorhandenen Gasleitungen, ihrer Verteilung sowie der Anschlussdichte in den verschiedenen Ortsteilen. Insgesamt hat das von der *Energienetze Bayern GmbH* betriebene Erdgasnetz eine Länge von etwa 12 Kilometern und 370 Hausanschlüssen (Asset Owner ist *Gasversorgung Unterfranken GmbH*).

Die Analyse der Gasinfrastruktur hilft nicht nur dabei, den aktuellen Versorgungsgrad zu bestimmen, sondern gibt auch Aufschluss über die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des bestehenden Netzes im Hinblick auf zukünftige Transformationsprozesse. Dies umfasst die Möglichkeit, Teile des Netzes für die Einspeisung von Biogas oder die Nutzung von grünem Wasserstoff umzurüsten. Eine solche Bewertung der bestehenden Gasinfrastruktur bildet somit eine wichtige Grundlage für die Planung einer langfristigen Dekarbonisierungsstrategie und die Optimierung der kommunalen Wärmeversorgung. Auf die Potenziale zur Umwidmung des Erdgasnetzes beispielsweise zu einem Wasserstoffnetz wird in Kapitel 3.4.1 zur Potenzialanalyse eingegangen.

In Abbildung 4 sind die Leitungen der Gasinfrastruktur dargestellt.

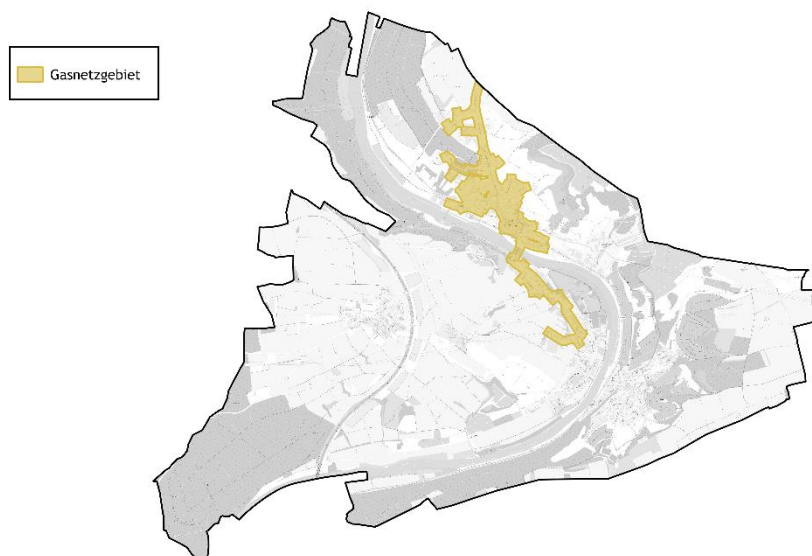


Abbildung 4: Verlauf des Gasnetzes in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

2.1.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentralen Wärmeerzeuger wurden über das *Landesamt für Statistik Bayern* erhoben. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Anzahl der im Bilanzjahr 2022 betriebenen dezentralen Heizkessel. Öl-Kessel überwiegen mit einer Anzahl von 751, gefolgt von 421 Erdgas- und 96 Pelletheizungen. Flüssiggas- und Biomassekessel spielen eine untergeordnete Rolle. Wärmepumpen sind nicht flächendeckend erfasst.

Tabelle 2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger in Triefenstein, Erhebung über Landesamt für Statistik Bayern

Kesseltyp	Anzahl	Kesseltyp	Anzahl
Öl	751	Flüssiggas	77
Erdgas	421	Scheitholz	62
Pellets	96	Hackschnitzel	7

2.1.3 Großverbraucher

Im Zuge der Bestandsanalyse wurden bei allen potenziell relevanten Großverbrauchern die Verbräuche angefragt und auf potenzielle Abwärmenutzung analysiert. Das Zementwerk von *Heidelberg Materials AG* wurde dabei als besonders relevant identifiziert und dem Sektor *Industrie* zugeordnet. Die Daten weiterer Großverbraucher wie die der *Carl Götz GmbH*, der *CREMARE Tierkrematorien GmbH*, dem *Kloster Triefenstein* und der *BGHM-Bildungsstätte* wurden ebenfalls erhoben und dem Sektor *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* zugeordnet. Abbildung 5 zeigt eine standortbezogene Darstellung des Großverbrauchers des Industriesektors in Triefenstein.



Abbildung 5: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur

Ein erster Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist die Eignungsprüfung, die Teilgebiete identifiziert, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen (§14 WPG).

Kriterien für die Einteilung sind dabei in erster Linie das Vorhandensein eines Wärmenetzes oder Gasnetzes, die lokale Siedlungs- und Abnehmerstruktur sowie die Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen oder Abwärme. Darüber hinaus ist der Wärmebedarf ein Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Zensus-Daten genutzt. Die Methodik zur Erstellung des Wärmekatasters wird in Kapitel 2.2.2 detailliert erläutert.

Tabelle 3 zeigt die wichtigsten Informationen gemäß dem *Leitfadens Wärmeplanung* [5], die bei der Eignungsprüfung berücksichtigt werden. Ziel dieser Prüfung ist es, bereits zu Beginn des Planungsprozesses Gebiete zu identifizieren, die potenziell nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder Wasserstoffnetz geeignet sind. In diesen Gebieten liegt der Fokus auf dezentralen Versorgungsstrategien.

Tabelle 3: Datengrundlagen und Analysekriterien der Eignungsprüfung, eigene Darstellung

Thema	Datengrundlage	Zur Analyse von
Siedlungsstruktur	3D-Gebäudemodelle LoD2	Unterteilung des kommunalen Gebiets in Teilgebiete, Identifikation von Wohn- und Gewerbegebieten
Industriebetriebe und Ankerkunden	OpenStreetMap, Kommune	Prüfung von möglichen größeren gewerblichen Abnehmern oder Abwärmepotenzialen
Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	Pläne von Erdgasnetzen, Wärmenetzen, bestehenden Erzeugungsanlagen	Identifikation von Gebieten ohne bestehende Gas- und Wärmeinfrastruktur
Wärmebedarf	Wärmebedarf (aggregiert und im Hektarraster)	Prüfung des Wärmebedarfs zum Ausschluss von Wärmenetzen mit fehlender Wirtschaftlichkeit

2.2.1 Bauliche Struktur in Triefenstein

Zunächst werden die verschiedenen Siedlungsstrukturen und Gebäudetypen analysiert. Nutzungsarten und Gebäudetypen werden auf Basis von Geodaten identifiziert. Für die georeferenzierte Darstellung kommen sowohl die tatsächliche Nutzung als auch Gebäudegeometriemodelle (*LoD2-Daten*) zum Einsatz. Diesen ist eine Gebäudefunktion zugeordnet, sodass zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden werden kann. Als weiterer Aspekt werden im Bereich der Wohngebäude die IWU-Gebäudetypen (Klassifikation typischer Wohngebäude in Deutschland, die vom *Institut Wohnen und Umwelt* entwickelt wurde) ermittelt [6]. Dafür wird in folgende Typen unterschieden:

- **Einfamilienhäuser**
Freistehendes Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen, meist 2-geschossig
- **Reihenhäuser**
Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen als Doppelhaus, gereihtes Haus, meist 2-geschossig
- **Kleine Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 3 bis 6 Wohnungen
- **Große Mehrfamilienhäuser**
Wohngebäude mit 7 oder mehr Wohnungen
- **Nichtwohngebäude**
Gewerbeimmobilien

Abbildung 6 zeigt die vorwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene im Marktgebiet von Triefenstein. Nichtwohngebäude sind vor allem an den Ortsrändern und in den Gewerbegebiet *Oberes Eck* und dem Gelände rund um die *Heidelberg Materials AG* zu finden. Das Gewerbegebiet ist geprägt von kleineren und mittelständischen Unternehmen aus verschiedenen Branchen wie Logistik, Einzelhandel oder dem klassischen Handwerk.

Die Siedlungsstruktur von Triefenstein wird zu mehr als 50 % von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern geprägt. Kleinere Mehrfamilienhäuser machen etwa 20 % aus. Die Ortskerne von Lengfurt, Trennfeld und Homburg sind dicht besiedelt, in Trennfeld überwiegen Nichtwohngebäude. Die Wohngebäude sind häufig von Gärten und landwirtschaftlichen Flächen umgeben.

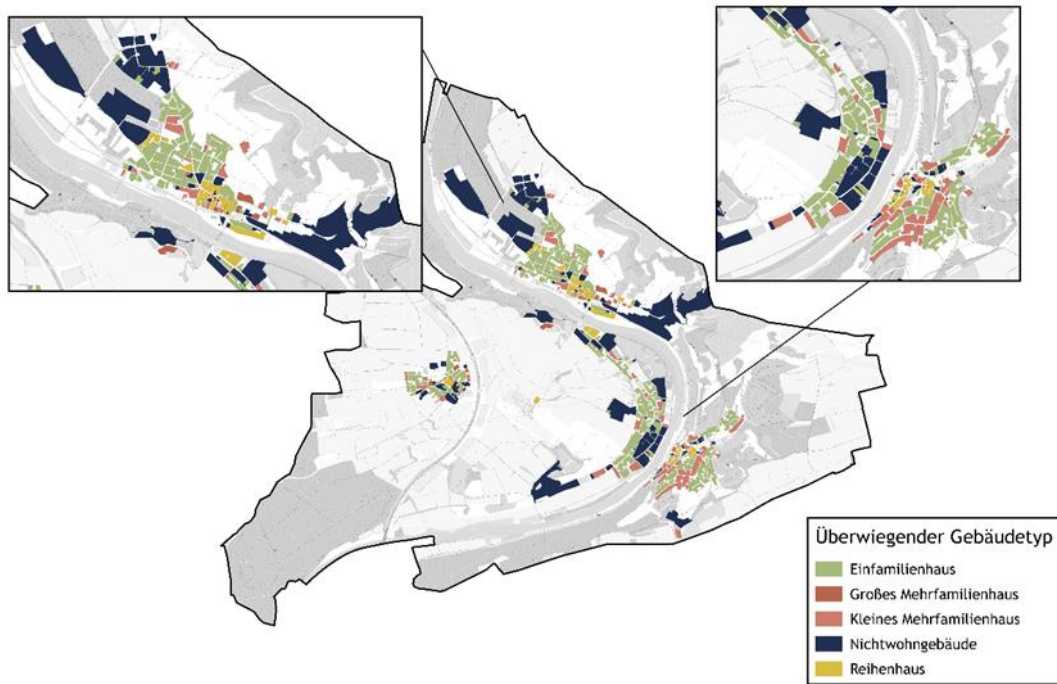


Abbildung 6: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

2.2.2 Wärmebedarf

Aus der räumlich aufgelösten Darstellung des Wärmebedarfs sind Gebiete mit erhöhten Wärmedichten ersichtlich, die sich potenziell für eine leitungsgebundene Energieversorgung eignen können. Diese fließen in die Eignungsprüfung ein, um Gebiete auf eine leitungsgebundene Versorgung zu prüfen. Der Wärmebedarf von Gebäuden hängt sowohl von der Kubatur der Gebäude als auch der jeweiligen Baualter ab. Daher wird zur Bestimmung des Wärmebedarfs die Informationen des *Zensus* mit den Gebäudemodellen (*LoD2*-Daten) verschnitten. Der *Zensus* liegt ebenfalls räumlich aufgelöst in einem 100x100 m-Raster deutschlandweit vor. Die Einteilung in Baualterklassen beruht auf baugeschichtlichen Entwicklungen, wie das Inkrafttreten von Verordnungen (z.B. Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung).

Aus der hinterlegten Gebäudefunktion der *LoD2*-Daten und den ermittelten Baualter der Gebäude können den Gebäuden spezifische Energiebedarfskennwerte zugeordnet werden. Über die Flächeninformationen wird so der Energiebedarf ermittelt. Die Kennwerte sind dem *Leitfaden Energieausweis* entnommen und berücksichtigen den Heizwärme- und Warmwasserbedarf von Wohn- und Nichtwohngebäude in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m²·a) [7].

Neben diesem berechneten Wärmebedarf fließen auch die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz in das Wärmekataster ein. Dabei wird der im Wärmekataster ermittelte Wärmebedarf mithilfe des Verhältnisses zwischen dem Wärmeverbrauch aus der Energie- und Treibhausgasbilanz und dem aus dem Wärmekataster berechneten Wärmebedarf angepasst.

Deutlich erkennbar ist der hohe Anteil älterer Gebäude. In Abbildung 7 ist die überwiegende Baualterklasse auf Baublockebene dargestellt. 72 % des Gebäudebestands wurden vor 1987 errichtet und entsprechen oft nicht den heutigen energetischen Standards. Die mangelnde Wärmedämmung von Fassaden, Dächern und Fenstern sowie veraltete Heizsysteme führen zu einem erhöhten Energieverbrauch und beeinträchtigen die Energieeffizienz. Vor diesem Hintergrund spielt die energetische Sanierung des Altbestands eine wichtige Rolle in der kommunalen Wärmeplanung von Triefenstein. Die jüngeren Gebäude im Marktgebiet befinden sich überwiegend in den Gewerbegebieten sowie an den Ortsrändern.

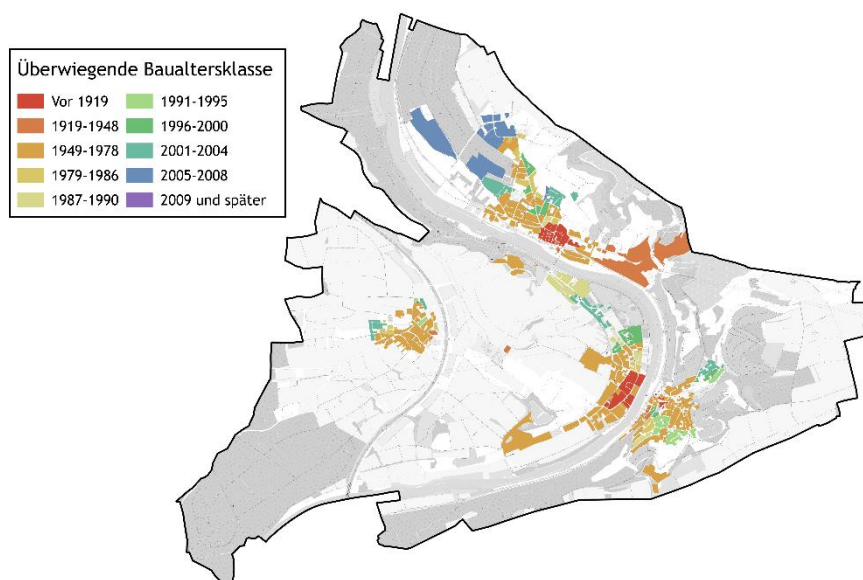


Abbildung 7: Überwiegende Baualterklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Abbildung 8 und Abbildung 9 veranschaulichen das Wärmekataster des Marktes. Um den Datenschutz zu wahren wird der Wärmebedarf im Hektarraster und auf Baublockebene dargestellt. In der Regel spiegelt das Wärmekataster die Erkenntnisse der baulichen Struktur und der Verteilung der Baualterklassen wider. In besonders dicht bebauten Gebieten mit älterer Bebauung sind erhöhte Wärmedichten zu erwarten, wie etwa in Zeilenbauten aus der Nachkriegszeit. In wiederum weniger dicht bebauten Gebieten, in der Regel im Außenbereich von Kommunen, zeigen sich geringere Wärmedichten.

In Triefenstein ist erkennbar, dass besonders in den Ortszentren der vier Gemeindeteile Homburg, Lengfurt, Rettersheim und Trennfeld Wärmebedarfsschwerpunkte herrschen. Typischerweise liegen die Wärmebedarfsschwerpunkte im Innenstadtbereich, da hier eine verdichtete Bebauung vorliegt, während in den Außengebieten und Weiler oft mit größerem Abstand gebaut wird und die Wärmebedarfsdicht sinkt, so auch in Triefenstein. Zudem sticht deutlich der Wärmebedarf des Zementwerks der *Heidelberg Materials AG* hervor.

Bei der Einordnung des Wärmebedarfs gibt der *Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes* eine Orientierung [5]. Demnach ist eine Eignung für Wärmenetze ab 70 MWh pro Hektar und Jahr in Neubaugebieten und ab 415 MWh pro Hektar und Jahr für konventionelle Netze gegeben (siehe Tabelle 4). Auf dieser Grundlage können Gebiete mit erhöhten Wärmedichten in die Eignungsprüfung aufgenommen werden und im weiteren Verlauf hinsichtlich einer leitungsgebundenen Versorgung geprüft werden.

Tabelle 4: Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]

Wärmedichte in MWh/ha-a	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0-70	Kein technisches Potenzial
70-175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175-415	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
415-1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

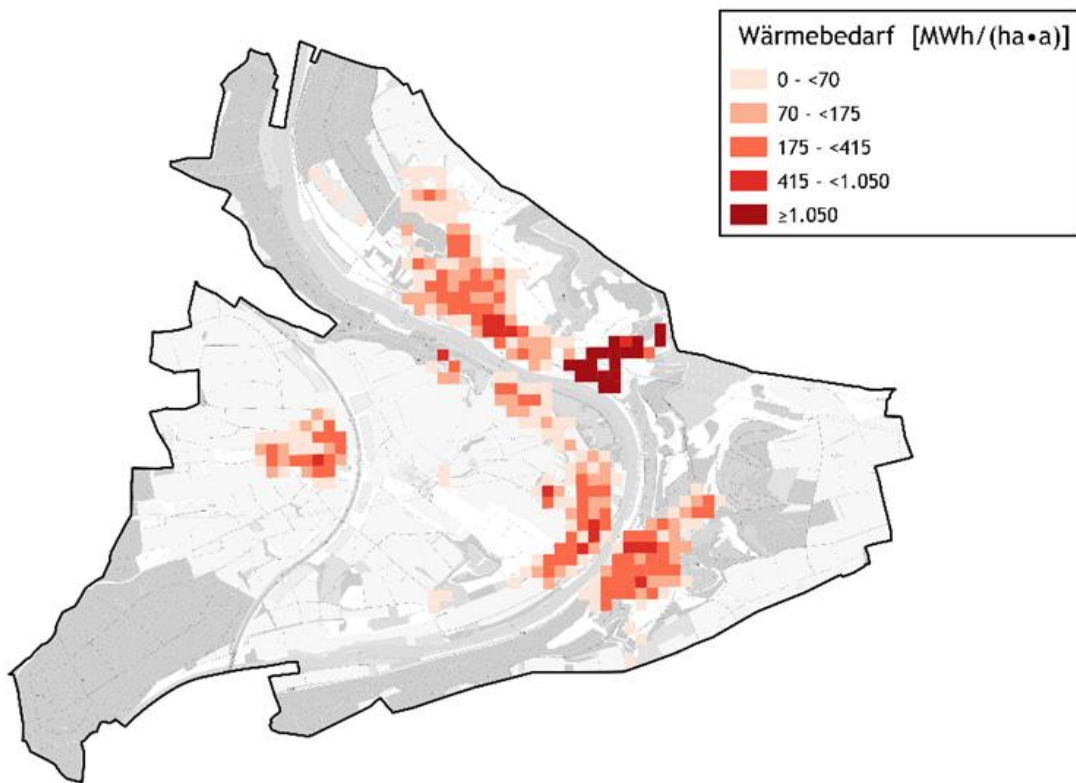


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Hektarraster in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

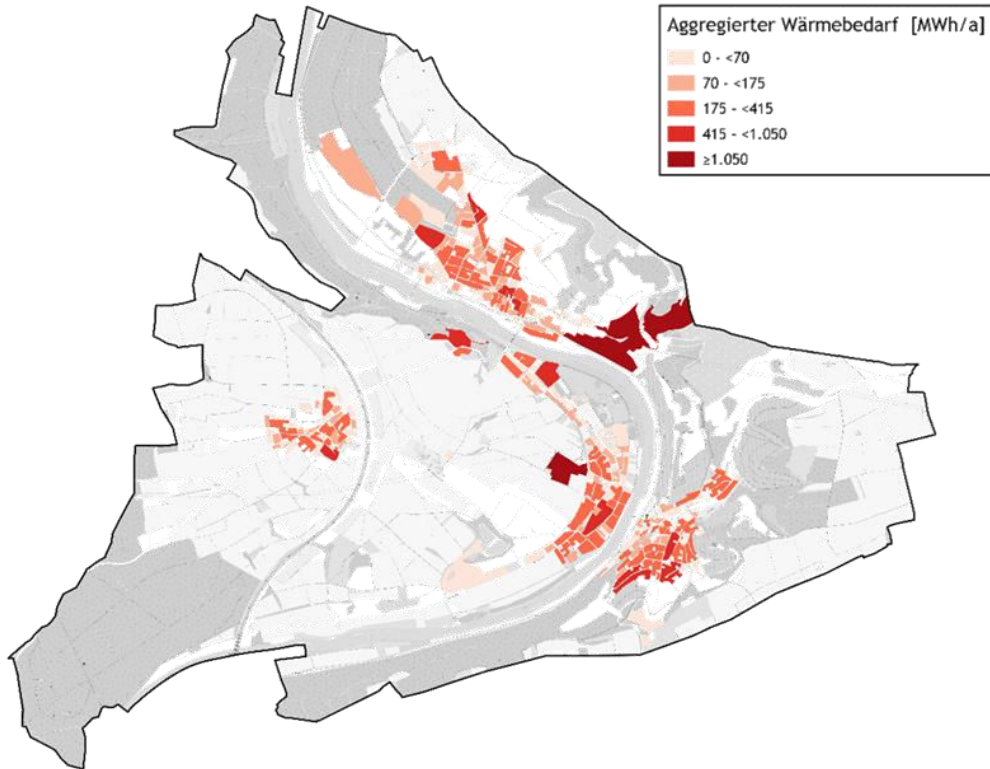


Abbildung 9: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Triefenstein, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Im nächsten Schritt wird die Wärmelinien-dichte ermittelt. Sie beschreibt die Wärmebedarfs-menge pro Trassenmeter und Jahr und ist ein Indikator für ein potenzielles Wärmenetz. Der Kennwert veranschaulicht die linearen Bedarfsverteilung entlang des Straßennetzes, indem die Linien die Intensität des Wärmebedarfs in den verschiedenen Bereichen des Marktes sichtbar machen und aufzeigen, wo die Nachfrage besonders hoch ist und wo sie geringer ausfällt.

Im Unterschied zur reinen Bedarfsanalyse bietet die Darstellung mit Wärmelinien eine wertvolle räumliche Perspektive, die es ermöglicht, die Wärmeverteilung in Relation zur Infrastruktur und den bestehenden Bebauungsstrukturen zu setzen. Daraus kann eine erste Indikation einer Wärmelinien-dichte, der Auslastung einer möglichen zentralen Wärmeversorgung sowie der Verhältnismäßigkeit der Netzkosten, abgeleitet werden. Die Wärmelinien-dichte wird für die Einteilung von Gebieten in zentrale oder dezentrale Versorgung herangezogen. Bei einer hohen Wärmelinien-dichte kann davon ausgegangen werden, dass sich die Gebiete eher für eine Versorgung über Wärmenetze eignen, da je errichtetem Trassenmeter mehr Wärmeabnahme erfolgt. Eine Wärmelinien-dichte von über 1.500 kWh/m·a gilt in der Regel als guter Hinweis auf die wirtschaftliche Realisierbarkeit eines neuen Wärmenetzes [5]. Diese Einordnung ist auch in Tabelle 5 nachzuvollziehen.

In Abbildung 10 sind die Wärmelinien-dichten in unterschiedlichen Farben angelegt, die den Grad der Nachfrage visualisieren: Von Rot für Gebiete mit hohem Bedarf über Orange für mittlere bis hin zu Grün für niedrige Wärmebedarfe. Die Zonen mit dichter Besiedelung oder höherer gewerblicher Nutzung in Triefenstein sind deutlich erkennbar. Insbesondere die Ortskerne der einzelnen Ortsteile von Triefenstein und das Gelände des Zementwerks der *Heidelberg Materials AG* heben sich durch hohe Wärmelinien-dichten hervor.

Tabelle 5: Wärmenetzzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [5]

Wärmelinien-dichte in MWh/m·a (Anschlussquote 100 %)	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
< 0,7	Kein technisches Potenzial
0,7 - < 1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5 - < 2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
≥ 2	Empfehlung für Wärmenetze, wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z.B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

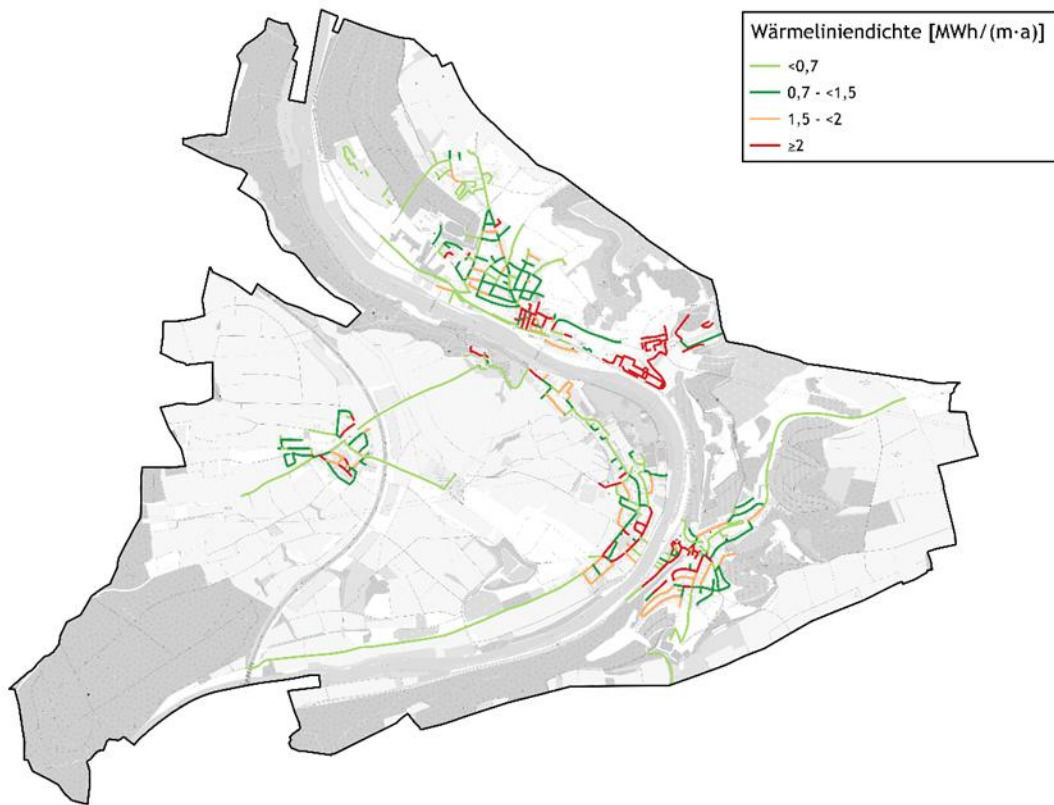


Abbildung 10: Wärmeliniendichten in Triefenstein, eigene Darstellung [4]

2.2.3 Ergebnis der Eignungsprüfung

Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse der Eignungsprüfung. In Grün sind Gebiete markiert, die sich *potenziell* für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung *eignen*. Dazu zählen auch bereits durch ein Gasnetz erschlossene Bereiche. Die mögliche Nutzung von Wasserstoff wird in der Potenzialanalyse vertieft betrachtet. Für die abschließende Bewertung werden die Einschätzungen des örtlichen Gasnetzbetreibers sowie die geplante Infrastruktur des Wasserstoffkernnetzes herangezogen.

Die Eignungsprüfung zeigt Wärmebedarfsschwerpunkte in Triefenstein und insbesondere in den Ortsteilen Trennfeld, Homburg und Lengfurt. Diese Gebiete verfügen bereits über ein Gasnetz und bieten eine geeignete Struktur für den wirtschaftlichen Betrieb leitungsgebundener Systeme.

Gebäude mit größerer Entfernung zu diesen Bereichen (blau markiert) sind *potenziell nicht geeignet* und sind vorrangig dezentral zu versorgen.

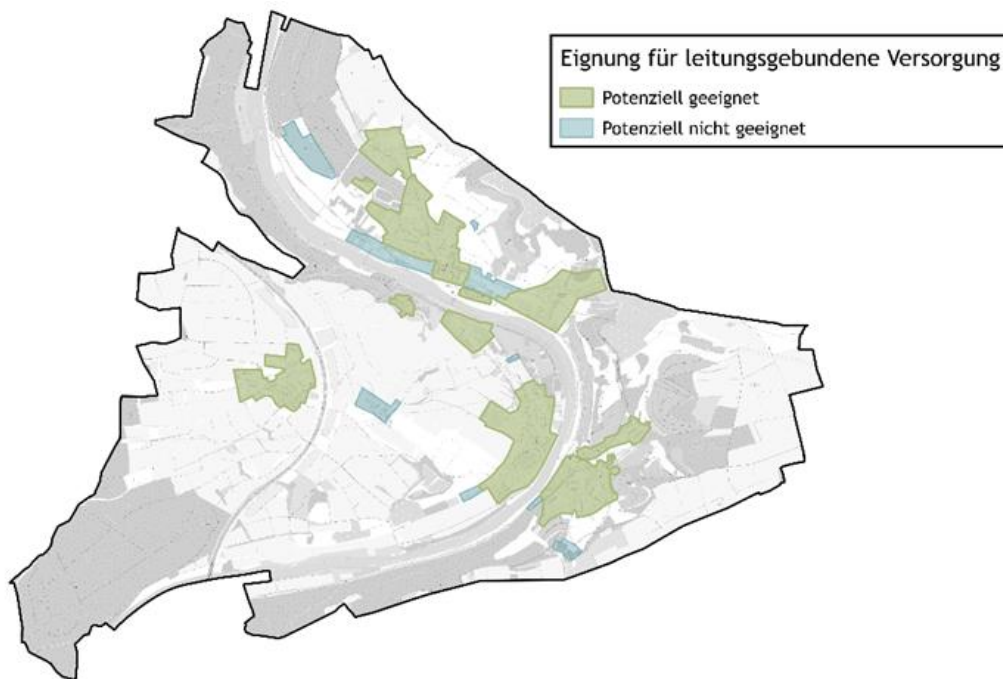


Abbildung 11: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung [4]

2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz mit Industrie

Die Energie- und Treibhausgasbilanz zeigt den aktuellen Energie- und Wärmeverbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Mit der Bilanz lassen sich die größten Emissionsquellen identifizieren und Fortschritte durch umgesetzte Maßnahmen zukünftig nachvollziehen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz für den Markt Triefenstein wurde für das Jahr 2022 nach der *Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)* erstellt [8]. Die Systematik wurde vom *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu)* erarbeitet und ist der deutschlandweite Standard zur Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen für Kommunen. Der *Klimaschutz-Planer* des Klima-Bündnisses fasst die *BISKO*-Methodik in einer webbasierten Software zusammen. Ziel dieser Methodik ist es, alle Endenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen, die auf dem Marktgebiet anfallen, nach den folgenden Sektoren zu bilanzieren:

- Kommunale Einrichtungen
- Private Haushalte
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- Industrie
- Verkehr

Diese sektorenscharfe Aufteilung der Verbrauchsdaten erhöht den Detaillierungsgrad und ermöglicht die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. *Industrie* umfasst produzierendes Gewerbe und Großverbraucher. In Triefenstein fällt darunter die Firma *Heidelberg Materials AG*. *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* beinhaltet alle Verbräuche der kleineren Gewerbebetriebe wie Büros oder Einzelhandel. Nicht energiebedingte Emissionen der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft werden nach *BISKO* nicht bilanziert.

Die Treibhausgasemissionen (in Tonnen CO₂-Äquivalent – tCO₂eq) werden berechnet, indem die Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger multipliziert werden. Dabei werden die Vorketten berücksichtigt. Durch die Umrechnung in CO₂-Äquivalente lassen sich alle Treibhausgase auf eine gemeinsame Vergleichsgröße beziehen und einheitlich darstellen.

Durch die direkte Erhebung von Verbrauchsdaten kann eine hohe Datengüte gewährleistet werden. Die Daten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Marktverwaltung übermittelt. Der Strom- und Erdgasverbrauch der Sektoren konnte über den jeweiligen Netzbetreiber erhoben werden. Da für die Energie- und Treibhausgasbilanz des Marktes Triefenstein eine hohe Anzahl an Daten direkt erhoben werden konnten, weist die Bilanz eine hohe Datengüte auf.

Sekundärdaten aus Hochrechnungen oder Modellen wie dem *TREMODO (Transport Emission-Model)* zur Bilanzierung des Verkehrs weisen eine geringere Datengüte auf. Das *TREMODO* basiert auf Verkehrszählungen und Angaben zum Schienenverkehr sodass kommunenspezifische Verbräuche bilanziert werden können [9].

In der Analyse wird sowohl eine Variante mit als auch ohne das Zementwerk betrachtet. Hintergrund ist, dass das Zementwerk allein den Wärmebedarf der gesamten übrigen Kommune übertrifft. Dadurch werden die Ergebnisse und die Aussagekraft der Bilanz stark beeinflusst. Da die Kommune auf die Emissionen des Zementwerks keinen direkten Einfluss hat, ist eine getrennte Betrachtung sinnvoll, um ein realistischeres Bild der kommunalen Handlungsspielräume zu erhalten.

2.3.1 Endenergie- und Wärmeverbrauch mit Industrie

Der Endenergieverbrauch des Marktes Triefenstein betrug im Jahr 2022 insgesamt 865.999 MWh/a. Mit einem Anteil von 78,7 % entfällt der größte Teil des Endenergiebedarfs auf den Sektor Industrie, wie in Abbildung 12 dargestellt ist. Dies ist ausschließlich auf das Zementwerk der *Heidelberg Materials AG* zurückzuführen.

Die weiteren Sektoren weisen deutlich geringere Anteile auf: 14,7 % entfallen auf den Verkehrssektor, 4,9 % auf *Private Haushalte* (PHH) sowie 1,5 % auf *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* (GHD). Mit einem Anteil von lediglich 0,2 % haben die *kommunalen Einrichtungen* (KE) den geringsten Energieverbrauch.

Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Wärmeverbrauch. Auch hier dominiert der Industriesektor deutlich, wie Abbildung 12 zeigt. Der größte Wärmeverbrauch ist der Industrie mit einem Anteil von 93,0 % am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Ursache hierfür ist der hohe Energiebedarf der Brennöfen zur Zementherstellung. Im Vergleich dazu ist der Wärmebedarf der übrigen Sektoren deutlich geringer: Private Haushalte folgen mit 5,7 %, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit 1,1 %, während kommunale Einrichtungen lediglich 0,2 % des Wärmeverbrauchs ausmachen.

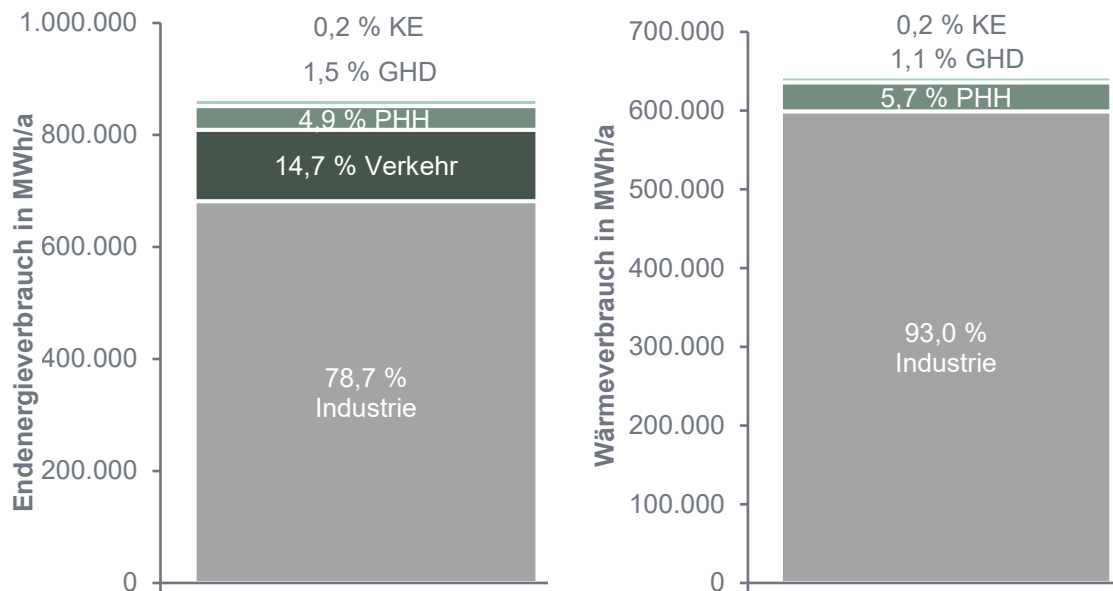


Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Sektoren mit Industrie (l.), Wärmeverbrauch nach Sektoren mit Industrie, eigene Darstellung (r.)

2.3.2 Treibhausgasemissionen nach Sektoren mit Industrie

Die gesamten Treibhausgasemissionen des Marktes Triefenstein betragen im Jahr 2022 288.545 tCO₂eq. Abbildung 13 stellt die Treibhausgasemissionen differenziert nach Sektor dar. Mit 79,3 % ist die Industrie der mit Abstand größte Emittent. Ursache hierfür ist der hohe Einsatz sonstiger konventioneller Energieträger wie Altreifen, Kunststoffreste, Altöl und Lösungsmittel und nur einem vergleichsweise geringen Anteil sonstiger erneuerbarer Energieträger wie Papierreststoffe der im Zementwerk als Energieträger dient. Diese Werte berücksichtigen ausschließlich die brennstoffbedingten Emissionen, die gemäß der BSKO-Systematik bilanziert werden. Der Anteil rohstoffbedingter Prozessemissionen, die bei der Zementproduktion zusätzlich entstehen, macht in der Zementindustrie jedoch etwa zwei Drittel der Gesamtemissionen aus [10].

Neben der *Industrie* trägt der Verkehrssektor mit 15 % zu den Gesamtemissionen bei, während die privaten Haushalte, der GHD-Sektor sowie die kommunalen Einrichtungen eine deutlich untergeordnete Rolle spielen. Deshalb wurde die **Energie- und Treibhausgasbilanz im Folgenden ohne das Zementwerk** durchgeführt. Im weiteren Verlauf dieses Abschlussberichts wird stets, außer es wird explizit erwähnt, sich auf den Wärmebedarf ohne das Zementwerk bezogen.

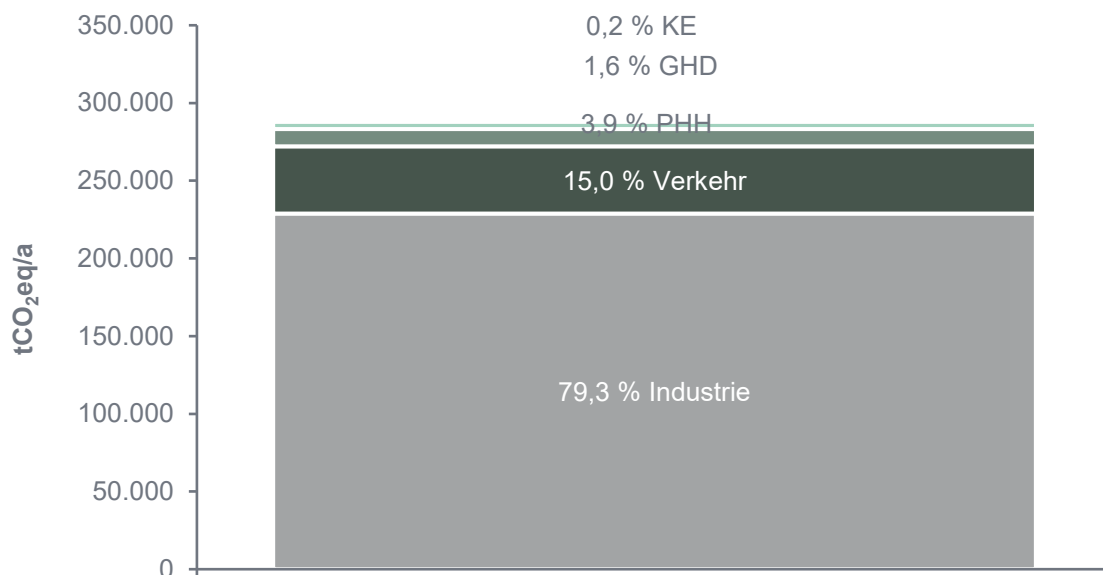


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren mit Industrie, eigene Darstellung

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz ohne Industrie

2.4.1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und Sektoren ohne Industrie

Der Endenergieverbrauch des Marktes Triefenstein betrug im Jahr 2022 insgesamt 184.238 MWh/a, ohne den bilanzierten Anteil des Zementwerks der *Heidelberg Materials AG* beziehungsweise den Industriesektor. Damit verursachen diese Sektoren 21 % des Gesamtendenergieverbrauchs wie in der Energie- und Treibhausgasbilanz mit Zementwerk.

Gemäß der BSKO-Systematik umfasst die Bilanz die Endenergieverbräuche im kommunalen Gebiet, also Wärme, Strom und Kraftstoffe aus dem *Verkehr*. Abbildung 14 veranschaulicht die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche. Mit knapp 70 % entfällt der nun größte Anteil des Energieverbrauchs auf den Verkehrssektor, während der Wärmebedarf 24,3 % und der Stromverbrauch 6,4 % ausmachen.

Innerhalb der betrachteten Sektoren entfallen 23,0 % auf *Private Haushalte* gefolgt von *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* mit 6,9 %. Mit einem Anteil von 0,8 % nehmen *kommunale Einrichtungen* eine deutlich untergeordnete Rolle ein.

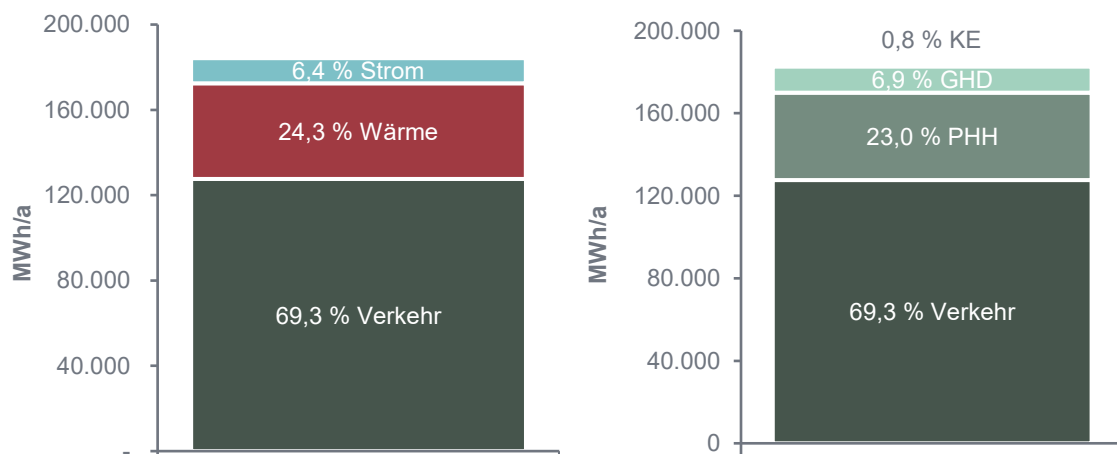


Abbildung 14: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich (l.) und nach Sektoren (r.), eigene Darstellung

2.4.2 Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Sektoren ohne Industrie

Die Treibhausgasemissionen des Marktes Triefenstein betragen im Jahr 2022 insgesamt 59.680 tCO₂eq. Abbildung 15 veranschaulicht die Verteilung der Treibhausgasemissionen auf die unterschiedlichen Anwendungsbereiche. Der größte Anteil entfällt mit 72,3 % auf den Bereich *Verkehr*. Dies ist insbesondere auf die Autobahn A3 zurückzuführen, die durch die Kommune verläuft. *Wärme* verursacht 17,7 % der Emissionen, während der *Stromverbrauch* mit 10,0 % ebenfalls einen Beitrag zum Gesamtausstoß im Gemeindegebiet leistet.

Ebenfalls sind die Treibhausgasemissionen differenziert nach Sektoren dargestellt. Nach dem Anteil des *Verkehrs* folgt *Private Haushalte* mit 18,7 %. *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* sind für 7,9 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich, während *Kommunale Einrichtungen* mit 1,1 % einen geringen Beitrag zum Gesamtausstoß leisten.

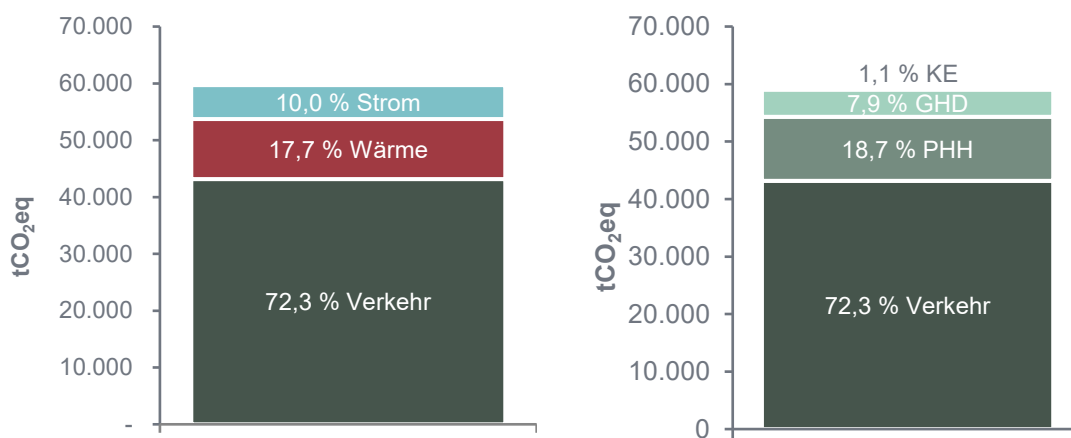
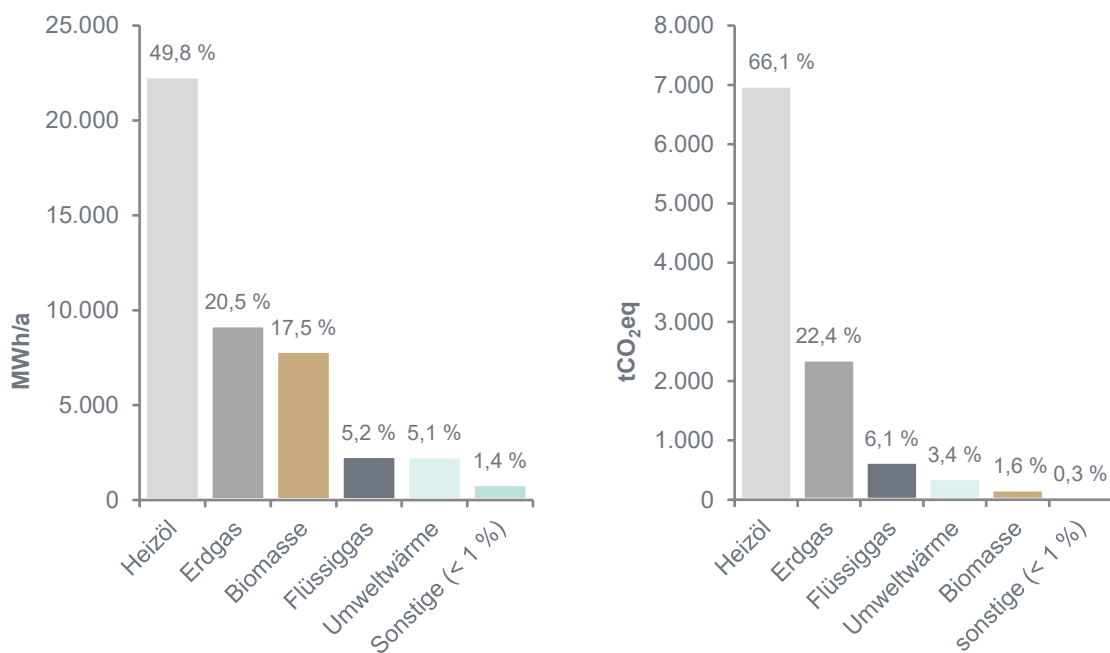


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich (l.) und Sektoren (r.), eigene Darstellung

2.4.3 Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern ohne Industrie

Der jährliche Wärmeverbrauch in Triefenstein beträgt insgesamt 44.839 MWh/a. Abbildung 16 zeigt die prozentualen Anteile der einzelnen Energieträger am gesamten Wärmeverbrauch. Mit 49,8 % hat Heizöl den größten Anteil am Wärmeverbrauch. Gefolgt von Erdgas mit 20,5 %, Biomasse mit 17,5 %, Flüssiggas mit 5,2 % und Umweltwärme mit 5,1 %. Solarthermie und Nahwärme haben zusammen mit 1,4 % den geringsten Beitrag zum Gesamtwärmeverbrauch und sind unter *Sonstige* zusammengefasst (vgl. Abbildung 16).

Auch bei einem Blick auf die Treibhausgasemissionen macht Heizöl mit 66,1 % den größten Anteil aus. Erdgas folgt mit 22,4 %, Flüssiggas mit 6,1 % und Umweltwärme mit 3,4 %. Obwohl Biomasse zum Heizen in Triefenstein nach Erdgas an dritter Stelle steht, ist der geringe Anteil am Gesamtausstoß zu erkennen. Dieser spiegelt die geringen Treibhausgasauswirkung dieses Energieträgers wider. Demgegenüber ist der verhältnismäßig hohe Emissionsanteil der Umweltwärme auf den derzeitigen Strommix zurückzuführen. Dieser wird sich bis zum Zieljahr 2045 jedoch merklich reduzieren (vgl. Abbildung 42).



* Sonstige (in absteigender Reihenfolge, jeweils < 1 %): Solarthermie, Nahwärme

Abbildung 16: Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern, eigene Darstellung

2.4.4 Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern ohne Industrie

Aus der Zusammensetzung der Energieträger ergibt sich, dass der Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung am gesamten Wärmeverbrauch bei 24,1 % liegt (Abbildung 17). Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung stellt damit ein hohes Treibhausgasreduktionspotenzial dar. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen unter anderem Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme.

Bundesweit lag der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung im Jahr 2022 bei 17,9 %. Damit liegt der erneuerbare Anteil der Energieträger im Markt Triefenstein zwar über dem Bundesdurchschnitt (ohne der Berücksichtigung des Zementwerks), dennoch werden über 75,9 % des Wärmeverbrauches weiterhin fossil erzeugt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer konsequenten Dekarbonisierung des Wärmesektors, um eine Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

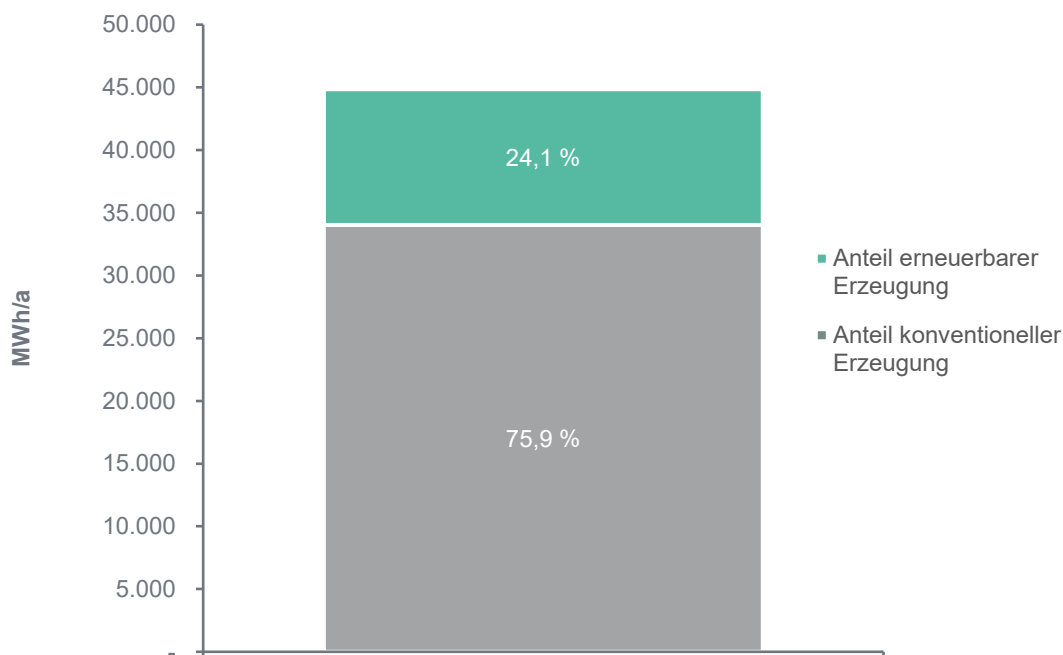


Abbildung 17: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung

2.4.5 Wärmeverbrauch nach Sektoren ohne Industrie

Abbildung 18 zeigt die sektorale Verteilung des Wärmeverbrauchs im Markt Triefenstein. Der größte Wärmeverbrauch ist dem Sektor *Private Haushalte* mit einem Anteil von 82,5 % am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Der *GHD*-Sektor folgt mit einem Anteil von 16,5 % als zweitgrößter Wärmeverbraucher. Der Sektor *kommunale Einrichtungen* weist einen niedrigen Anteil von 1,0% am Wärmeverbrauch auf.

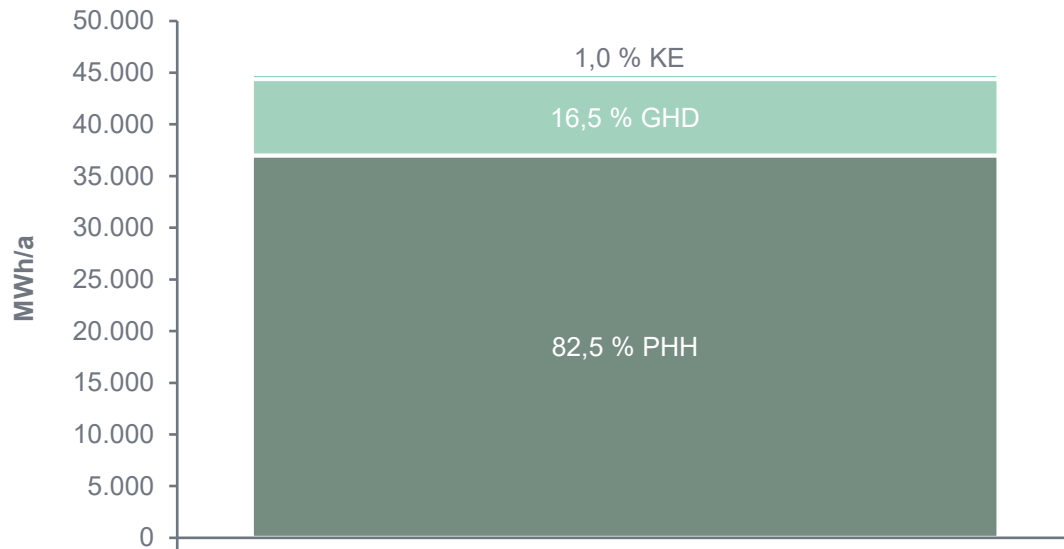


Abbildung 18: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.5 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Im Jahr 2022 decken erneuerbare Energien bilanziell 295 % des gesamten Stromverbrauchs im Markt Triefenstein. Der jährliche Stromverbrauch beläuft sich auf 11.775 MWh/a. Wird der Stromverbrauch der Industrie mitberücksichtigt, verringert sich der Deckungsanteil auf 36,8 %.

Die erneuerbare Stromerzeugung wird vor allem durch Wasserkraft und Photovoltaik (PV) geprägt. Die Wasserkraft stellt mit einer jährlichen Erzeugung von 18.138 MWh/a den größten Anteil, dicht gefolgt von der PV mit 16.662 MWh/a. Abbildung 19 veranschaulicht die Verteilung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Marktgebiet.

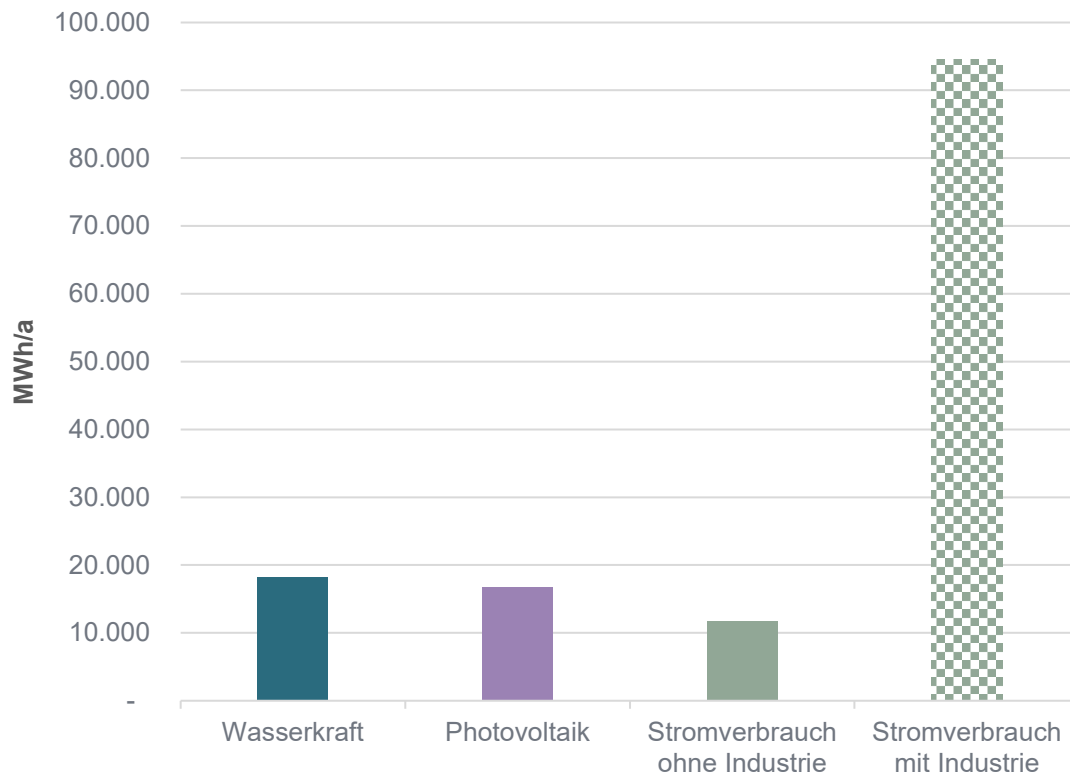


Abbildung 19: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2022, eigene Darstellungen

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse stellt einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar und liefert wesentliche Erkenntnisse zur Realisierung einer treibhausgasneutralen und ressourceneffizienten Wärmeversorgung. Zu Beginn der Analyse wird das Potenzial für die Errichtung und den Ausbau von Wärmenetzen bewertet, um deren Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung einzuschätzen. In diesem Kapitel wird zudem untersucht, welche natürlichen und infrastrukturellen Ressourcen im Markt Triefenstein verfügbar sind und wie sie zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs genutzt werden können. Im Fokus der Analyse stehen lokale Potenziale für erneuerbare Energien wie Solar- und Geothermie sowie für die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe. Darüber hinaus werden Optionen zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Effizienzsteigerung in Gebäuden und Anlagen geprüft.

Durch die umfassende Ermittlung und Bewertung dieser Potenziale schafft die Analyse die Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios, das auf eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 ausgerichtet ist.

Die von INEV durchgeführten Potenzialanalysen basieren bei gebäudebezogenen Potenzialen (z.B. Photovoltaik, Solarthermie) unter anderem auf 3D-Gebäudemolldaten, den *LoD2-Daten* und bei Flächenpotenzialen (z.B. Biomasse, Photovoltaik-Freiflächenanlagen) vor allem auf Geofachdaten oder Open Source Projekten (z.B. *OpenStreetMap*). Die georeferenzierten Darstellungen wurden von INEV erstellt. Geofachdaten beschreiben georeferenziert fachspezifische Informationen. Ein Beispiel für Geofachdaten sind Landschaftsschutzgebiete, die Informationen zu räumlichen Eigenschaften wie Lage, räumliche Ausdehnung und gegebenenfalls weitere Attribute enthalten und von den Landesämtern für Umwelt zur Verfügung gestellt werden.

Die Potenzialhierarchie dient der systematischen Einordnung von Energiepotenzialen nach ihrer Zugänglichkeit und Umsetzbarkeit und ist in Abbildung 20 dargestellt.

Im nachfolgenden werden technische Potenziale ausgewiesen. Das technische Potenzial gibt den Teil des maximal physikalischen (theoretischen) Potenzials an, der durch den Einsatz der aktuell verfügbaren Technik erschlossen werden könnte. Dabei werden Verluste, technische Einschränkungen und infrastrukturelle Gegebenheiten berücksichtigt.

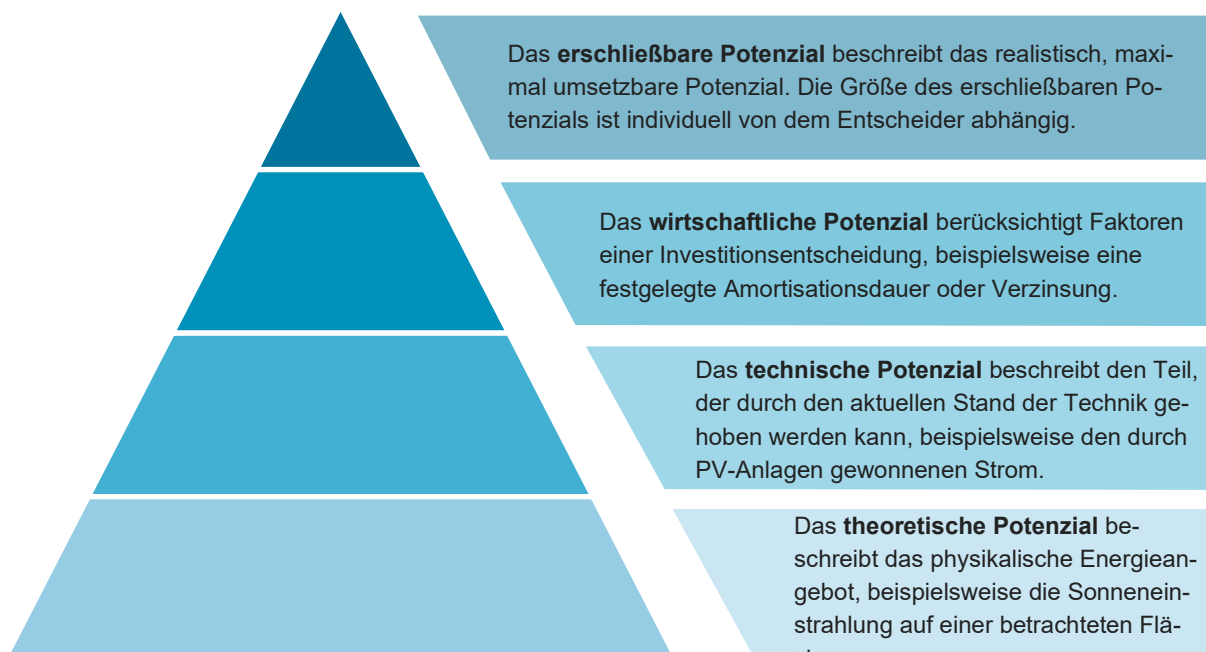


Abbildung 20: Potenzialpyramide, eigene Darstellung

3.1 Wärmenetze

Wärmenetze dienen der leitungsgebundenen Versorgung von Gebäuden mit Wärme. In einem Wärmenetz wird die erzeugte Wärme über ein wasserbefülltes Rohrleitungssystem von zentralen Erzeugungsanlagen, wie Blockheizkraftwerken, Geothermieanlagen oder Großwärmepumpen zu angeschlossenen Gebäuden transportiert. Diese Technologie erlaubt eine effiziente Wärmeerzeugung, da zentrale Anlagen oft höhere Wirkungsgrade erzielen, insbesondere durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung nachhaltiger Energiequellen wie Geothermie oder Abwärme. Trotz unvermeidbarer Wärmeverluste über die Leitungen an die Umgebung ermöglicht die zentrale Wärmeerzeugung einen effizienten Ressourceneinsatz. Wärmenetze werden bevorzugt in dichtbesiedelten Gebieten mit hohem Wärmebedarf eingesetzt, wo sie wirtschaftlich und technisch besonders vorteilhaft sind. Je mehr Wärme transportiert beziehungsweise abgesetzt werden kann, desto besser ist das Netz ausgelastet und kann wirtschaftlich betrieben werden.

Für mögliche Wärmenetze in Triefenstein wurden detaillierte Untersuchungen durchgeführt. Im Rahmen der Prüfung der potenziellen Eignung einzelner Gebiete wurden auf Basis der entsprechenden Eignungsprüfung (vgl. Kapitel 2.2.3) beispielhafte Wärmenetze betrachtet und anhand einschlägiger Indikatoren bewertet, um deren Eignung als potenzielle Wärmenetzgebiete zu bestimmen. Für die Modellierung der beispielhaften Wärmenetze wurde der Wärmebedarf aus dem Wärmekataster gemäß Kapitel 2.2.2 herangezogen. Darüber hinaus wurde ein möglicher Trassenverlauf entlang des bestehenden Straßennetzes innerhalb des betrachteten Untersuchungsgebiets modelliert.

In diesem Kapitel wurden insbesondere vier Wärmenetzuntersuchungsgebiete hervorgehoben, *Homburg Altort*, *Lengfurt Altort*, *Trennfeld Altort* und *Rettersheim Zentrum* welche in Abbildung 21 hervorgehoben sind. In Kapitel 5.1 werden weitere geeignete Gebiete im Rahmen von Fokusgebieten detaillierter betrachtet (ebenfalls dargestellt).

Der *Bundesleitfaden zur Wärmeplanung* definiert Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe, anhand derer die Eignung eines Gebiets für den Ausbau von Wärmenetzen beurteilt werden kann. Ein zentraler Indikator ist die Wärmelinienichte. Diese wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durch praxisrelevante Kriterien ergänzt, beispielsweise das Vorhandensein von Ankerkunden oder potenziellen Abwärmequellen.

Die genannten Indikatoren beeinflussen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Ankerkunden tragen durch eine hohe und möglichst konstante Wärmeabnahme wesentlich zur Auslastung und damit zur wirtschaftlichen Tragfähigkeit der Infrastruktur bei. Abwärmequellen ermöglichen gegebenenfalls die Nutzung kostengünstiger Energiepotenziale und können so die Erzeugungskosten reduzieren. Tabelle 6 gibt hierzu einen zusammenfassenden Überblick.

Weitere Faktoren wirken sich ebenfalls auf die Wirtschaftlichkeit aus, darunter die Verfügbarkeit von Fördermitteln, die Wahl des Wärmeerzeugers, der Einsatz innovativer Technologien sowie das gewählte Betreibermodell. Insbesondere Letzteres kann die Wirtschaftlichkeit erheblich beeinflussen, da es Auswirkungen auf die Kostenstruktur, die Risikoverteilung und die langfristige Betriebssicherheit hat. Darüber hinaus können Veränderungen der klimapolitischen Rahmenbedingungen, etwa eine steigende CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger, die Attraktivität von Wärmenetzen zusätzlich erhöhen.

Tabelle 6: Übersicht der Indikatoren zur Bewertung von Wärmenetzgebieten, in Anlehnung an [5]

Indikator	Eignung bzw. Einfluss auf Eignung
Wärmeliniendichte	
< 0,7 – < 1,3 MWh/m·a	Geringe Eignung
1,3 – 1,7 MWh/m·a	Mittlere Eignung
> 1,7 MWh/m·a	Hohe Eignung
Hohe Anschlussquote im Zieljahr	Positiver Einfluss
Vorhandensein einer Fläche für die Heizzentrale	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Ankerkunden	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Infrastruktur	Positiver Einfluss
Vorhandensein von Abwärmequellen	Positiver Einfluss

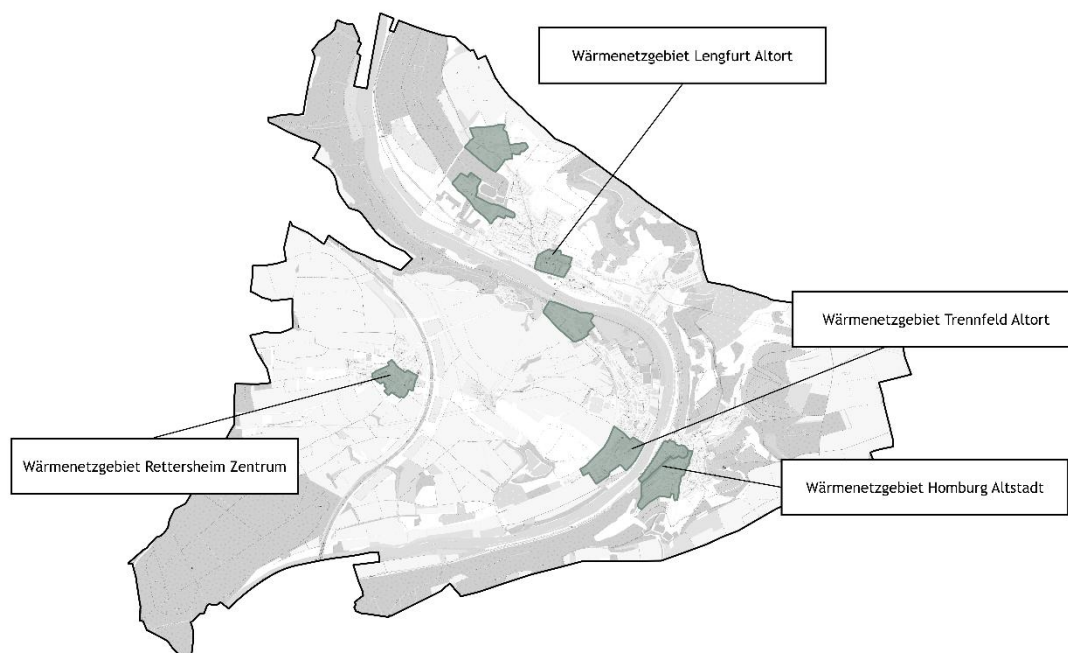


Abbildung 21: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung [4]

3.1.1 Detailbetrachtung Homburg Altort

Das Betrachtungsgebiet liegt im Ortsteil Homburg auf der östlichen Mainseite. Rund 36 % der Gebäude sind Mehrfamilienhäuser, 27 % Einfamilienhäuser und 23 % Reihenhäuser gemäß der IWU-Kategorisierung. 14 % entfallen auf Nichtwohngebäude. Ein großer Teil der Bausubstanz stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der ersten *Wärmeschutzverordnung (WSchV)*, dem Vorläufer des heutigen GEG. Rund 73 % der Gebäude wurden vor 1978 errichtet. Aufgrund dieser Baujahre verzeichnet der Ortsteil einen hohen spezifischen Wärmebedarf, bezogen auf die brutto Geschossflächen der Gebäude, von 128 kWh/m² pro Jahr.

Der Altortkern ist durch eine verdichtete Bebauungsstruktur geprägt. Hohe Wärmebedarfe ergeben sich dort zusätzlich durch die ansässigen Betriebe, wie verschiedene Gasthöfe und Weinkeller, sowie durch den katholischen Kindergarten *St. Burkardus*.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in dem Altort ist in Abbildung 22 dargestellt. Die Umsetzung erfolgt dabei in zwei Ausbaustufen: Zunächst soll mit Ausbaustufe I der Altortkern erschlossen werden, bevor in einer Ausbaustufe II eine Erweiterung auf den angrenzenden Siedlungsbereich erfolgt.

Die Analyse der Indikatoren deutet darauf hin, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlich umsetzbar ist. Bei einer Anschlussquote von 60 % beträgt die Wärmelinienichte in Ausbaustufe I 1.440 kWh/m·a. über dem wirtschaftlichen Richtwert von 1.000 kWh/m·a (bei dieser Anschlussquote). Mit Ausbaustufe II liegt die Wärmelinienichte bei 947 kWh/m·a bei derselben Anschlussquote. Auch wenn dabei der Grenzwert leicht unterschritten wird, ist auch für dieses Gebiet ein wirtschaftlicher Betrieb möglich, da durch leichte Abweichungen in der Trassenführung oder der tatsächlichen Anschlussquote der Kennwert erreicht werden kann.

Angesichts dieser positiven Ausgangslage empfiehlt es sich, das Projekt weiter zu analysieren und eine BEW-Machbarkeitsstudie durchzuführen (vgl. Kapitel 1.5.5). Diese kann dazu beitragen, die spezifischen wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen detailliert zu bewerten, mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren und eine solide Entscheidungsgrundlage für die Realisierung des Wärmenetzes zu schaffen.

Das betrachtete Gebiet wird deshalb als **Wärmenetzneubauegebiet** im Sinne des *WPG* eingestuft. Die wesentlichen Kennzahlen für das Untersuchungsgebiet sind:

Kennwerte Ausbaustufe I:

- Angeschlossene Gebäude: 67
- Trassenlänge: 1,2 km
- Wärmebedarf: 3.585 MWh/a (100 % Anschlussquote)
2.151 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinienichte: 2.401 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
1.440 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubauegebiet

Kennwerte Ausbaustufe II:

- Angeschlossene Gebäude: 197
- Trassenlänge: 3,3 km
- Wärmebedarf: 7.549 MWh/a (100 % Anschlussquote)
4.529 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmeliniendichte: 1.578 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
947 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubaubereich

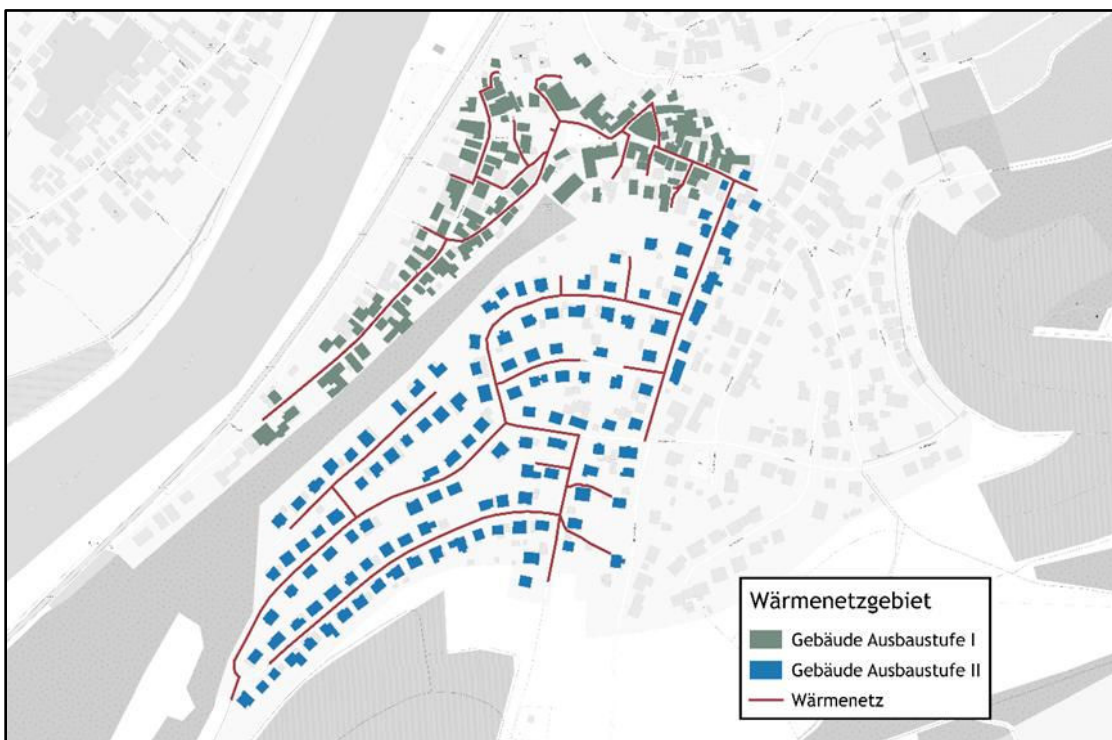


Abbildung 22: Detailbetrachtung Homburg Altort in Ausbaustufen I + II, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.2 Detailbetrachtung Lengfurt Altort

Im Gemeindeteil Lengfurt liegt das Betrachtungsgebiet *Lengfurt Altort*. Es weist eine gemischte, überwiegend wohnbaulich geprägte Struktur auf. Etwa 50 % der Gebäude sind Reihenhäuser, 18 % Einfamilienhäuser und weitere 18 % werden als Nichtwohngebäude genutzt. Der Anteil an Mehrfamilienhäusern gemäß der IWU-Kategorisierung beträgt 16 %.

Rund 90 % des Gebäudebestands wurden vor Inkrafttreten der ersten *WSchV* errichtet, die Hälfte aller Gebäude sogar vor dem Jahr 1919. In diesem Gebiet ist daher ein überdurchschnittlich hoher Wärmebedarf festzustellen, was insbesondere auf die dichte Bebauung mit Reihen- und Mehrfamilienhäusern und den hohen historischen Gebäudebestand zurückzuführen ist. Kommunale Liegenschaften, wie das Rathaus, befinden sich ebenfalls im Gebiet und können als potenzielle Ankerkunden eine stabile Wärmeabnahme sichern.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Lengfurt ist in Abbildung 23 dargestellt. Auch für dieses Gebiet zeigt sich, dass die Umsetzung eines Wärmenetzes wirtschaftlich sein kann. Die Wärmelinien-dichte liegt bei einer Anschlussquote von 60 % aller Gebäude bei 1.495 kWh/m·a und liegt damit deutlich über dem wirtschaftlichen Richtwert. In der Berechnung der Anschlussquote sind sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude gleichermaßen berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund wird auch für dieses Betrachtungsgebiet empfohlen, eine detaillierte Machbarkeitsstudie durchzuführen. Diese kann dazu beitragen, die spezifischen wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen detailliert zu bewerten, mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren und eine solide Entscheidungsgrundlage für die Realisierung des Wärmenetzes zu schaffen. Auch dieses Gebiet wird deshalb als **Wärmenetzneubaugebiet** im Sinne des *WPG* eingestuft. Die wesentlichen Kennzahlen für das Untersuchungsgebiet sind:

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 89
- Trassenlänge: 1,4 km
- Wärmebedarf: 4.161 MWh/a (100 % Anschlussquote)
2.497 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinien-dichte: 2.492 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
1.495 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubaugebiet

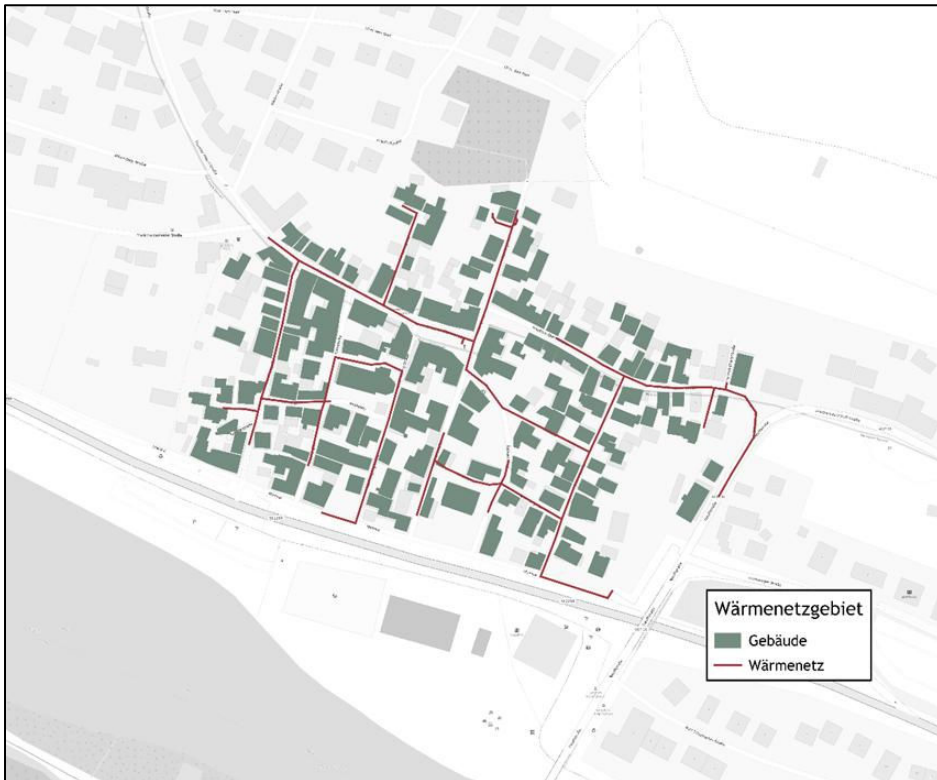


Abbildung 23: Detailbetrachtung Lengfurt Altort, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.3 Detailbetrachtung Trennfeld Altort

Der Altort des Gemeindeteils Trennfeld ist überwiegend durch verdichtete Wohnbebauung geprägt. Fast 40 % entfallen auf Einfamilienhäuser, während Reihenhäuser und kleinere Mehrfamilienhäuser zusammen rund 40 % des Gebäudebestands ausmachen. Der verbleibende Anteil entfällt auf Nichtwohngebäude. Eigenständige Gewerbebetriebe sind in diesem Bereich nicht vorhanden, wobei die entsprechenden Nichtwohngebäude vor allem anliegende Hallen und Nebengebäude ehemaliger Bauernhäuser umfassen, die das historische Ortsbild des Trennfelder Altorts prägen.

Auch in Trennfeld entstammt mit 93 % der überwiegende Teil der Bausubstanz vor 1978 und entspricht daher in weiten Teilen nicht mehr den heutigen energetischen und baulichen Standards. Trotz der vorwiegend wohnbaulichen Nutzung weist der Ortsteil, bezogen auf die Bruttogeschossfläche der Gebäude, einen Wärmebedarf von 123 kWh/m²·a auf. Dieser Wert wird perspektivisch sinken, sofern in den kommenden Jahren vermehrt energetische Sanierungen durchgeführt werden.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Trennfeld ist in Abbildung 24 dargestellt. Die Analyse der relevanten Indikatoren lässt den Schluss zu, dass die Errichtung eines Wärmenetzes im untersuchten Gebiet unter den derzeitigen Rahmenbedingungen grundsätzlich wirtschaftlich realisierbar erscheint, da unter einer Anschlussquote von 60 % eine Wärmelinien-dichte von 967 kWh/m·a erreicht werden kann. Kleinflächige Optimierungen an der Trassenführung, wie im Norden des Betrachtungsgebiets, ermöglichen das Erreichen des Kennwertes von 1.000 kWh/m·a und somit einen wirtschaftlichen Betrieb

Vor diesem Hintergrund wird auch für dieses Teilgebiet empfohlen eine detaillierte Machbarkeitsstudie durchzuführen. Mehr Informationen der Maßnahme *Machbarkeitsstudie* sind dem Maßnahmenkatalog zu entnehmen.

Das betrachtete Gebiet wird somit als **Wärmenetzneubaugebiet** im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes eingestuft, wobei die folgenden wesentlichen Kennzahlen das Untersuchungsgebiet charakterisieren:

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 83
- Trassenlänge: 1,1 km
- Wärmebedarf: 2.568 MWh/a (100 % Anschlussquote)
1.541 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinien-dichte: 1.611 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
967 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubaugebiet



Abbildung 24: Detailbetrachtung Trennfeld Altort, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.4 Detailbetrachtung Rettersheim Zentrum

Im Westen des Marktes Triefenstein befindet sich der Ortsteil Rettersheim. Das betrachtete Gebiet umfasst das Ortszentrum und weist eine gemischte Bebauungsstruktur auf. Der Gebäudebestand setzt sich zu 42 % aus Nichtwohngebäuden und zu 30 % aus Einfamilienhäusern zusammen. Reihenhäuser machen 9 % und Mehrfamilienhäuser 19 % des Bestands aus. Etwa 74 % der Gebäude wurden in den Jahren 1949 bis 1978 errichtet. Somit weist das Gebiet, im Gegensatz zu den in dem vorherigen Kapitel vorgestellten Gebieten, keinen übermäßigen Baubestand vor 1949 auf.

Im Betrachtungsgebiet sind mehrere landwirtschaftliche Betriebe ansässig, was den hohen Anteil an Nichtwohngebäuden erklärt. Durch das Baualter und die Nutzung der Gebäude ergibt sich ein vergleichsweise hoher spezifischer Wärmebedarf, der vor allem auf die energetisch weniger effiziente Bausubstanz zurückzuführen ist.

Die Untersuchung eines möglichen Wärmenetzes in Rettersheim ist in Abbildung 25 dargestellt. Die Auswertung der relevanten Kennzahlen zeigt, dass die Voraussetzungen für die Einrichtung eines Wärmenetzes insgesamt günstig sind. Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen erscheint eine Umsetzung realistisch und wirtschaftlich vertretbar.

Auf Basis dieser Ergebnisse sollte für das Gebiet eine vertiefende Machbarkeitsstudie erfolgen. So kann eine fundierte Grundlage geschaffen werden, um über die Realisierung des Wärmenetzes zu entscheiden. Die wesentlichen Kennzahlen für das als **Wärmenetzneubaugebiet** eingeteilte Untersuchungsgebiet sind:

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 56
- Trassenlänge: 0,8 km
- Wärmebedarf: 1.891 MWh/a (100 % Anschlussquote)
1.135 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinien-dichte: 1.706 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
1.024 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubaugebiet



Abbildung 25: Detailbetrachtung Rettersheim Zentrum, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.5 Zwischenfazit Wärmenetzpotenzial

Die Analyse der Detailbetrachtungen in *Homburg*, *Lengfurt*, *Trennfeld* und *Rettersheim* zeigt, dass in allen untersuchten Gebieten die Wärmelinien-dichte ausreichend ist, um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu betreiben. Mit Wärmelinien-dichten von (nahezu flächendeckend) über 1.000 kWh/m·a, unter der Berücksichtigung der Anschlussquote, wird der Richtwert für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen überschritten.

Das Betrachtungsgebiet *Homburg Altort* liegt im Gemeindeteil Homburg auf der östlichen Mainseite und ist durch eine verdichtete Bebauungsstruktur im Altortkern sowie überwiegend ältere Bausubstanz mit hohem Wärmebedarf geprägt. Bei 60 % Anschlussquote beträgt die Wärmelinien-dichte in Ausbaustufe I (Altortkern) 1.440 kWh/m·a und in Ausbaustufe II (Erweiterung auf den Siedlungsbereich) 947 kWh/m·a, wobei die Wirtschaftlichkeit insgesamt als grundsätzlich gut eingeschätzt wird. Zusätzliche Wärmebedarfe entstehen durch ansässige Betriebe wie Gasthöfe und Weinkeller sowie den katholischen *Kindergarten St. Burkardus*.

Das Betrachtungsgebiet *Lengfurt Altort* liegt im Gemeindeteil Lengfurt und ist überwiegend wohnbaulich geprägt, mit vielen Reihenhäusern sowie einem nennenswerten Anteil Nichtwohngebäude und potenziellen Ankerkunden wie dem Rathaus. Auffällig ist der hohe historische Gebäudebestand (Baualtersklasse vor Inkrafttreten der WSchV, teils vor 1919), der zusammen mit der dichten Bebauung zu einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf führt. Bei 60 % Anschlussquote beträgt die Wärmelinien-dichte 1.495 kWh/m·a, weshalb das Gebiet als Wärmenetzneubauegebiet eingestuft wird.

Trennfeld Altort ist durch verdichtete Wohnbebauung geprägt (viele Einfamilienhäuser sowie Reihen- und kleinere Mehrfamilienhäuser) und weist als Besonderheit zahlreiche Hallen und Nebengebäude ehemaliger Bauernhäuser als Nichtwohngebäude ohne eigenständiges Gewerbe auf. Die Bausubstanz ist überwiegend vor 1949 errichtet worden und damit energetisch unter heutigen Standards, was den Wärmebedarf im Ortsteil erhöht. Bei 60 % Anschlussquote beträgt die Wärmelinien-dichte 967 kWh/m·a, weshalb das auch dieses Gebiet als Wärmenetzneubauegebiet eingestuft wird.

Das Betrachtungsgebiet *Rettersheim Zentrum* im Westen des Marktes Triefenstein weist eine gemischte Bebauungsstruktur mit hohem Anteil an Nichtwohngebäuden und vielen landwirtschaftlichen Betrieben auf. Prägend ist die Baualtersklasse 1949–1978, wodurch ein vergleichsweise hoher Wärmebedarf aus energetisch weniger effizienter Bausubstanz resultiert. Die Kennzahlen sprechen insgesamt für günstige Voraussetzungen, sodass das Gebiet als Wärmenetzneubauegebiet eingestuft wird.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass alle vorgestellten Wärmenetzuntersuchungsgebiete als Wärmenetzneubauegebiet nach WPG eingeteilt werden. Für diese Gebiete empfiehlt es sich somit eine BEW-Machbarkeitsstudie durchzuführen (vgl. Maßnahmenkatalog MB1.X und Kapitel 1.5.5).

3.2 Gebäudenetze

Eine mögliche Alternative zu klassischen Wärmenetzen stellen sogenannte Gebäudenetze dar. Sie weisen eine geringere Dimensionierung auf und ermöglichen eine effiziente Wärmeversorgung, bei der mehrere Gebäude – in der Regel zwei bis sechzehn bzw. bis zu 100 Wohneinheiten – über eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage versorgt werden. Die genannten Grenzwerte orientieren sich an den Förderrichtlinien der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)* und der *Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)*.

Wärmenetze dienen dem Transport der erzeugten Wärme über ein weit verzweigtes Leitungssystem und eignen sich insbesondere für großflächige, dicht besiedelte Gebiete mit hohem Wärmebedarf. Gebäudenetze sind dagegen kompakter aufgebaut und dienen der gemeinsamen Versorgung mehrerer benachbarter Gebäude innerhalb eines begrenzten räumlichen Bereichs, etwa in Quartieren, kleinen Siedlungen oder Gewerbegebieten.

Der wesentliche Unterschied liegt in der räumlichen und organisatorischen Struktur: Während Wärmenetze ganze Stadtteile zentral versorgen, konzentrieren sich Gebäudenetze auf kleinere Einheiten, bei denen ein großflächiges Netz aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll ist.

Gebäudenetze bieten gegenüber der individuellen Wärmeerzeugung zahlreiche Vorteile. Durch die Bündelung des Wärmebedarfs kann eine zentrale Erzeugungsanlage bedarfsgerecht und effizient dimensioniert werden, was zu geringeren spezifischen Investitions- und Wartungskosten pro Anschlussnehmer führt. Zudem besteht eine hohe Flexibilität hinsichtlich der eingesetzten Energiequellen, beispielsweise bei der Integration von Solarthermie, Biomasse oder Wärmepumpen.

Insgesamt ermöglichen Gebäudenetze eine nachhaltige und zukunftssichere Wärmeversorgung mit hohen Effizienzgewinnen und Skaleneffekten durch die zentrale Wärmeerzeugung. Darüber hinaus entfällt in den angeschlossenen Gebäuden die Notwendigkeit individueller Heizsysteme, wodurch zusätzlicher Platz gewonnen wird. Demgegenüber stehen insbesondere hohe Anfangsinvestitionen für die Netzinfrastruktur sowie eine gewisse Abhängigkeit von der zentralen Erzeugungsanlage. Gebiete für potenzielle neue Gebäudenetze zu identifizieren und analysieren ist kein Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und Bedarf einer gesonderten, individuellen Planung. Die Möglichkeit zur Errichtung für ein Gebäudenetz soll bei zukünftigen Fortschreibungen betrachtet werden.

3.3 Betreibermodelle

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Gebäude- oder Wärmenetz zu betreiben, die sich in Investitionsaufwand, Verantwortlichkeiten und Flexibilität unterscheiden. Die Wahl des passenden Modells hängt von den individuellen Anforderungen, den finanziellen Möglichkeiten und den technischen Kompetenzen der Nutzer ab. Die nachfolgende Tabelle zeigt die verschiedenen Varianten im Detail. Besonders Genossenschaften als Betreibermodell ermöglichen Bürgerbeteiligung, fördern lokale Lösungen und sorgen für eine transparente Verwaltung. Die Gründung einer Genossenschaft erfolgt in der Regel in fünf Schritten:

1. Konzeption
2. Satzung
3. Gründungsversammlung
4. Gründungsprüfung durchführen
5. Eintragung durch Registergericht

Langfristig bieten Genossenschaften klimafreundliche, bezahlbare Wärmeversorgung, erfordern aber technisches Know-how und ehrenamtliches Engagement. Sie ermöglichen auch

Wärmenetzen, die auf den ersten Blick nicht wirtschaftlich scheinen, eine Lösung über eine zentrale Versorgung.

Tabelle 7: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen

	<i>Eigenbetrieb</i>	<i>Contracting-Modell</i>	<i>Energieversorger</i>	<i>Genossenschaft/ WEG</i>
<i>Übersicht</i>	<i>Einzelner Betreiber (z.B. Landwirt oder Kommune) betreut die Anlage</i>	<i>Externes Unternehmen plant, baut und betreibt das Netz</i>	<i>Betrieb durch professionellen Energieversorger</i>	<i>Genossenschaft oder Wohnungseigentümergeinschaft betreibt das Netz</i>
<i>Besonderheit</i>	<i>Übernahme sämtlicher Aufgaben durch Einzelperson</i>	<i>Bindung an vertragliche Rahmenbedingungen des Dienstleisters</i>	<i>Vergleichbar mit Contracting aber Umsetzung durch größere EVU</i>	<i>Demokratisch organisiert</i>
<i>Verantwortlicher</i>	<i>Betreiber in Eigenregie</i>	<i>Externer Dienstleister</i>	<i>Energieversorgungsunternehmen</i>	<i>Mitglieder (u.a. Kommune, Gewerbe, Bürger)</i>
<i>Mitsprache Preisgestaltung</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>
<i>Laufende Wärmekosten</i>	<i>Gering bis Mittel</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Gering bis Mittel</i>
<i>Investitionskosten für Nutzer</i>	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>
<i>Vorteile</i>	<i>Direkter Draht zum Betreiber, schnelle Entscheidungsfindung</i>	<i>Entlastung bei Organisation, Technik und Finanzierung</i>	<i>Professioneller Betrieb, langfristige Preisgestaltung</i>	<i>Bürgernah, geteilte Kosten, wirtschaftlicher Gewinn durch geringe Wärmebezugskosten</i>
<i>Nachteile</i>	<i>Hohe Abhängigkeit von einer Person, begrenzte Professionalität</i>	<i>Geringe Einflussnahme, langfristige Bindung mit möglichen Mehrkosten</i>	<i>Wenig Gestaltungsspielraum, begrenzte Anbietersauswahl, Gewinnmarge für EVU</i>	<i>Erhöhter Abstimmungsaufwand, Engagement erforderlich, Wissensaufbau nötig</i>

3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

3.4.1 Wärme

Dieses Kapitel der Potenzialanalyse widmet sich der Identifikation und Bewertung aller relevanten Wärmequellen, die zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung innerhalb der Markt beitragen können. Da der Wärmesektor maßgeblich zur Erreichung der lokalen und nationalen Klimaziele beiträgt, ist die Erschließung nachhaltiger Wärmequellen eine Kernaufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Die nachfolgend untersuchten Wärmequellen umfassen eine Bandbreite von erneuerbaren Ressourcen bis hin zu innovativen Technologien, die einen zentralen Beitrag zur Reduktion fossiler Brennstoffe leisten können.

Luft-Wärmepumpen

Die Luft-Wärmepumpe ist eine bewährte Technologie, die Wärme aus der Umgebungsluft auf ein höheres Temperaturniveau hebt und so nutzbar für Heizzwecke macht. Es wird die vorhandene Wärmeenergie der Umgebung (hier Luft) aufgenommen und durch den technischen Prozess in der Wärmepumpe „hochgepumpt“.

Im Inneren zirkuliert ein Kältemittel, das bereits bei niedrigen Temperaturen verdampft. Die Wärmepumpe saugt Außenluft an, die ihre Wärme im Verdampfer an das Kältemittel abgibt. Dieses verdampft und wird anschließend im Verdichter komprimiert. Dabei wird die elektrische Energie des Verdichters als mechanische Arbeit auf das Kältemittel übertragen – der Druck und die Temperatur steigen. Im Kondensator gibt das heiße Kältemittel seine Wärme an das Heizsystem ab und verflüssigt sich wieder. Über ein Expansionsventil wird es entspannt und der Kreislauf beginnt von vorn. So kombiniert die Luft-Wärmepumpe die kostenlose Umweltwärme mit elektrischer Energie und macht sie effizient für Heizung und Warmwasser nutzbar.

Auf Grund der geringen Restriktionen bietet die Luft-Wärmepumpe ein gutes Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme. Ein wesentlicher Vorteil von Luft-Wärmepumpen ist ihre Flexibilität und einfache Installation, da sie keine umfangreichen Erdarbeiten benötigen und in der Regel in bestehenden Gebäuden oder in neuen Bauvorhaben eingesetzt werden können. Sie können, je nach Anlagentyp, sowohl für die Heizung als auch für die Kühlung von Räumen verwendet werden, indem sie die Betriebsweise umkehren.

Durch den Ausbau von Wärmepumpen ist mit einem steigenden Strombedarf und erhöhten Anschlusskapazitäten auf der Gebäudeseite zu rechnen. Daher ist für die Integration von Luft-Wärmepumpen in Triefenstein ist gegebenenfalls eine Erhöhung beziehungsweise ein Ausbau der Netzkapazitäten notwendig.

Im Zuge der Analyse wurde das Potenzial für Luft-Wärmepumpen in Triefenstein ermittelt. In der Untersuchung wird der Wärmebedarf der Gebäude mit der potenziell möglichen Wärmebereitstellung durch Luft-Wasser-Wärmepumpen verglichen. Folgende Annahmen wurden in der Betrachtung getroffen:

- Der Wärmebedarf basiert auf den Ermittlungen der Bestandsanalyse. Es werden Wohn- und Nichtwohngebäude betrachtet.
- Die Wärmebereitstellung wird durch die Schallemission der Geräte und damit durch den Abstand der Wärmepumpen zu den Nachbarbebauung beschränkt. Maßgebend ist der nächtliche Immissionsrichtwert gemäß *TA-Lärm* für reine Wohngebiete.
- Verwendung einer standardisierten Wärmepumpe, die alleinig die Wärme bereitstellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass ab einer Außentemperatur von -6°C mit einem Heizstab „nachgeheizt“ wird und eine Vorlauftemperatur von 50°C bereitgestellt werden kann.

Durch diese Methodik wird eine erste Grundlage geschaffen, um die Möglichkeiten einer dezentralen Versorgung mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen abschätzen zu können. Die Ergebnisse der Analyse für Triefenstein sind in Abbildung 26 dargestellt. Das Hektarraster zeigt, wie viel Prozent der darin enthaltenen Gebäude grundsätzlich für den alleinigen Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe geeignet sind, ohne dass zusätzliche Maßnahmen wie schalltechnische Einhausungen notwendig sind.

Die Analyse weist in den zentralen Bereichen der Ortsteile Homburg, Lengfurt und Trennfeld ein geringes Potenzial ($25 \leq 50 \%$) auf, was vorrangig auf schalltechnische Rahmenbedingungen zurückzuführen ist. Einzelne Gebiete mit sehr geringem Potenzial ($0 \leq 25 \%$) sind überwiegend durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf der Gebäude geprägt, der mit der angenommenen Luft-Wasser-Wärmepumpe wirtschaftlich oder technisch nicht vollständig abgedeckt werden kann, beispielsweise im Bereich des Zementwerks. Dennoch bestehen für viele dieser Fälle praktikable Lösungswege: schalltechnische Einhausungen, der Einsatz leiser Geräteserien oder eine detaillierte, standortspezifische Planung können die Umsetzbarkeit deutlich verbessern.

Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Die Installation benötigt keine aufwendigen Erdarbeiten und lässt sich sowohl in bestehenden Gebäuden wie auch im Neubau integrieren.**
- **Im Zentrum von Homburg, Lengfurt und Trennfeld und bei Gebäuden mit hohem Wärmebedarf können sich auf Grund der dichten Bebauung Herausforderungen in der Umrüstung auf Luft-Wärmepumpen ergeben.**

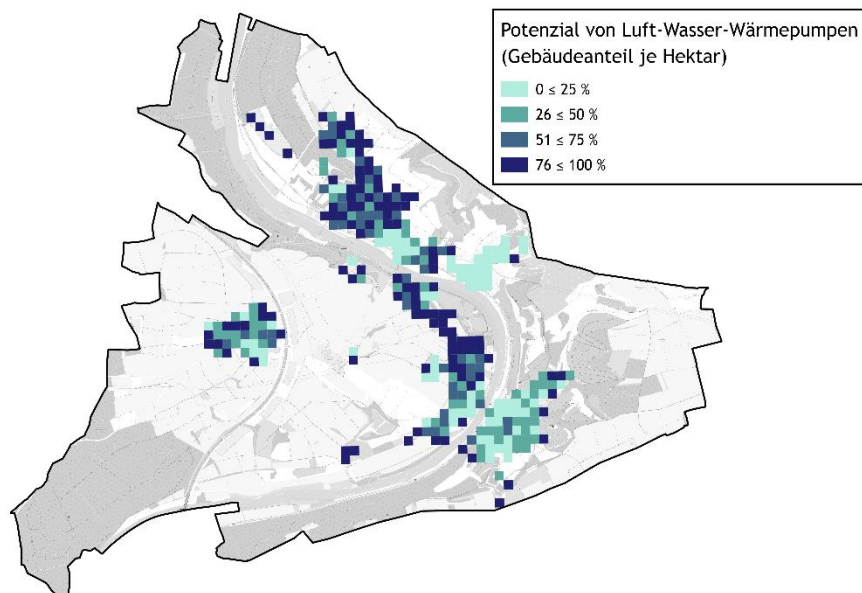


Abbildung 26: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe je Hektar, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung. In der dezentralen Anwendung kommen verschiedene Systeme zum Einsatz, die sich hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Effizienz unterscheiden und in Abbildung 27 dargestellt werden. Ähnlich wie im zuvor beschriebenen Kapitel werden auch bei der oberflächennahen Geothermie Wärmepumpen eingesetzt, die der Umgebung (hier: Erdreich) Wärme entzieht und mittels der Wärmepumpe auf das zur Verfügung stehende Temperaturniveau anhebt.

Dabei ist die Wärmeleitfähigkeit des Bodens ein Indikator für die Eignung von Geothermie. Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie das geothermische Potenzial eines Bodens ist. Sie hängt maßgeblich ab vom Substrat und den hydrologischen Verhältnissen. In Triefenstein liegt die mittlere Wärmeleitfähigkeit bis zwei Meter Tiefe bei 1,2 bis 1,6 W/m·K. In 100 Meter Tiefe erreicht der Boden Wärmeleitfähigkeiten bis zu 3,2 W/m·K auf, was gute Bedingungen für die Wärmeentnahme schafft [11]. Bei der oberflächennahen Geothermie können nachfolgende Technologien unterschieden werden.

Erdwärmekollektoren und -körbe nutzen die oberflächennahe Erdwärme, indem sie die Wärme des Erdreichs aufnehmen und über ein Wärmeträgermedium, meist eine spezielle Flüssigkeit (Glykol), zur Wärmepumpe leiten. Während Kollektoren flach und horizontal in wenigen Metern Tiefe verlegt werden, sind Körbe in vertikalen Bohrungen angeordnet. Die Wärmepumpe erhöht das Temperaturniveau der entzogenen Wärme, um sie für die Heizung oder Warmwasserbereitung nutzbar zu machen. Bei Erdwärmekollektoren wird für ein typisches Einfamilienhaus etwa das 1,5- bis 2,5-fache der beheizten Wohnfläche als Kollektorfläche im Boden benötigt. Damit eignen sich diese Systeme besonders für Einfamilienhäuser mit ausreichend freier Grundstücksfläche. Erdwärmekörbe sind hingegen platzsparender und können auch bei einer hohen Grundflächenzahl eingesetzt werden.

In Triefenstein ist die Nutzung von Erdwärmekollektoren nahezu uneingeschränkt möglich. Ausschlussgebiete bestehen nur in drei Wasserschutzgebieten am Rande des Marktgebiets. Die potenziell erreichbare Entzugsenergie ist in Abbildung 28 dargestellt.

- **Die Entzugsenergie je Flurstück für die Nutzung von Erdwärmekollektoren in Triefenstein ist in bebauten Gebieten mit 5 bis 50 MWh/a gut.**

Grundwasser-Wärmepumpen nutzen die im Grundwasser gespeicherte Wärme, indem Wasser aus einer Quelle entnommen, durch die Wärmepumpe geleitet und anschließend wieder in den Untergrund zurückgeführt wird. Dieses System kann besonders effizient sein, wenn die Grundwasserquelle über eine konstante Temperatur verfügt. Für die Nutzung sind ein Saug- und ein Schluckbrunnen erforderlich in einem gewissen Abstand voneinander. Die Nutzung ist jedoch mit gewissen Risiken verbunden, da der Grundwasserspiegel beeinflusst werden kann. Zudem ist eine wasserschutzrechtliche Genehmigung erforderlich, was zu zusätzlichen Kosten im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Erdkollektoren führt.

Für Triefenstein besteht aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen kein geeignetes Potenzial für den Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen.

- **Potenzial für Grundwasser-Wärmepumpen ist im gesamten bebauten sowie unbebauten Gebiet von Triefenstein nicht vorhanden.**

Erdwärmesonden erschließen die Erdwärme in größerer Tiefe (bis zu 400 Meter), indem sie vertikale Bohrungen nutzen, durch die ein Wärmeträgermedium zirkuliert. Diese Systeme sind effizienter, da die Temperatur in tieferen Bodenschichten im Jahresverlauf/oder saisonal konstant ist, und eignen sich besonders für größere Gebäude oder bei höherem Wärmebedarf. Die Länge der Bohrlöcher ist vor allem vom Wärmebedarf und der Untergrundbeschaffenheit abhängig. Bei Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 m sind bergbaurechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Für ein typisches Einfamilienhaus werden in der Regel ein bis zwei Erdwärmesonden benötigt. Jedoch sind die Bohrungen mit recht hohen Kosten verbunden und es besteht ein gewisses Fündigkeitsrisiko.

Die jeweils mögliche Entzugsleistung für Erdwärmesonden in Triefenstein ist in Abbildung 29 dargestellt. Ein Potenzial wird dabei ausschließlich für die Bereiche ausgewiesen, in denen tatsächlich ein Wärmebedarf besteht. Die Nutzungsmöglichkeiten sind dabei aufgrund von geologischen, hydrogeologischen oder wasserwirtschaftskritischen Aspekten weiter eingeschränkt. Somit kann das Potenzial folgendermaßen zusammengefasst werden.

- **Das Potenzial für Erdwärmesonden ist in vereinzelt Teilen von Triefenstein vorhanden. Dazu zählen die Gemeindeteile Rettersheim und Teile des nördlichen Lengfurts.**
- **Die erreichbare Entzugsleistung je Flurstück liegt dabei im Bereich von 5 bis 50 kW.**

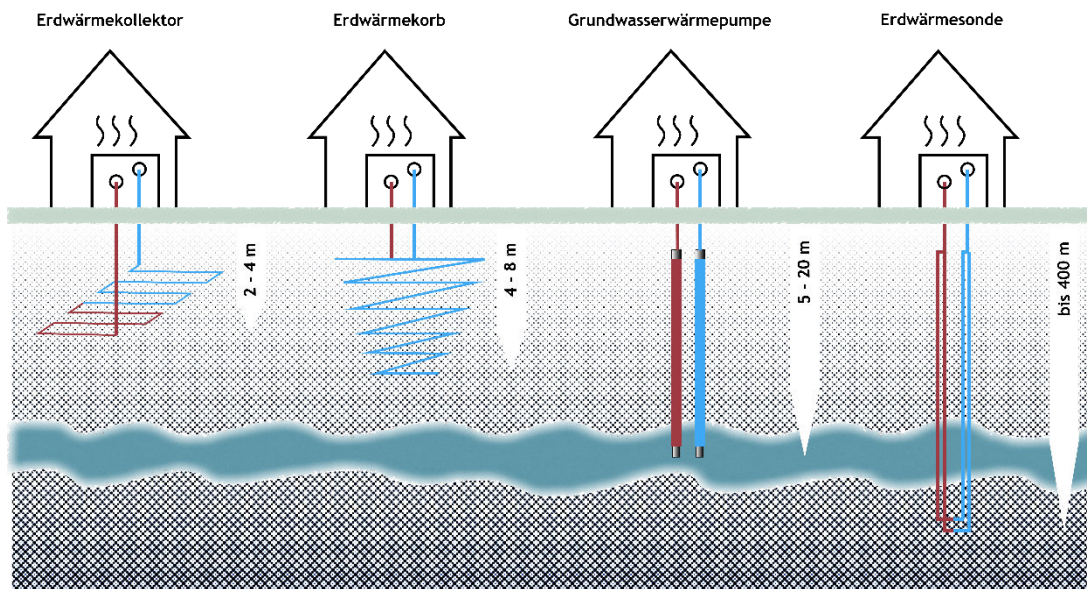


Abbildung 27: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen [12], eigene Darstellung

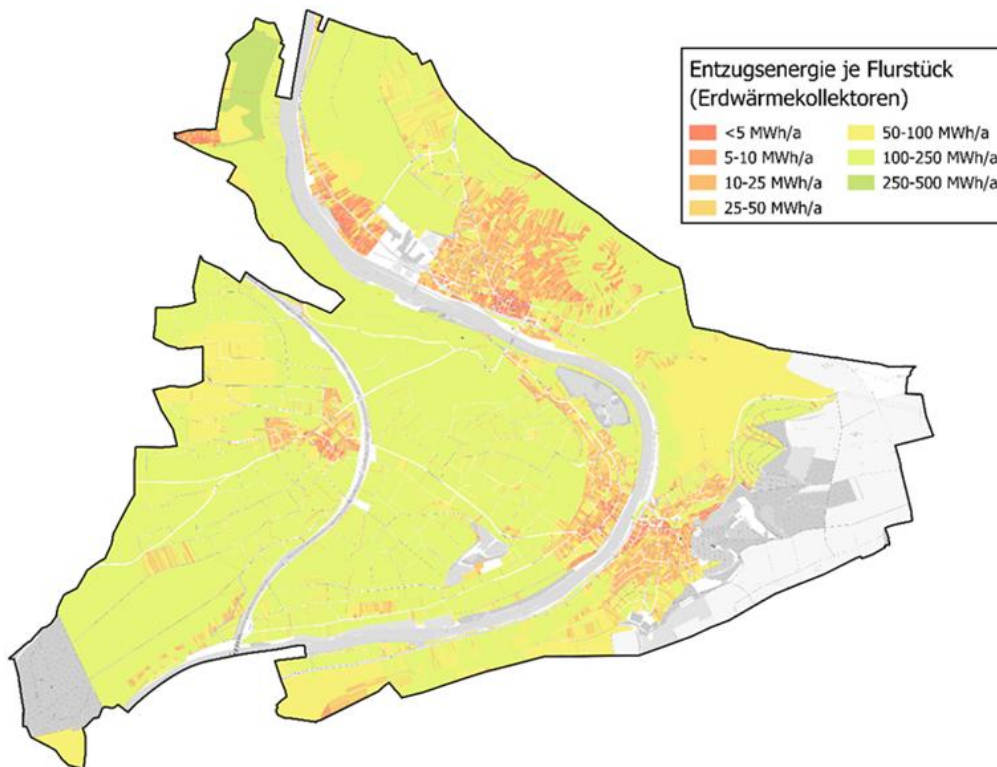


Abbildung 28: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren [13]

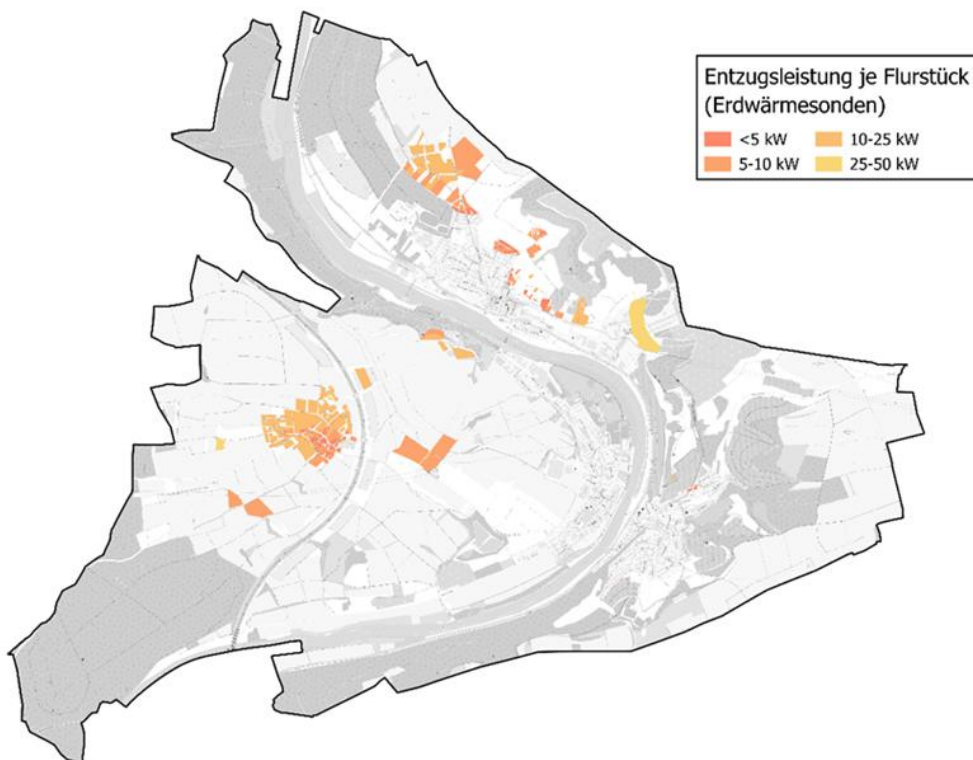


Abbildung 29: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [13]

Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus großen Tiefen von mehr als 400 Metern bis zu mehreren Kilometern unter der Erdoberfläche. In diesen Erdschichten herrschen aufgrund des geothermischen Gradienten, das heißt der natürlichen Temperaturzunahme mit zunehmender Tiefe, Temperaturen von 60 °C bis über 150 °C. Diese Wärme kann durch den Einsatz spezieller Bohrtechnologien erschlossen und über Rohre und Pumpen an die Oberfläche gebracht und über Wärmetauscher nutzbar gemacht werden.

Das Verfahren der Tiefengeothermie nutzt entweder Thermalwasser, welches in den tiefen Erdschichten zirkuliert, oder heißes Gestein als Wärmequelle. Mithilfe eines geschlossenen Kreislaufs wird die Wärme aus diesen Schichten an die Oberfläche gefördert und für die Beheizung von Gebäuden und Industrieanlagen nutzbar gemacht. Die Wärme wird entweder direkt genutzt oder durch Wärmetauscher auf ein sekundäres Wärmenetz übertragen, in dem sie verteilt wird.

Aufgrund der konstanten und ganzjährig verfügbaren Wärmeleistung bietet die tiefe Geothermie eine besonders zuverlässige und nachhaltige Energiequelle. Für den effizienten Einsatz dieser Energieform ist jedoch ein Wärmenetz erforderlich, um die Wärme über größere Distanzen ohne signifikante Verluste zu transportieren.

Die geologischen Voraussetzungen für die Nutzung von Tiefengeothermie sind basierend auf großräumigen geologischen Auswertungen zu Temperaturverteilung und Gesteinsvorkommen in Triefenstein als nicht geeignet einzustufen [11].

- **Im Markt Triefenstein wird keine Anlage zur Nutzung von Tiefengeothermie betrieben.**
- **Triefenstein liegt in keinem geologisch geeigneten Gebiet für die Nutzung von Tiefengeothermie [11].**
- **Aufgrund einer zu geringen Abnehmerzahl sowie hohen Kosten ist Tiefengeothermie nicht zu empfehlen.**

Fließgewässer

Flusswärme beschreibt die Nutzung von Wärmeenergie, die in Fließgewässern gespeichert ist, zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Bei dieser Technologie wird das Temperaturniveau des Gewässers genutzt, welches in der Regel über dem der Umgebungsluft liegt, insbesondere im Winter. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen wird diese Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben und zur Wärmeversorgung eingesetzt.

Der Prozess zeichnet sich insbesondere durch seine Umweltfreundlichkeit aus, da die Wärmegewinnung emissionsfrei erfolgt und keine nennenswerten Eingriffe in das Flusssystem erforderlich sind, wenn die Flusswasserwärmepumpe an bestehenden Bauten, wie beispielsweise Wasserkraftwerken, errichtet wird. Die Technologie empfiehlt sich insbesondere für städtische oder dicht bebaute Gebiete in der Nähe großer Fließgewässer. Gemäß den geltenden Bestimmungen wird für die Errichtung von Flusswasserwärmepumpen eine wasserrechtliche Genehmigung benötigt. Des Weiteren ist eine regelmäßige Reinigung der Systeme erforderlich, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten.

Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit kann das Oberflächengewässer nur ein Bestandteil der Wärmeversorgung sein. Eine ganzjährige Nutzung kann aufgrund äußerer Einflüsse wie zu niedriger Gewässertemperaturen oder zu geringe Abflüsse nicht sicher gewährleistet werden.

Für die Nutzung von Flusswärme zur Versorgung von Wärmenetzen sind Fließgewässer mit ausreichendem Durchflussvolumen sowie einer möglichst konstanten Wasserführung über das gesamte Jahr hinweg erforderlich. Nur unter diesen Bedingungen kann eine stabile und nachhaltige Wärmeentnahme gewährleistet werden.

Durch das Marktgebiet Triefenstein fließt der Main begleitet von mehreren kleinen Zuflüssen. An drei Stellen sind bereits Wasserkraftwerke zur Stromerzeugung im Betrieb. Die Ortsteile Lengfurt, Homburg und Trennfeld liegen direkt am Ufer des Mains. Dadurch ist auch die räumliche Nähe zum Wärmebedarf gegeben. Die nächstgelegene Messstelle sitzt in Steinbach bei Lohr am Main. Zwischen der Messstelle und Triefenstein münden einige Zu- und Abflüsse in den Main, deren Durchflussmengen bleiben jedoch unberücksichtigt.

An der Messstelle Steinbach wurden zwischen 1965 und 2016 ein arithmetisches Mittel der niedrigsten Tageswerte von 47,1 m³/s erfasst. Diese Durchflussmengen wären grundsätzlich für den Betrieb einer Wärmepumpenanlage geeignet. Seit 2007 wird an der Messstelle auch die Wassertemperatur erfasst. Diese betrug im Mittel 12,5 °C, wobei die niedrigste Temperatur bei -0,3 °C lag und erfüllt damit auch grundsätzlich die notwendigen Anforderungen. [14]

Für die Abschätzung des theoretischen und technischen Potenzials wird ein Coefficient of Performance (COP) der Wasser-Wasser-Wärmepumpe von 3,5 bei 4.500 Vollastbenutzungsstunden angenommen. Bei einer Entnahmemenge von maximal 5 % am Wärmetauscher und eine Temperaturdifferenz von 5 Kelvin festgelegt, lässt sich ein technisches Potenzial von 218.096 MWh erreichen. Dem gegenüber steht ein gesamter Wärmebedarf des Ortes von etwa 44.839 MWh/a ohne die Berücksichtigung des Zementwerks.

Der Einsatz einer Flusswärmepumpe als Wärmequelle kann daher als unterstützende Wärmequelle für ein (oder mehrere) Wärmenetze verwendet werden. Für den Einsatz von Flusswasser-Wärmepumpen sind jedoch genehmigungsrechtliche Aspekte zu beachten und im Einzelfall zu prüfen.

Somit lassen sich die Ergebnisse folgendermaßen zusammenfassen:

- **Durch den Markt Triefenstein verläuft der Main, dessen technisches Potenzial bei 218.096 MWh liegt.**
- **Sehr hohes Potenzial als unterstützenden Energieträger für ein Wärmenetz.**
- **Eine Machbarkeitsstudie ist zur spezifischen Potenzialabschätzung notwendig.**

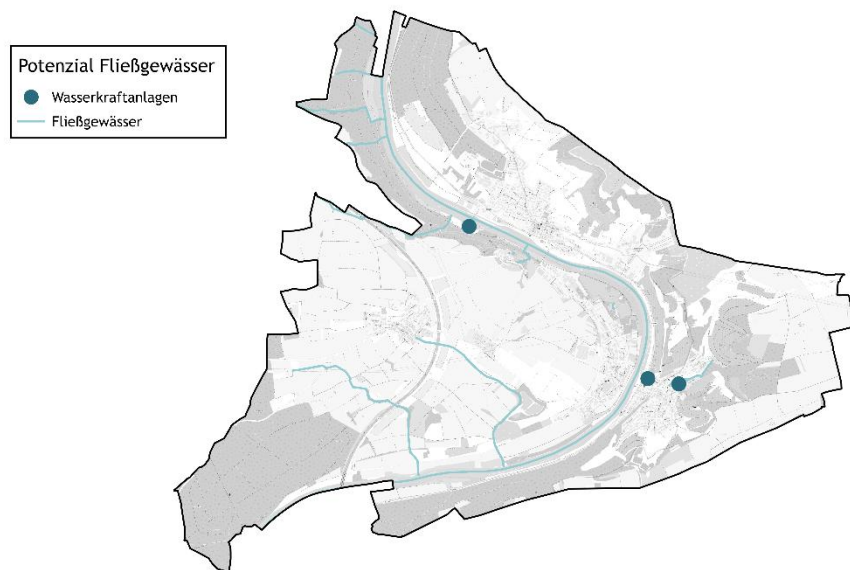


Abbildung 30: Fließgewässer und bestehende Wasserkraftanlagen in Triefenstein, eigene Darstellung

Solarthermie

Solarthermie-Kollektoren wandeln solare Strahlung in nutzbare Wärme um. Die Kollektoren fangen Sonnenlicht ein und erhitzen ein Wärmeträgermedium (meist Glykol). Die thermische Energie kann so zur Gebäudeheizung, Wassererwärmung oder Einspeisung ins Wärmenetz genutzt werden.

Zur kommunalen Wärmeversorgung eignen sich insbesondere Aufdach-Anlagen und Freiflächenanlagen. Beide Optionen haben spezifische Vorteile und Einsatzbedingungen:

Freiflächen-Solarthermie: Diese Anlagen benötigen große, unverschattete Flächen und sind geeignet, wenn sie in Verbindung mit Wärmespeichern und Wärmenetzen betrieben werden. Die Speicherung der erzeugten Wärme ermöglicht eine flexible und bedarfsorientierte Nutzung, auch zu Zeiten geringer Sonneneinstrahlung. Ein solcher Aufbau bietet sich für kommunale oder großflächige Wohnprojekte an, setzt jedoch die Verfügbarkeit eines Wärmenetzes voraus und bedingt einen hohen Flächenverbrauch.

Dachflächen-Solarthermie: Auf Dachflächen kann Solarthermie auf Wohn- und Gewerbegebäuden installiert werden. Dachflächen bieten oft eine hohe Verfügbarkeit für die Installation von Solarkollektoren, konkurrieren jedoch häufig mit Photovoltaikanlagen, die Sonnenenergie in Strom umwandeln. Diese Konkurrenz führt oft zu Abwägungen zwischen Wärme- und Stromnutzung auf demselben Dach. Meist werden Solarthermieanlagen zur Heizunterstützung und Warmwasserbereitung eingesetzt.

Das Solarthermiepotezial basiert auf den Untersuchungen der Gebäudegeometriedaten des *Bayerischen Vermessungsamtes (LoD2-Daten)* [1]. Auf dessen Datengrundlage wird auf Grundlage der hinterlegten Dachfläche sowie Ausrichtung und Neigung der Flächen das technische Potenzial in Triefenstein ausgewiesen. In die Betrachtung gehen folgende Annahmen ein:

- Ausschluss von ungeeigneten Dachformen: Kegeldach, Kuppeldach, Turmdach oder Mischformen
- Ausschluss von nördlich ausgerichteten Dächern
- Mindestgröße Dachfläche: 5 m²
- Anteil verfügbare Dachfläche: 50 % bei Flachdächern, 70 % bei geneigten Dächern
- Jahresmittelwert Globalstrahlung: 1.120 kWh/ m² [Energieatlas]

Für Triefenstein ergibt sich daraus ein technisches Potenzial von 110.686 MWh/a. Bei einer angenommenen Umsetzungsquote von 15 % entspricht dies einem realistischen Jahresertrag von rund 16.602 MWh. Zum Vergleich liegt der bereits realisierte Ertrag laut *BAFA-Förderauszug* derzeit bei etwa 200 MWh/a.

Abbildung 31 stellt das theoretische Ertragspotenzial aller Dachflächen im Marktgebiet dar. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern des Betriebsgeländes von *Heidelberg Materials AG* sowie auf Liegenschaften ortsansässiger Gewerbebetriebe. In den Wohngebieten der Ortsteile bewegen sich die Potenziale einzelner Gebäude überwiegend im Bereich von unter 25 bis zu 75 MWh/a.

Diese Methodik schätzt das Solarthermiepotezial auf den Dachflächen des Marktes Triefenstein ab und bildet die Grundlage für die Einbindung dieser Energiequelle in das kommunale Wärmekonzept. Bilanziell kann über Solarthermie 40 % des gesamten Wärmebedarfs in Triefenstein gedeckt werden. Dabei ist die saisonal verstärkte Verfügbarkeit von Solarthermie in den Sommermonaten zu berücksichtigen, was diese Wärmeerzeugungstechnologie auf die Heizkesselunterstützung beschränkt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Solarthermie einen wichtigen Beitrag zur dezentralen Wärmeversorgung leisten kann.

- **Erwartbarer Jahresertrag bei 15 % Umsetzungsquote: 16.602 MWh/a**
- **Die Wärmeerzeugung durch Solarthermie könnte bilanziell etwa 40% des Wärmebedarfs in Triefenstein decken.**
- **Die Wärmeerzeugung durch Solarthermie eignet sich beispielsweise als Hybrid-Lösung zur Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung.**



Abbildung 31: Ertragspotenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung

Biomasse

Biomasse umfasst eine breite Palette organischer Materialien wie Holz, pflanzliche Abfälle und landwirtschaftliche Produkte und dient als vielseitige Quelle erneuerbarer Energie. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung oder Fermentation und anschließende Verbrennung, um Wärme und Strom zu erzeugen oder Bioenergieträger wie Biogas oder Biodiesel zu produzieren. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das Potenzial der Biomassenutzung untersucht. Für die Untersuchung wird zwischen Biogas, Biomasse aus Grünland und Ackerflächen sowie Biomasse aus Holz unterschieden. Das Potenzial zur Stromerzeugung von Biomasse aus Grünland und Ackerflächen wird in Kapitel 3.4.2 untersucht.

Die Möglichkeit **Biogas** zu Biomethan aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen, wurde im Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Insbesondere mit Hinblick auf die zeitnah auslaufende EEG-Vergütung ist eine Umrüstung der Biogasanlagen von Rohbiogas auf Biomethan grundsätzlich möglich. Zu berücksichtigen ist dabei, dass etwa 10 % des Erdgasbedarfs im Netzverbund Triefenstein/Marktheidenfeld auf Triefenstein zurückzuführen ist. Dabei ergab sich nach Aussage des Netzbetreibers folgendes Ergebnis:

- **Im Marktgebiet von Triefenstein gibt es keine Biogasanlage**
- **Gesamte Anschlussleistung der Erdgaskessel im Netzverbund: 50.850 kW**
- **Im Umkreis von 10 km um Triefenstein befinden sich insgesamt 4 Biogasanlagen: Gesamtleistung: 2.038 kW**
- **Erdgasbedarf von Triefenstein überschreitet die über Biogasanlagen zur Verfügung stehende Menge an Biomethan**
- **Somit ist das Biogaspotenzial für Triefenstein bzw. den Netzverbund nicht ausreichend für einen flächendeckenden Betrieb**

Das **Biomassepotenzial aus Waldflächen** ist stark von regionalen Gegebenheiten abhängig. Grundsätzlich ist sicherzustellen, dass die Holzentnahme die Regenerationsfähigkeit der Wälder nicht übersteigt, um die nachhaltige Nutzung zu gewährleisten.

Auf Grundlage des Holzzuwachses der letzten zehn Jahre in bayerischen Wäldern kann ein langfristig nutzbares Potenzial ausgewiesen werden. In Triefenstein sind 28,7 % der Fläche bewaldet [15] (vgl. Abbildung 32).

Unter Anwendung einer Kaskadennutzung – also der vorrangigen stofflichen Verwendung (z. B. Bau- oder Möbelindustrie) und anschließenden energetischen Verwertung – sowie unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte wird der nutzbare Anteil auf maximal 30 % begrenzt. Daraus ergibt sich ein technisches Potenzial in Höhe von 4.465 MWh/a.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Biomasse aus Waldflächen etwa 10% des Wärmebedarfs im Bilanzjahr decken kann. Damit kann lokal verfügbares Holz einen unterstützenden Beitrag zur Transformation der Wärmeversorgung leisten. Es ist dennoch zu empfehlen, für die energetische Nutzung vorrangig Reststoffe wie Schnittgut, Restholz und andere landwirtschaftliche Abfälle heranzuziehen.

Die Ergebnisse des Biomassepotenzials lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die energetische Nutzung von Waldflächen bietet sich somit insbesondere in folgenden Fällen an:
 - **Dezentral:** In Gebieten, wo keine Wärmepumpe umsetzbar ist
 - **Wärmenetzgebiet:** Als unterstützender Wärmeerzeuger für ein Wärmenetz



Abbildung 32: Biomassepotenzial auf Waldflächen in Triefenstein, eigenen Darstellung [4]

Wasserstoff

Der Markt Triefenstein liegt in unmittelbarer Nähe zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz, welches nördlich der Nachbarkommune Marktheidenfeld verläuft. Jedoch ist die lokale Industrie nicht am Erdgasnetz angeschlossen (vgl. Kapitel 2.3), auch perspektivisch ist nicht von einem industriellen Wasserstoffbedarf auszugehen. Sollte sich in Zukunft Wasserstoffbedarf der Industrie ergeben, ist das Potenzial im Rahmen der Fortschreibung zu prüfen.

Unabhängig von Großverbrauchern ist vor diesem Hintergrund ein kurzfristiger, wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff für Raumwärme und Warmwasser im Sektor *Private Haushalte* nicht absehbar. Die aktuelle Forschungslage stützt diese Einschätzung: Diefenbach et al. halten fest, dass Wasserstoff weder in ausreichender Menge noch zu bezahlbaren Kosten **kurzfristig** für die Wärmeversorgung verfügbar sein wird [16].

Auch mittel- bis langfristig bleiben zentrale Voraussetzungen unsicher. Ein breiter H₂-Einsatz im Gebäudebereich setzt die Umrüstung von Gasnetzen sowie angepasste Endgeräte voraus. Regulatorisch prägt das Gebäudeenergiegesetz (GEG) die Lage: Bei Heizungserneuerungen ist nach kommunaler Wärmeplanung ein EE-Anteil von 65 % einzuhalten. Reine Kessellösungen wären dann nur noch mit entsprechendem Zukauf „grüner Gase“ zulässig. Es ist daher notwendig robuste Transformationspfade zu wählen, da Zeiträume und Unsicherheiten für einen H₂-Hochlauf groß sind.

Für eine spätere Neubewertung der Wasserstoffoption sind Verfügbarkeit und Preisentwicklung im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans erneut zu prüfen. Bis dahin stehen alternative erneuerbare Optionen im Fokus der kommunalen Wärmeversorgung. Das Wasserstoffpotenzial in Triefenstein lässt sich somit folgendermaßen zusammenfassen:

- **Für die Gebäudewärme in Triefenstein ist Wasserstoff derzeit aufgrund unsicherer Verfügbarkeit, fehlender Netzanbindung und hoher Kosten nicht als kurzfristige Option zu bewerten.**
- **Vorrang erhalten alternative erneuerbare Lösungen – insbesondere Wärmepumpen und erneuerbare Wärmenetze.**
- **Die Wasserstoffoption bleibt perspektivisch offen und sollte bei der Fortschreibung des Wärmeplans anhand der Entwicklungen neu bewertet werden.**

3.4.2 Strom

Die Sektorenkopplung von Strom- und Wärmemarkt ist ein wesentlicher Ansatz zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung kann Strom aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie für die Erzeugung erneuerbarer Wärme zum Beispiel durch den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden. Langfristig unterstützt eine umfassende Sektorenkopplung nicht nur den Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern trägt auch zur Flexibilisierung des Stromnetzes bei. Besonders bei einer hohen Verfügbarkeit von Wind- oder Solarstrom kann überschüssige Energie in Wärme umgewandelt und in Speichern bevorratet werden. Dies entlastet das Stromnetz und fördert die Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung.

Im Folgenden werden die Potenziale von Stromgewinnung aus PV, Biomasse und Windkraft näher betrachtet. Am Main und seinen Nebenarmen wird an insgesamt fünf geeigneten Standorten Strom aus Wasserkraft erzeugt.

PV-Freifläche

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen innerhalb des Marktgebietes bietet eine Möglichkeit zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. Durch die Installation von PV-Freiflächenanlagen können bislang brachliegende oder anderweitig genutzte Flächen für die Energieerzeugung gewonnen werden.

Es bedarf einer sorgfältigen Standortwahl, um Landschafts- und Umweltbelange zu berücksichtigen, sowie Energieerzeugung mit Umweltschutz in Einklang zu bringen. Um das Potenzial für die Installation von PV-Freiflächenanlagen zu bestimmen, wurden zunächst die geeigneten Standorte nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023 definiert, darunter fallen Konversionsflächen, Seitenstreifen entlang von Autobahnen und Schienen, sowie bestimmte Acker- und Grünflächen in benachteiligten Gebieten. Jedoch gibt es Einschränkungen für die Nutzung dieser potenziell geeigneten Flächen, die entweder die Errichtung von Anlagen unwahrscheinlich machen (harte Restriktionen) oder mit bestimmten Auflagen verbunden sind (weiche Restriktionen).

Um zu ermitteln, welche dieser Flächen tatsächlich genutzt werden können, wurden sowohl die potenziell geeigneten Standorte als auch die eingeschränkten Flächen räumlich abgegrenzt. Dazu wurden den Kriterien Geodaten zugeordnet, die Angaben zu Herkunft, Aktualität und zu möglichen Einschränkungen enthalten. Zur Umwandlung von linearen Daten in Flächendaten wurden Flächenpuffer verwendet und Mindestabstände zu Gebäuden oder Gewässern berücksichtigt. Ausschlussflächen (Flächen mit harten Restriktionen) werden kein Potenzial zugewiesen. Als Ausschlussflächen gelten:

- Landschafts- und Naturschutzgebiete
- Fauna-Flora-Habitate
- Biosphärenreservate
- Siedlungsgebiete
- Freizeiteinrichtungen (Parks)
- Bewaldete Gebiete und Gewässer
- Verkehrs- und Schienenwege

Derzeit sind keine weichen Restriktionen bekannt. Des Weiteren konnten einige Kriterien nicht in die Analyse einbezogen werden, da entweder keine entsprechende Datengrundlage oder Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und Sicherheit bestanden. Dazu zählen unter anderem Artenschutz, Altlasten, geplante Bauprojekte sowie regionale Planungen. Alle Flächen, die weder ausgeschlossen noch als eindeutig geeignet bewertet wurden, sind als *potenziell geeignet* gekennzeichnet. Die aktuellen Eigentumsverhältnisse bleiben bei der Kategorisierung unberücksichtigt.

Nach der Ermittlung und Kategorisierung der Flächen wird das Potenzial für die geeigneten Flächen ermittelt. Dafür wurden folgende Annahmen getroffen:

- Ausschluss von Flächen kleiner 1 ha
- Installierbare PV-Freiflächenleistung je Hektar: 1.000 kWp
- Ausrichtung: Südausrichtung mit 25° Aufständigung

Abbildung 33 zeigt das PV-Freiflächenpotenzial in Triefenstein. Förderfähige Flächen nach EEG sind im Marktgebiet nicht vorhanden, wodurch die dargestellten Flächen lediglich als potenziell geeignet gelten. Aus diesen ergibt sich ein erwartbarer jährlicher Ertrag von rund 238.657 MWh bei einer Leistung von 250 MWp.

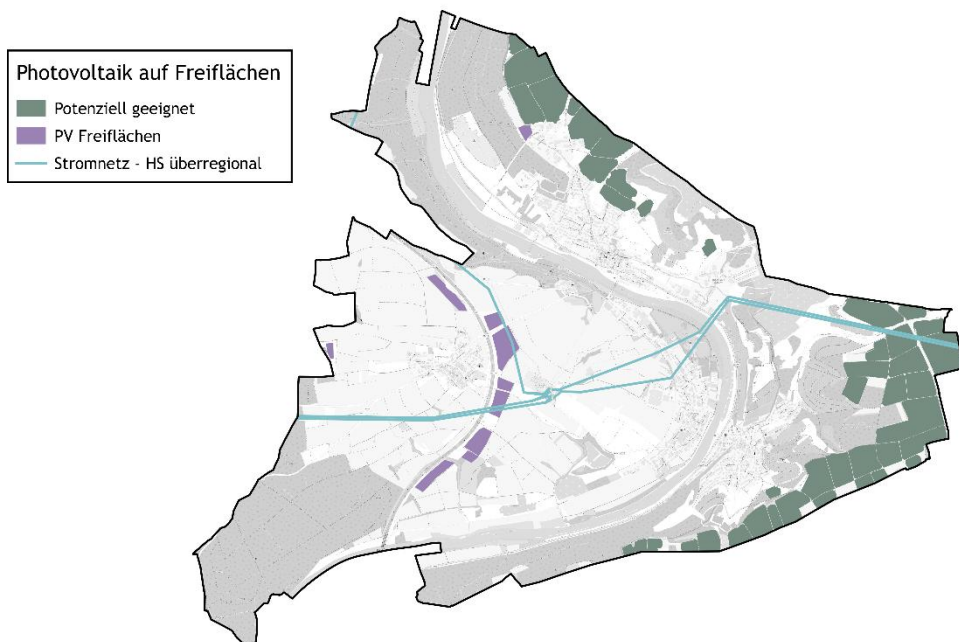


Abbildung 33: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

PV-Dachfläche

Die Untersuchung des PV-Potenzials auf Dachflächen basiert ebenso wie die Analyse des Solarthermiefpotenzials auf den Erhebungen des Bayerischen Vermessungsamtes [1]. Zur Bewertung der Eignung wird dabei die Strahlungsenergie herangezogen. Grundlage bilden die folgenden Annahmen:

- Ausschluss von ungeeigneten Dachformen: Kegeldach, Kuppeldach, Turmdach oder Mischformen
- Ausschluss von nördlich ausgerichteten Dächern
- Mindestgröße von Dachflächen 5 m²
- Anteil verfügbarer Dachfläche: 50 % auf Flachdächern, 70 % auf geneigten Dachflächen
- Jahresmittelwert Globalstrahlung: 1.120 kWh/ m²a[Energieatlas]
- Wirkungsgrad: 22 %

Die berechneten Werte ergeben einen erwartbaren Jahresertrag von 88.009 MWh durch die Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Verglichen mit dem Triefensteiner Stromverbrauch in Höhe von 11.774 MWh/a im Bilanzjahr 2022 würde dies eine Mehrproduktion um den Faktor 7 bedeuten.

Bei 40 % Umsetzungsquote ergibt sich ein erwartbarer Jahresertrag von **18.229 MWh**, der durch PV auf den Dachflächen erzeugt werden könnte. Laut Einspeisedaten des Bayernwerk Netz werden im Marktgebiet bereits 16.662 MWh Strom durch PV-Anlagen erzeugt (Aufdach + Freifläche).

Abbildung 34 zeigt das theoretische Ertragspotenzial für alle Dächer in Triefenstein, ohne Berücksichtigung der Bestandsanlagen. Analog zum dargestellten Solarthermiefpotenzial finden sich die größten Potenziale auf den Dachflächen der ansässigen Gewerbebetriebe, wie etwa *Heidelberg Materials AG*. Das Potenzial je Dachfläche liegt in den Ortschaften bei etwa 5 bis 20 kWp.

Diese Methodik liefert eine fundierte Schätzung des PV-Potenzials auf den Dachflächen in Triefenstein. Die Ergebnisse zeigen, dass Photovoltaik auf Dachflächen wesentlich zur lokalen, emissionsfreien Stromversorgung beitragen kann und die Basis für eine stärkere Sektorenkopplung mit dem Wärmemarkt schafft.

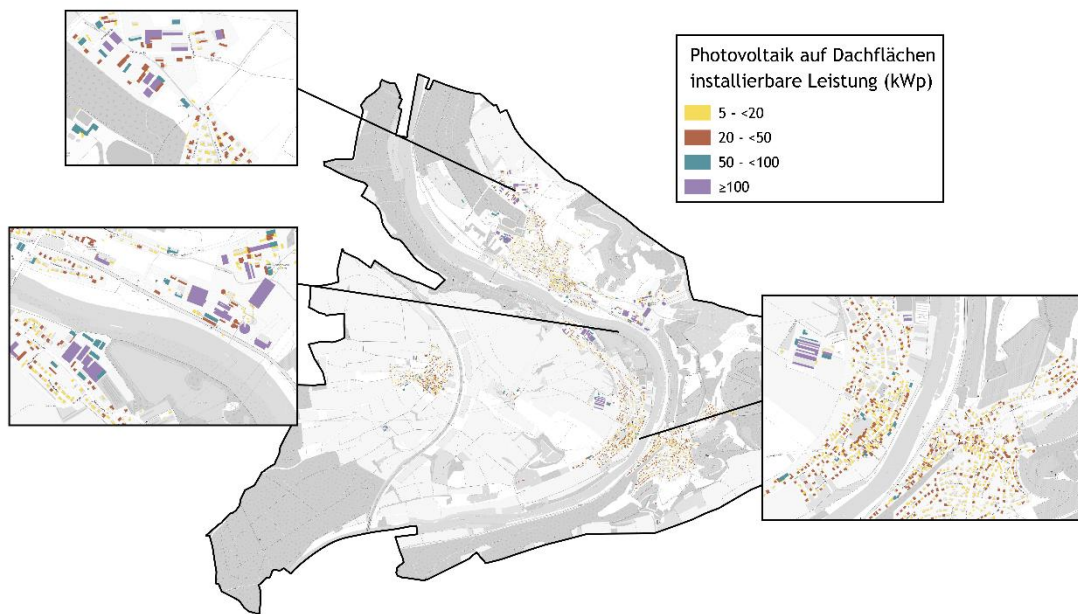


Abbildung 34: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Wind

Die Windkraft stellt eine der zentralen Säulen der erneuerbaren Energieerzeugung dar und spielt eine bedeutende Rolle in der Energiewende. Windkraftanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um, indem sie große Rotorblätter in Bewegung versetzen. Diese Rotoren sind mit einem Generator verbunden, der die mechanische Energie in Strom umwandelt. Die Effizienz und Energieausbeute einer Windkraftanlage hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Windgeschwindigkeit, die Höhe der Nabe und die Größe der Anlage. Eine optimale Standortwahl ist entscheidend, um die besten Windverhältnisse zu nutzen und eine hohe Stromausbeute zu gewährleisten.

In Triefenstein wurde das Potenzial für den weiteren Ausbau der Windenergie untersucht, um die Möglichkeiten zur Nutzung dieser Ressource im Rahmen des kommunalen Wärmeplans zu bewerten. Im Marktgebiet Triefenstein sind derzeit keine Windkraftanlagen vorhanden. Konkrete Planungen für einen zukünftigen Ausbau bestehen aktuell nicht. Die Potenziale zur Nutzung der Windenergie sind nicht vorhanden, da nach aktuellem Stand im kompletten Gemeindegebiet keine Vorranggebiete für Windenergie vorhanden sind.

Folgend lassen sich die Ergebnisse zusammenfassen:

- **Triefenstein verfügt über keine Windkraftanlagen**
- **Aufgrund des unzureichenden standortspezifischen Windpotenzials und des daraus resultierenden niedrigen maximal erzielbaren Jahresertrags pro Anlage erscheint eine wirtschaftlich tragfähige Nutzung der Windenergie im Marktgebiet derzeit nicht realistisch.**

Biomasse auf landwirtschaftlich genutzten Flächen

Biomasse aus landwirtschaftlich genutzten Flächen wird in Biogasanlagen zur Strom aber auch zur Wärmeerzeugung genutzt. Ein großer Anteil der erzeugten Wärme wird jedoch für die Aufrechterhaltung der internen Fermentierungsprozesse benötigt. Die verbleibende Wärmemenge reicht häufig aus, um eine kleine Anzahl an nahen Gebäuden zu versorgen.

Die Analyse des **Biomassepotenzials aus Grünland und Ackerfläche** ergibt folgende technische Erträge für die Stromerzeugung aus Biomasse aus landwirtschaftlichen Flächen:

- Biomassepotenzial Ackerland: 17.592 MWh/a
- Biomassepotenzial Grünland: 1.812 MWh/a

Die untersuchten Flächen sind in Abbildung 35 dargestellt. Dieses Potenzial steht jedoch in Konkurrenz zur Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion, sowie weiteren Potenzialen wie dem weitaus flächeneffizienterem Freiflächen PV-Potenzial. Die jeweiligen Erträge werden für die flächendeckende Nutzung ausgewiesen, das umsetzbare Potenzial fällt somit geringer aus.



Abbildung 35: Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Triefenstein, eigene Darstellung

3.5 Effizienzpotenziale

Im Rahmen der Effizienzpotenziale wird untersucht, wie durch gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Wärmeversorgung signifikante Einsparungen bei Verbrauch und Emissionen erzielt werden können. In den folgenden Unterkapiteln werden zwei zentrale Ansatzpunkte betrachtet: die Sanierung von Gebäuden und der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

3.5.1 Sanierung

Die Sanierung von Wohn- und Gewerbeimmobilien stellt eine Möglichkeit dar, den Heizbedarf zu reduzieren und den Einsatz von fossilen Brennstoffen zu verringern. Durch gezielte Maßnahmen, wie beispielsweise die Verbesserung der Wärmedämmung, kann der Energiebedarf gesenkt werden.

Das Wärmekataster ermöglicht die Bewertung der Energieeffizienz des Gebäudebestands, da auch die Baualtersklassen der Gebäude berücksichtigt werden. Aus den Baualtersklassen kann auf den energetischen Stand der Gebäude geschlossen werden, da beispielsweise vor 1970 Gebäude wenig gedämmt wurden und Fenster beispielsweise nur einfach verglast waren. Im Laufe der Jahre haben Standards (Wärmeschutzverordnung, Energieeinsparverordnung etc.) und die Weiterentwicklung von Baustoffen dazu beigetragen die Gebäude hinsichtlich Energieeffizienz zu steigern.

Für die Ausweisung des Energieeinsparpotenzials wird davon ausgegangen, dass die Wohngebäude auf den *Effizienzhausstandard 70 (EH70)* gemäß der Förderrichtlinie *Bundesförderung für effiziente Gebäude* saniert werden. Dafür werden die Wohngebäude anhand des Wärmekatasters energetisch bewertet und mithilfe einer Szenarioanalyse zwei Szenarien bis zum Zieljahr 2045 betrachtet. Für die energetische Bewertung wird das *Gebäudeenergiegesetz (GEG)* herangezogen.

Im Wärmekataster werden den 3D-Gebäudemodellen Wärmebedarfe zugeordnet. Davon ausgehend wird die Kubatur des Bestandsgebäudes vereinfacht über die Gebäudemodelle dargestellt und den hinterlegten Flächen, bestehend aus Wänden, Fenster und Dachflächen standardisierte U-Werte nach dem GEG zugeordnet. So wird der Wärmebedarf für das Referenzgebäude nach GEG modelliert. Die U-Werte können der Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung

Bauteil	U-Wert des Referenzgebäudes nach GEG
Dach	0,20 W/m ² K
Außenwand	0,28 W/m ² K
Außentüren	1,8 W/m ² K
Fenster	1,3 W/m ² K
Bodenplatte (gegen Erdreich)	0,35 W/m ² K

Auf das Referenzgebäude wird eine Einsparung von 30 % angewandt, womit das sanierte Gebäude nur noch 70 % des Referenzgebäudes verbraucht, und somit dem Effizienzhaus 70 entspricht.

Die Auswahl der zu sanierende Gebäude erfolgt zufällig anhand einer von der Baualtersklasse abhängigen Exponentialverteilung. Dies bedeutet, dass alte Gebäude mit einem hohen Energiebedarf bevorzugt saniert werden. Dieser Ansatz wird gewählt, um eine realistische Entwicklung darzustellen. Abbildung 36 stellt die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Gebäude innerhalb der Baualtersklassen dar.

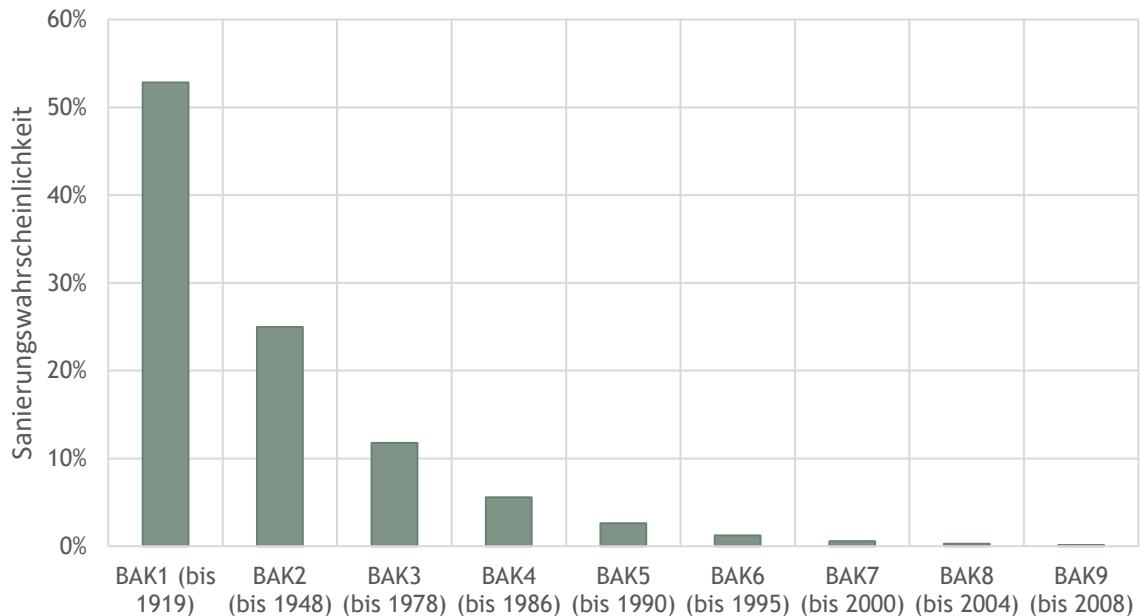


Abbildung 36: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung

Der Wärmebedarf der privaten Haushalte beträgt in Triefenstein im Betrachtungsjahr 2022 36.995 MWh/a. Auf Grundlage einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % wurde ein Szenario zur Ermittlung des Einsparpotenzials erstellt. Diese Sanierungsrate ist zwar ambitioniert, aber durchaus realistisch umzusetzen. Demnach kann der Wärmebedarf bis 2045 um 21,2 % reduziert werden. Nachdem in Triefenstein ein hoher Anteil historischer Gebäudebestand vorhanden ist, können einige dieser Gebäude nur eingeschränkt energetisch saniert werden.

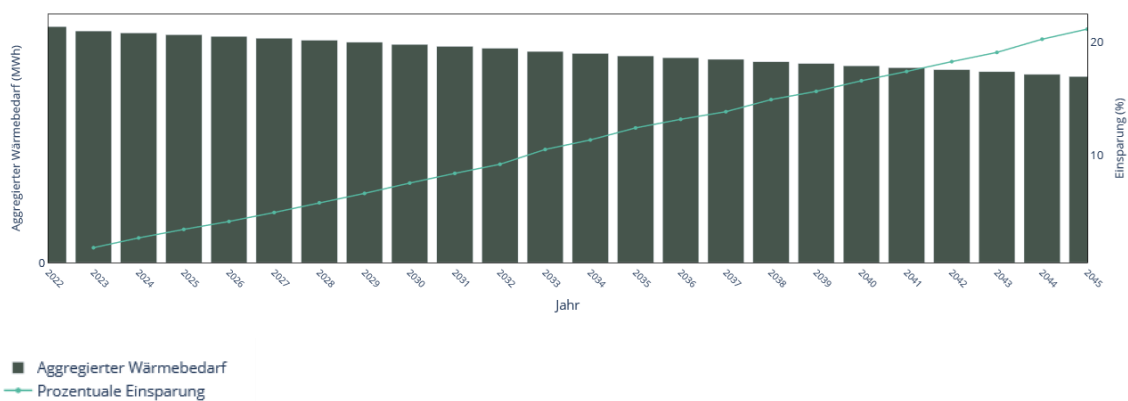


Abbildung 37: Jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

3.5.2 Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine hocheffiziente Technologie zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme aus einer einzigen Energiequelle. Die Funktionsweise basiert darauf, dass bei der Erzeugung von elektrischem Strom in einem Generator, der durch eine Verbrennungsanlage oder eine andere Energiequelle betrieben wird, auch Wärme entsteht. Diese Wärme, die bei herkömmlichen Kraftwerken oft ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird, wird in KWK-Anlagen gezielt zur Beheizung von Gebäuden oder zur Warmwasserbereitung genutzt. Dadurch wird der Gesamtwirkungsgrad erheblich gesteigert.

Ein Ansatz zur weiteren Effizienzsteigerung von KWK-Anlagen ist die Integration von innovativer KWK-Systemen (iKWK) und der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern. Diese Systeme optimieren den Betrieb der KWK-Anlagen durch den Einsatz moderner Steuerungstechniken (Managementsystemen) und ermöglichen eine bedarfsgerechte Anpassung der Strom- und Wärmeproduktion. Durch die intelligente Vernetzung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch können iKWK-Systeme die Effizienz der Energieerzeugung weiter erhöhen, indem sie Lastspitzen ausgleichen und die Anlagen flexibel auf wechselnde Energienachfragen reagieren.

- **In Triefenstein besteht kein KWK-Potenzial.**

3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

3.6.1 Industrie

Die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, zusätzliche Wärmequellen für die kommunale Wärmeversorgung zu erschließen. In vielen Branchen, z. B. chemische Industrie oder Metallverarbeitung, entstehen bei Produktionsprozessen Wärme, die häufig nicht vollständig genutzt und somit ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird. Durch geeignete Technologien kann diese Abwärme gesammelt und für die Beheizung von Gebäuden oder die Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden.

Auch im Zementwerk der *Heidelberg Materials AG* fällt Abwärme an, wie auf der Abwärme Plattform verzeichnet ist [17]. Allerdings ist die Nutzung dieser Wärmequelle aufgrund von Stillstandszeiten von etwa sechs bis acht Wochen im Winter, sowie einer allgemein reduzierten Produktionsrate in der kalten Jahreszeit nicht wirtschaftlich sinnvoll. Zudem wird ein Großteil der entstehenden Wärme bereits innerhalb des Werks selbst genutzt.

Eine weitere lokale Abwärmequelle ist die *CREMARE Tierkrematorien GmbH* im Gewerbegebiet Oberes Eck (vgl. Kapitel 5.1.1), wobei die Abwärmemenge jedoch nicht konkret ermittelt werden konnte.

3.6.2 Abwasser

Abwasser enthält eine beträchtliche Menge an thermischer Energie, die bei der Behandlung und Entsorgung oft ungenutzt bleibt.

Im Rahmen der Wärmeplanung wird die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen als innovativer Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme betrachtet. Die grundlegende Technologie basiert auf der Installation von Wärmetauschern in den Abwasserleitungen. Diese Tauscher nehmen die Wärme aus dem Abwasser auf und übertragen sie an ein Heizsystem. Um diese Technik effizient einsetzen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Die Rohrleitungen, aus denen die Wärme gewonnen werden soll, müssen einen Mindestdurchmesser von 800 mm aufweisen, um ausreichend Volumenstrom und damit eine effektive Wärmeübertragung zu gewährleisten. Zudem sollte der Trockenwetterabfluss in diesen Leitungen größer als 15 m/s sein, damit eine ausreichende Menge an Wärme zur Verfügung steht.

Da im gesamten Marktgebiet von Triefenstein kein Kanal einen Nenndurchmesser von mindestens DN800 aufweist und die maximale Dimensionierung lediglich DN400 beträgt, kann kein relevantes Potenzial identifiziert werden.

- **Kein ausreichender Durchfluss in der Kläranlage**
- **Keine Abwärmenutzung aus Abwasserkanälen möglich aufgrund ungenügendem Durchmesser und Trockenwetterdurchflusses**

3.6.3 Rechenzentren

Rechenzentren sind spezialisierte Einrichtungen, die eine große Menge an Daten speichern, verarbeiten und verwalten. Die Klimatisierung dieser Zentren ist entscheidend, um die Server in einem optimalen Betriebszustand zu halten, da hohe Temperaturen die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Hardware beeinträchtigen können. Um die entstehende Abwärme effizient zu nutzen, können Rechenzentren in der Nähe von Wärmeverbrauchern integriert werden, sodass die erzeugte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden kann.

- **In Triefenstein gibt es derzeit keine Rechenzentren, weshalb hier kein Potenzial für die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren besteht.**

3.7 Fazit Potenziale

Tabelle 9 fasst alle Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Effizienzsteigerung zusammen und bewertet sie hinsichtlich ihrer Relevanz für Triefenstein. Neben den vier identifizierten Wärmenetzgebieten haben Potenziale, die dezentral genutzt werden können, eine besonders hohe Bedeutung.

Tabelle 9: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale, eigene Darstellung

Potenzial		Relevanz	Erläuterung
Wärme- netze	Homburg Altort	Hoch	kompakte Bebauungsstruktur, alter Gebäudebestand, hohe Wärmeliniendichte, wenige Ankerkunden, Erweiterungsmöglichkeiten vorhanden
	Lengfurt Altort	Hoch	kompakte Bebauungsstruktur, alter Gebäudebestand, hohe Wärmeliniendichte, wenige Ankerkunden
	Trennfeld Altort	Hoch	
	Rettersheim Zentrum	Hoch	
Fokusge- biete	Gewerbegebiet Oberes Eck	Mittel	Ausreichende Wärmeliniendichte, Ankerkunden vorhanden, unbekannte Abwärmemenge
	Waldbad Lengfurt	Hoch	Hohe Wärmeliniendichte, Ankerkunden vorhanden
	Oberes Mainfeld	Mittel	Ausreichende Wärmeliniendichte, abhängig von Ankerkunden
Wärme	Tiefengeothermie	Gering	Geologische Bedingungen durch Lage am Rand des bayerischen Molassebeckens vorhanden, lokaler Bedarf ist aber zu gering für wirtschaftlichen Betrieb
	Oberflächennahe Geothermie	Mittel	Als dezentrale Lösung teilweise im Marktgebiet zielführend
	Luft-Wärmepumpen	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Flussthermie	Hoch	Relevantes Fließgewässer vorhanden (Main)
	Solarthermie	Mittel	Als dezentrale Lösung zielführend
	Biomasse Wald	Mittel	Begrenzt Waldflächen im Marktgebiet vorhanden
	Biogas	Mittel	Flächenverfügbarkeit, aber keine Biogasanlagen
	Wasserstoff	Gering	Nähe zum Wasserstoff-Kernnetz gegeben, keine angeschlossenen Großverbraucher
Strom	Aufdach - Photovoltaik	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Freiflächen - Photovoltaik	Mittel	Begrenzte Flächenverfügbarkeit, Nähe zur Mittelspannung gegeben
	Wind	Gering	Keine Vorranggebiete
Effizienz	Sanierung	Hoch	Realistisches Energieeinsparpotenzial bis 2045 von 21 %
	KWK	Gering	Keine geeignete Energieinfrastruktur vorhanden
Abwärme	Industrie	Gering	Keine relevanten Abwärmequellen vorhanden, Zementwerk mit Stillstand im Winter und Eigenverbrauch
	Abwasser	Gering	Kein Abwasserpotenzial vorhanden
	Rechenzentren	Nicht vorhanden	Keine Rechenzentren vorhanden

4 Gebietseinteilung und Szenarientwicklung

Im Nachfolgenden wird aufgezeigt, wie sich die Wärmeversorgung anhand der identifizierten Möglichkeiten bis zum Zieljahr 2045 entwickeln kann. Das Zieljahr ergibt sich aus der gesetzlichen Vorgabe einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 (§ 1 WPG). Der Markt hat über die gesetzlichen Anforderungen hinaus keine eigenen Ziele definiert. Das folgende Kapitel gliedert sich in zwei Teile: Die Einteilung des Marktgebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Szenarientwicklung, welche die Ergebnisse der Potenzialanalyse einschließlich der Wärmenetzoptionen aufgreift. So können wesentliche Indikatoren bis 2045 beschrieben werden.

4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr

Die Einteilung der Gebiete erfolgt auf Grundlage einer Bewertung verschiedener Kriterien, orientiert am Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes. Ziel ist eine fundierte und nachvollziehbare Kategorisierung hinsichtlich der Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen. Für jedes Gebiet wird die Eignung differenziert nach Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet und dezentrale Versorgung ausgewiesen. Die Abstufung erfolgt nach der Angabe der Wahrscheinlichkeit nach *sehr wahrscheinlich geeignet*, *wahrscheinlich geeignet*, *wahrscheinlich ungeeignet* und *sehr wahrscheinlich ungeeignet*. Grundlage der Bewertung bildet eine systematische Analyse folgender Kriterien:

- **Wärmelinienichte:** Gebiete mit einer Wärmelinienichte zwischen 1,0 und 2,0 MWh/m²a, die also eine verdichtete Bebauung aufweisen, werden als besonders geeignet für die Versorgung über Wärmenetze bewertet.
- **Vorhandensein von Ankerkunden:** In die Bewertung fließt ein, ob sich im jeweiligen Gebiet kommunale Liegenschaften oder andere Großverbraucher mit einem hohen Wärmebedarf befinden, da diese als potenzielle Ankerkunden für ein Wärmenetz fungieren können.
- **Anschlussquote:** Hier wird die zu erwartende Anschlussquote an Wärme- oder Gasnetze im Zieljahr betrachtet. Eine hohe prognostizierte Anschlussquote spricht für eine hohe Eignung des Gebiets für netzgebundene Wärmeversorgung.
- **Langfristiger Prozesswärme- oder Wasserstoffbedarf:** Bewertet wird, ob in dem Gebiet ein dauerhafter Prozesswärmebedarf mit Temperaturen über 200 °C besteht oder ob Unternehmen bereits konkrete Pläne zur Nutzung von Wasserstoff in Prozesswärmeanwendungen verfolgen bzw. einen signifikanten Wasserstoffbedarf aufweisen.
- **Spezifischer Investitionsaufwand für Netz(um)bau:** Die Netzkosten werden in Abhängigkeit von der Untergrundbeschaffenheit (z. B. Versiegelungsgrad, Bodenart) analysiert. Je nach geologischen und infrastrukturellen Gegebenheiten variieren die Kosten erheblich, was die wirtschaftliche Eignung des Gebiets beeinflusst.
- **Vorhandensein von Bestandsnetzen/Infrastruktur:** Es wird untersucht, ob innerhalb des Untersuchungsgebiets oder in unmittelbar angrenzenden Bereichen bereits Wärme- oder Gasnetze existieren, die potenziell erweitert werden können.
- **Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Abwärmequellen:** In die Bewertung fließt ein, ob nutzbare industrielle oder gewerbliche Abwärmequellen vorhanden sind und welche Investitions- bzw. Betriebskosten mit deren Nutzung verbunden sind.

- **Entwicklung der Wasserstoffpreise:** Die wirtschaftliche Bewertung von Wasserstoffnetzen berücksichtigt die erwartete Preisentwicklung für Wasserstoff im Vergleich zu anderen Energieträgern.

Darüber hinaus kann ein Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert werden, wenn zum aktuellen Zeitpunkt noch keine eindeutige Bewertung möglich ist. In diesen Fällen sind weiterführende Analysen und Validierungen erforderlich.

Nach Analyse der Kriterien bieten sich für die Detailbetrachtungen *Altort Trennfeld*, *Homburg Altort* und *Altort Lengfurt* ein Wärmenetz als geeignete Versorgungsoption an. Im Gebiet *Homburg Altort* ist zudem eine leitungsgebundene Erweiterung der südlichen Siedlung möglich. In Rettersheim eignet sich insbesondere das Ortszentrum für ein Wärmenetz. Das Fokusgebiet *Waldbad Lengfurt* eignet sich ebenfalls für ein Wärmenetz. Die anderen Gebiete, entweder ländlich oder über Einfamilienhäusern geprägt, weisen eine zu geringe Wärmeliniendichte auf und bieten sich daher nur für dezentrale Versorgung an.

4.1.1 Gebietseinteilung über die Stützjahre

Für die gesamte Kommune Triefenstein wurden die zuvor beschriebenen Bewertungskriterien systematisch angewendet und sämtliche Teilgebiete entsprechend analysiert und klassifiziert. Ausgehend vom Stützjahr 2030 wurde die Einordnung mit Blick auf die zukünftige Entwicklung schrittweise bis zum Jahr 2045 weitergeführt.

Wie in Abbildung 38 dargestellt, wird ein Großteil des Marktgebiets aufgrund seiner strukturellen Merkmale, darunter eine geringe Bebauungs- und Wärmeliniendichte sowie das Fehlen potenzieller Ankerkunden als *dezentrales Wärmeversorgungsgebiet* eingestuft. Auch für zukünftige Neubaugebiete ist aufgrund des niedrigen Wärmebedarfs von einer hohen Eignung für dezentrale Versorgungslösungen auszugehen. Gebäudenetze können als kleinteilige nachbarschaftliche Lösungen auch in *dezentralen Wärmeversorgungsgebieten* wirtschaftlich betrieben werden (vgl. Kapitel 3.2)

Die Gebiete *Homburg Altort*, *Lengfurt Altort*, *Trennfeld Altort* und *Rettersheim Zentrum*, die in Kapitel 3.1 näher analysiert werden, haben sich hingegen im Verlauf der Untersuchung als gut geeignet für eine zentrale Wärmeversorgung erwiesen. Ebenso als geeignetes Wärmenetzgebiet wird das Fokusgebiet *Waldbad Lengfurt* eingestuft (vgl. Kapitel 5.1). Für diese Gebiete wird ein schrittweiser Ausbau vorgeschlagen. Alle Gebiete können bis 2039 ausgebaut und abgeschlossen werden (vgl. Tabelle 10).

Die Eignung der Gebiete für die unterschiedlichen Wärmeversorgungsarten für das Jahr 2045 wird im folgenden Kapitel ausführlich dargestellt.

Tabelle 10: Übersicht der geplanten Wärmenetze und deren mögliche Umsetzungszeiträume

Name Wärmenetz	Mögliche Umsetzungszeiträume
Waldbad Lengfurt	2027 – 2030
Realisierung von Gebäudenetzen	2028 – 2045
Lengfurt Altort	2028 – 2033
Homburg Altort + Erweiterung	2030 – 2037
Rettersheim Zentrum	2032 – 2036
Trennfeld Altort	2035 – 2039

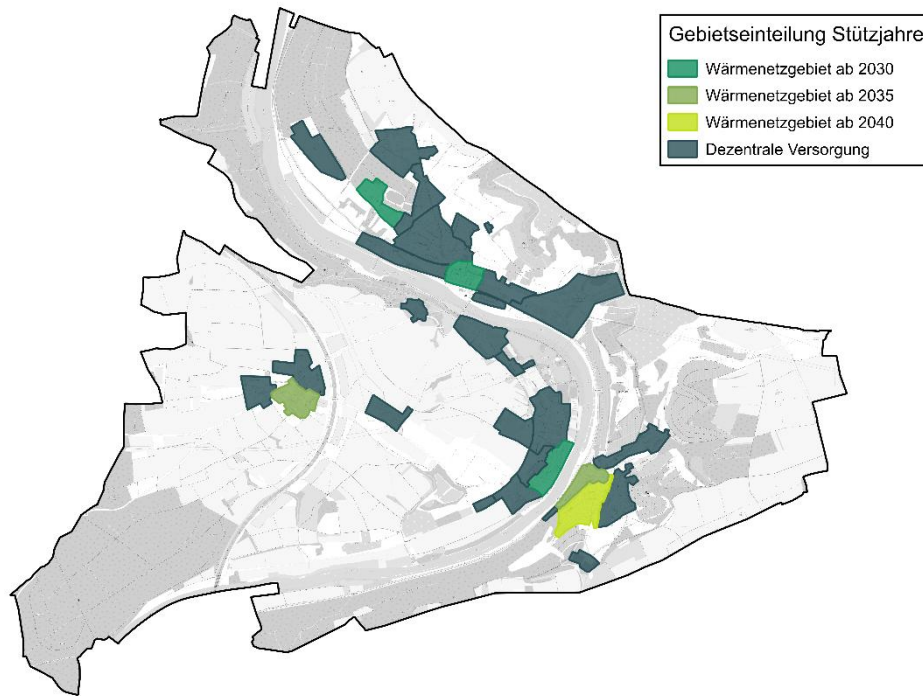


Abbildung 38: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Triefenstein über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

4.1.2 Gebietseinteilung im Zieljahr

Die Abbildungen 39 bis 41 zeigen die Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen im Zieljahr. Da die langfristige Perspektive bis 2045 mit größeren Unsicherheiten verbunden ist, werden die Gebiete nicht scharf voneinander abgegrenzt, sondern nach ihrer Eignung in Kategorien eingeteilt. Die ergänzende Darstellung der Eignungen im Zieljahr soll zudem ein genaueres Verständnis der potenziellen Entwicklungen ermöglichen und die Einordnung der Kategorien weiter unterstützen. Nachfolgend werden die Eignung der einzelnen Untersuchungsgebiete für eine zentrale, dezentrale und wasserstoffbasierte Wärmeversorgung visualisiert. Der Eignungsgrad wird dabei über unterschiedliche Farben dargestellt, von *sehr wahrscheinlich ungeeignet* bis *sehr wahrscheinlich geeignet*. Zu beachten ist, dass die Bewertung der verschiedenen Wärmeversorgungsgebiete nicht isoliert erfolgt. Die Eignung eines Gebiets für eine bestimmte Versorgungsform beeinflusst in der Regel auch die Einschätzung der anderen Wärmeversorgungsoptionen.

Dezentrale Wärmeversorgung

Für das Jahr 2045 wird eine weitgehende Stabilisierung der Versorgungssituation angenommen. Die als hoch geeignet bewerteten Gebiete gelten nun als vollständig dezentral erschlossen. Die Gebiete, welche zuvor eine mittlere Eignung aufgewiesen haben, lassen mittlerweile keinen weiteren Spielraum mehr für den Bau eines Wärmenetzes zu und weisen auch eine hohe Eignung für dezentrale Versorgung auf. Der Einbau dezentraler Heizungssysteme, wie Wärmepumpen, dominiert und minimiert die Wirtschaftlichkeit einer zentralen Lösung drastisch. Damit ergibt sich für die dezentrale Wärmeversorgung eine klare räumliche und zeitliche Abgrenzung, die sich langfristig kaum noch verändern dürfte.

Im Jahr 2045 werden große Teile der Kommune als *sehr wahrscheinlich geeignet* für eine dezentrale Wärmeversorgung eingestuft (vgl. Abbildung 39). Einige dieser Bereiche wurden bereits in der Eignungsprüfung (vgl. Kapitel 2.2.3) als ungeeignet für eine leitungsgebundene Versorgung bewertet, während in anderen Gebieten die Wärmelinienichte nicht ausreicht, um den wirtschaftlichen Betrieb eines möglichen Wärmenetzes zu gewährleisten. Im Gegensatz dazu werden Gebiete als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft, die als potenzielle Wärmenetzneubaugebiete zählen. Zu diesen Gebieten zählen insbesondere die *Altorte Lengfurt und Trennfeld* sowie die *Homburg Altort*, aber auch *Rettersheim Zentrum* und das *Fokusgebiet Waldbad Lengfurt*.

Wärmenetzgebiete

Wärmenetze kommen bevorzugt in Gebieten mit hoher Wärmelinienichte, kurzen Leitungswegen sowie bei Anschlussnehmern mit hohen Wärmeabnahmemengen, sogenannten Ankerkunden, zum Einsatz. Für einen möglichen Neubau von Wärmenetzen gelten somit die *Altorte Lengfurt und Trennfeld* sowie die *Homburg Altort*, aber auch *Rettersheim Zentrum* und das *Fokusgebiet Waldbad Lengfurt* als *sehr wahrscheinlich geeignet* für ein Wärmenetz (vgl. Abbildung 38). Die übrigen Gebiete, darunter die Ortsränder von etwa Homburg und Trennfeld sind aufgrund zu geringer Wärmelinienichten und des Fehlens potenzieller Ankerkunden als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für den Aufbau eines Wärmenetzes zu bewerten.

Wasserstoffnetzgebiete

In keinem der betrachteten Stützjahre sowie im Zielbild spielt Wasserstoff, trotz Nähe zum Wasserstoffkernnetz, eine nennenswerte Rolle für die kommunale Wärmeversorgung in Triefenstein. Weder wirtschaftliche noch infrastrukturelle Betrachtungen ermöglichen derzeit eine praktikable Nutzung. Zudem ist die zukünftige Entwicklung der Wasserstofftechnologie im Wärmesektor weiterhin mit großen Unsicherheiten behaftet. Klare Aussagen zur künftigen Relevanz lassen sich derzeit nicht treffen. Auch wenn Wasserstoff vereinzelt als mögliche Lösung für die Wärmeversorgung diskutiert wird, erscheint dies unter den örtlichen Gegebenheiten in Triefenstein wenig realistisch. Da in der Stadt keine industriellen Großverbraucher mit signifikanter

Prozesswärme existieren, besteht auch kein theoretischer Bedarf an einer lokalen Wasserstoffherzeugung. Darüber hinaus wäre eine solche Erzeugung aus heutiger Sicht wirtschaftlich nicht darstellbar und wird auch langfristig als wenig tragfähige Option eingeschätzt.

Für das Jahr 2045 wird in Triefenstein kein Wasserstoffnetzgebiet ausgewiesen. Obwohl eine unmittelbare Nähe zum Wasserstoffkernnetz gegeben ist, ist ein künftiger Anschluss von privaten Haushalten in vielen Teilen Triefensteins als unwahrscheinlich zu bewerten. Der größte Energieverbraucher der Kommune, *Heidelberg Materials AG*, ist nicht an dem bestehenden Erdgasnetz angeschlossen und wird auch perspektivisch keinen Wasserstoffbedarf aufweisen. Gebiete ohne eine bestehende Erdgasenergieinfrastruktur sind *sehr wahrscheinlich ungeeignet* für eine Wasserstoffnutzung. Eine ausführliche Bewertung der Gebiete findet sich in Kapitel 3.4.1.

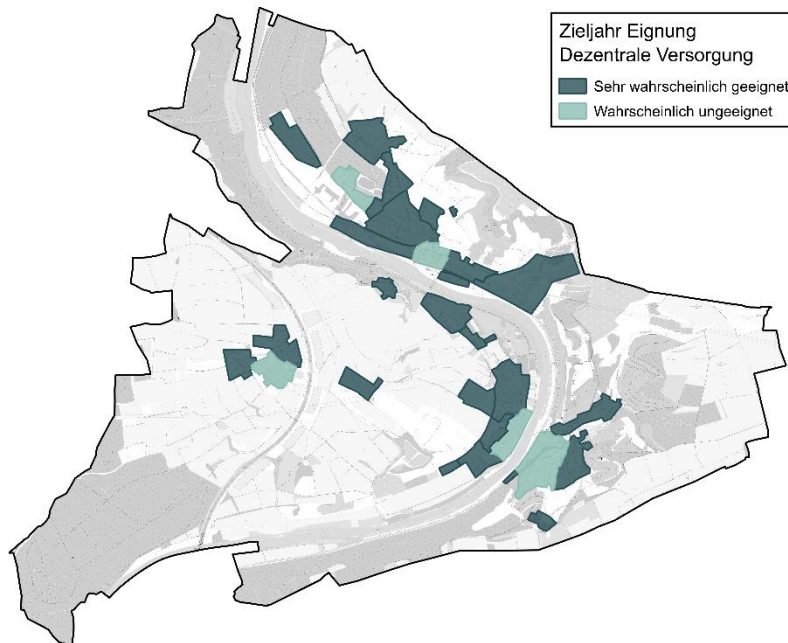


Abbildung 39: Eignung der dezentralen Versorgung in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

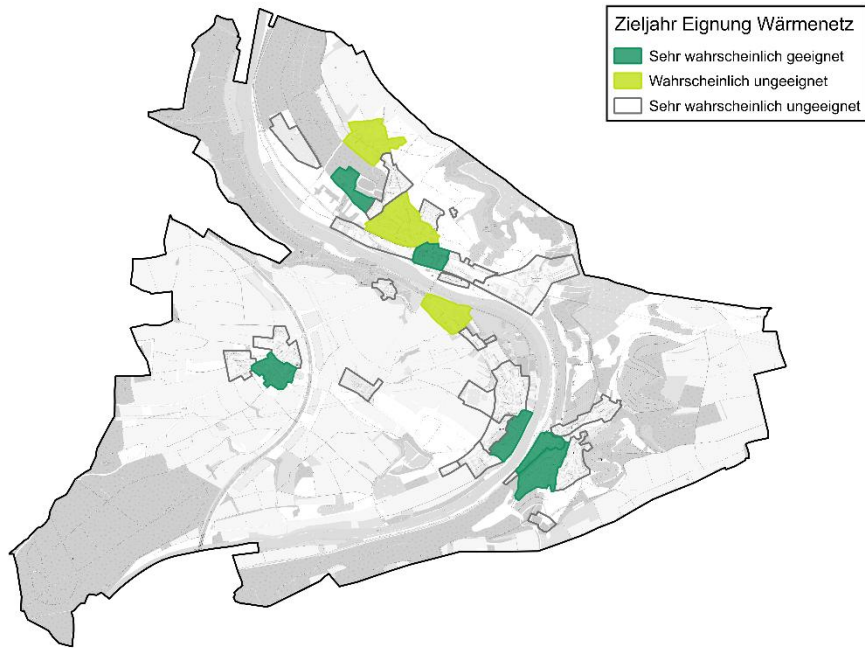


Abbildung 40: Eignung für Wärmenetze in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

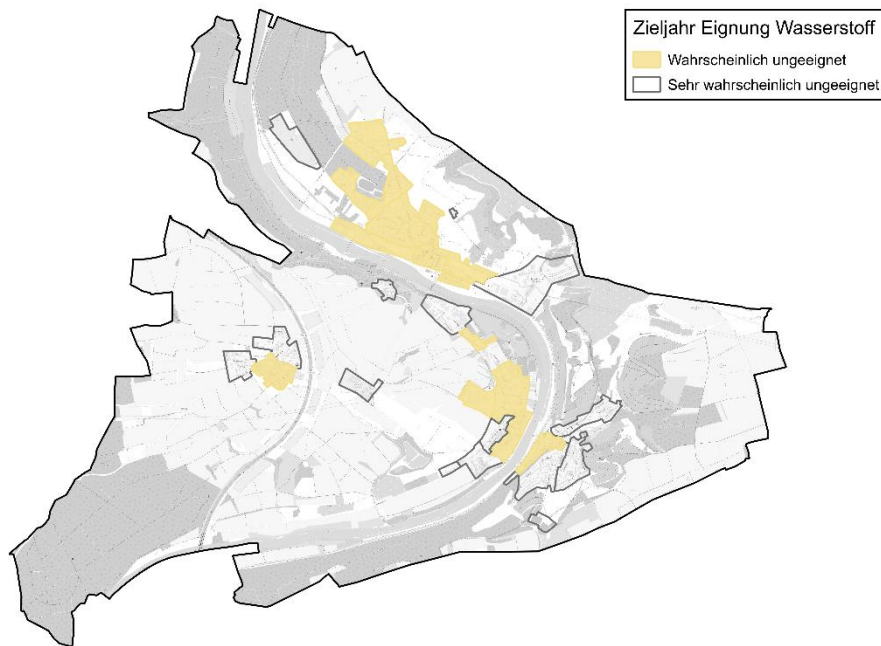


Abbildung 41: Eignung für Wasserstoff in Triefenstein im Zieljahr 2045, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

4.2 Zielszenario

Grundlage ist das in § 1 des *Wärmeplanungsgesetzes (WPG)* verankerte Ziel, bis 2045 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Bei der Betrachtung des zukünftigen Wärmebedarfs werden alle gemeinsam mit der Kommune erarbeiteten Maßnahmen berücksichtigt. Weiterhin fließen alle zur Verfügung stehenden Potenziale in der Kommune in die Szenarienentwicklung ein. Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen erfolgt dabei im Wesentlichen durch zwei grundlegende Mechanismen:

Minderung des Energiebedarfs: Dies bedeutet, dass der bestehende Wärmebedarf insgesamt sinkt, z. B. durch Effizienzsteigerungen oder Verlustreduzierungen. Typische Beispiele hierfür sind energetische Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden, die den Energiebedarf dauerhaft senken.

Substitution von Energieträgern: Bei der Substitution von Energieträgern wird der bislang verwendete Energieträger durch einen erneuerbaren ersetzt. Für fossile Energieträger bleibt der Emissionsfaktor über den gesamten Betrachtungszeitraum konstant, da die Treibhausgasemissionen bei idealer Verbrennung ausschließlich von der chemischen Zusammensetzung des Brennstoffs abhängen – nicht vom Wirkungsgrad der Anlage.

Umweltwärme wird über den Einsatz von Strom, beispielsweise durch Wärmepumpen, bereitgestellt. In der Bilanzierung erfolgt die Bewertung auf Basis des Bundesstrommixes, dessen Emissionsfaktor laut *Technikkatalog KWW-Halle* bis zum Jahr 2045 auf 15 g CO₂eq/kWh sinkt (siehe Abbildung 42) [18]. Da Strom sowohl für Direktheizungen als auch für Wärmepumpen genutzt wird, folgt die CO₂-Entwicklung dieser Technologien der gleichen Reduktionskurve wie der Strommix.

Für Umweltwärme wird eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,2 angesetzt. Die JAZ beschreibt das Verhältnis zwischen erzeugter thermischer Energie und eingesetzter elektrischer Energie. Bei einer JAZ von 3,2 werden aus 1 kWh Strom rund 3,2 kWh Wärme erzeugt. Da lediglich der eingesetzte Strom emissionsrelevant ist, entspricht der Emissionsfaktor der Umweltwärme etwa einem Drittel des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes.

Mit der fortschreitenden Dekarbonisierung des Stromsektors sinkt somit auch der CO₂-Faktor der Umweltwärme. In Kombination mit einer Reduktion des Wärmebedarfs und der Substitution fossiler Energieträger kann auf diese Weise bis 2045 eine nahezu treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden.

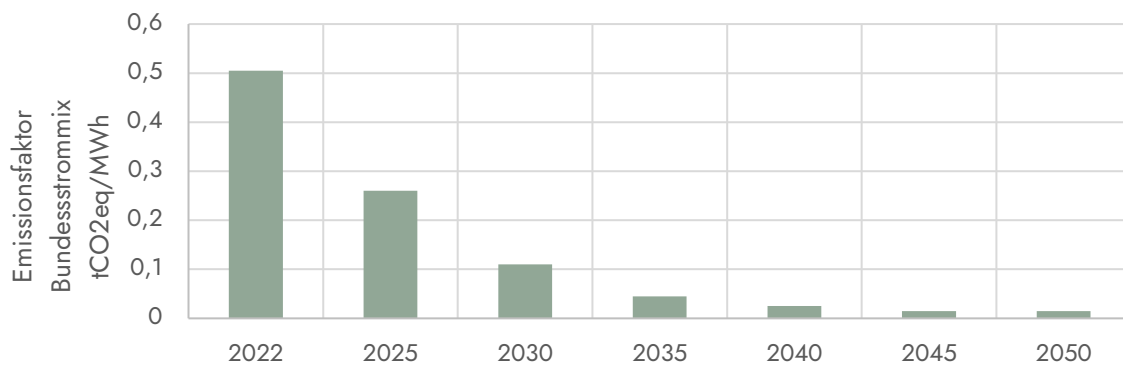


Abbildung 42: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13]

4.2.1 Wärmebedarf

Basierend auf der Energie- und Treibhausgasbilanz wird die zukünftige Wärme- und Stromversorgung modelliert. Dabei werden Effizienzmaßnahmen umgesetzt, wie beispielsweise fossile durch erneuerbare Energieträger ersetzt und der Ausbau von Wärmepumpen berücksichtigt, was den Strombedarf in Triefenstein erhöht.

Die Analyse zeigt, dass der Wärmebedarf über alle Sektoren von 44.839 MWh/a im Jahr 2022 auf 32.651 MWh/a im Jahr 2045 sinken wird. Diese Prognose berücksichtigt das Sanierungspotenzial von 1,5 %.

Neben der Reduktion des Wärmebedarfs werden fossile Energieträger durch erneuerbare ersetzt. Wichtige Faktoren sind dabei der Ausbau der identifizierten Wärmenetzgebiete, wie beispielsweise das Gebiet *Lengfurt Altort* und der dezentrale Ausbau von Wärmepumpen. Der zusätzliche Strombedarf für Wärmepumpen wird ebenfalls bilanziert. Zusätzlich werden die Maßnahmen gemäß Maßnahmenkatalog des Anhangs berücksichtigt.

Abbildung 43 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren *Private Haushalte* (PHH), *Gewerbe, Handel und Dienstleistung* (GHD), *Industrie* (IND) sowie *kommunale Einrichtungen* (KOMM).

Abbildung 44 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs sowie die Zusammensetzung der eingesetzten Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045. Dabei ist ein signifikanter Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Flüssiggas zu erkennen. Gleichzeitig wird der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Umweltwärme, Nahwärme (durch Wärmenetze) und Solarthermie zunehmen.

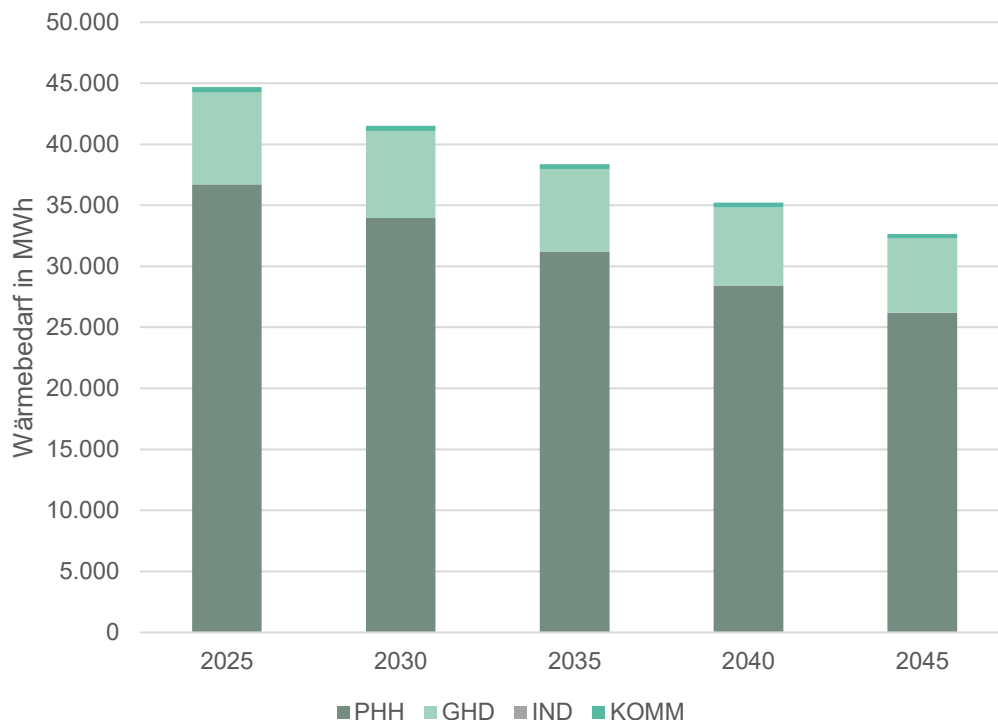


Abbildung 43: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

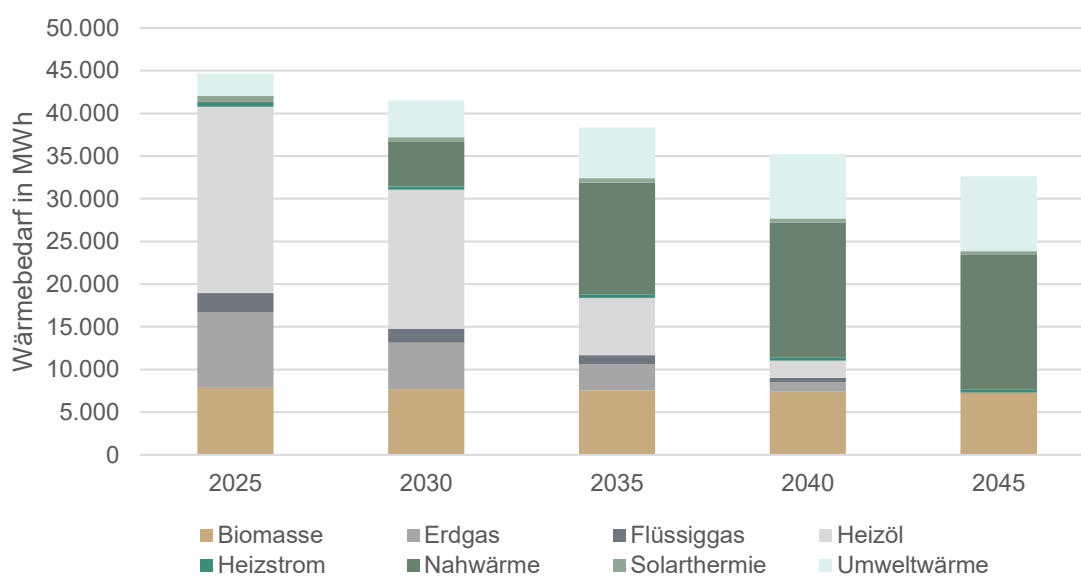


Abbildung 44: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 11: Entwicklung des Wärmebedarfs und erneuerbarer Anteil über die Stützjahre

	2025	2030	2035	2040	2045
Wärmebedarf in MWh/a	44.258	41.119	37.984	34.866	32.325
Anteil erneuerbarer Energien in %	25,5	43,2	71,5	89,6	100

4.2.2 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern zeigt Abbildung 45 die Veränderungen der Treibhausgasemissionen. Die Analyse berücksichtigt die jeweiligen Emissionsfaktoren der Energieträger sowie deren prognostizierte Entwicklung gemäß des Technikataloges [18].

Der Fokus liegt auf den Emissionen des Wärmesektors. Emissionen aus anderen Bereichen, wie dem Verkehr und Strom, bleiben in der Darstellung unberücksichtigt. Insgesamt ist ein deutlicher Rückgang der Treibhausgasemissionen zu erwarten.

Im Wärmesektor resultiert die Reduzierung der Emissionen aus der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien, wie etwa den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen sowie aus der Verringerung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden. Die verbleibenden Emissionen im Zieljahr setzen sich hauptsächlich aus den Emissionen der Nahwärmeversorgung zusammen. Diese sind stark Energieträgerabhängig und bilden hier einen prognostizierten Wert dar.

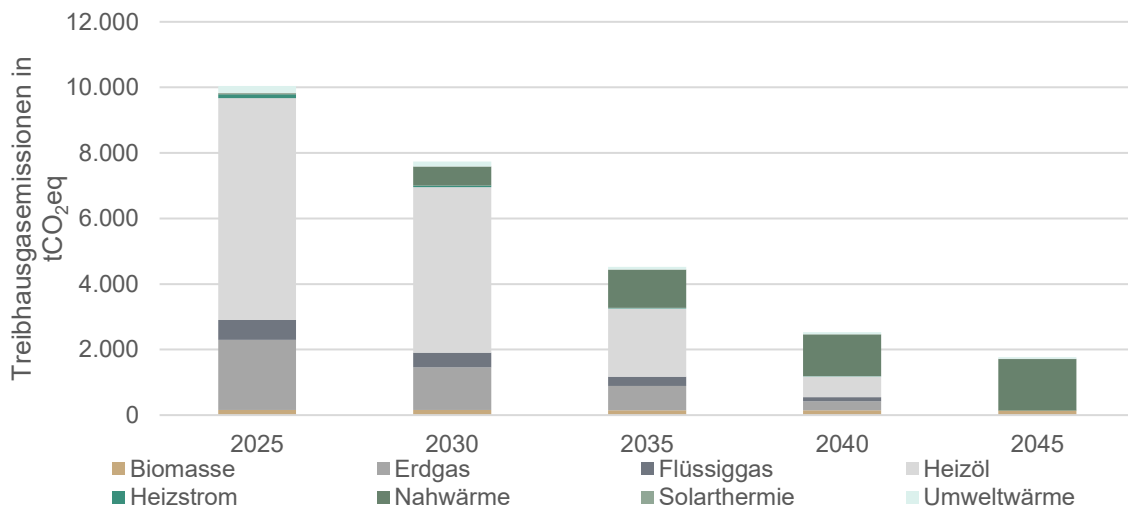


Abbildung 45: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre

	2025	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen in tCO ₂ eq/a	9.934	7.695	4.511	2.518	1.760

4.2.3 Leitungsgebundene Versorgung

Wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert, erscheint der Bau von Gebäude- und Wärmenetzen im Markt sinnvoll. In der Szenarienbetrachtung wird hierfür von einer Anschlussquote der von 60 % der Gebäude ausgegangen. Einzelne Maßnahmen, wie etwa die Kommunikationsplattform für Interessenbekundungen kann diese erhöhen (vgl. Maßnahmenkatalog MB2).

Die in Kapitel 4.1 vorgestellte Entwicklung der Wärmenetzinfrastruktur ist in Abbildung 46 anhand der dadurch entstandenen fossilen Anteile entstanden. Der hellblaue Bereich zeigt den wachsenden Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung, der sich durch die schrittweise Inbetriebnahme der neuen Netze ergibt. Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung ist diese Annahme regelmäßig zu überprüfen und an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

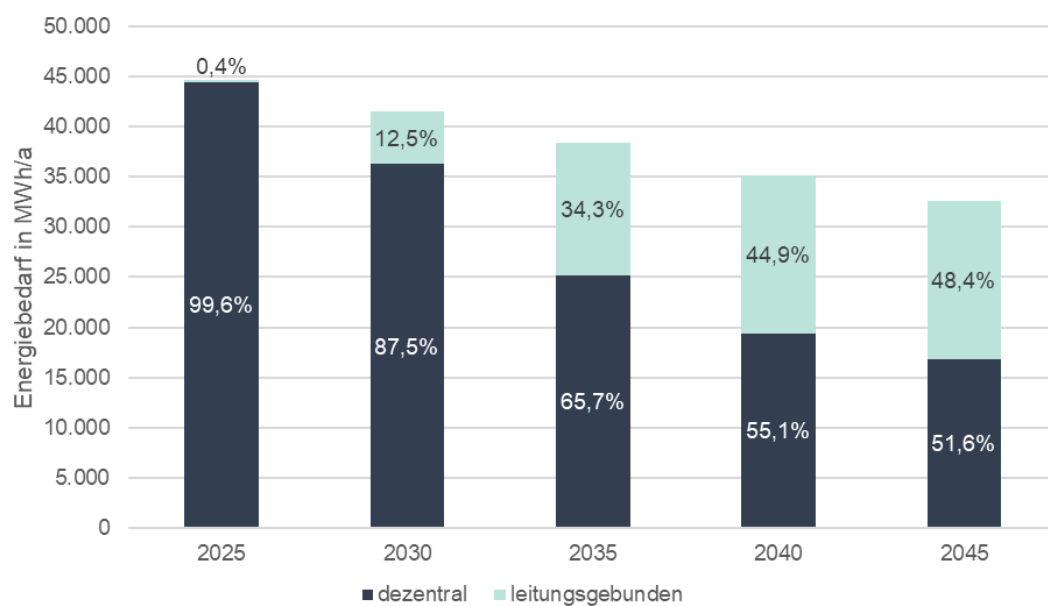


Abbildung 46: Entwicklung des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

5 Umsetzungsstrategie

Der folgende Abschnitt beschreibt die Strategie zur Umsetzung einer nachhaltigen Wärmeversorgung für Triefenstein. Dabei werden die betrachteten Fokusgebiete und geplanten Maßnahmen detailliert vorgestellt, ergänzt durch eine Erläuterung des notwendigen Controllings, das die Umsetzung begleitet und sicherstellt.

Darüber hinaus wird das Kommunikationskonzept skizziert, das eine breite Akzeptanz und aktive Mitwirkung der relevanten Akteure fördern soll. Abschließend wird das Vorgehen zur langfristigen Verfestigung der Maßnahmen erläutert, um die nachhaltige Wärmeversorgung dauerhaft zu sichern und weiterzuentwickeln.

5.1 Fokusgebiete

Auf Basis der erhobenen Daten, Analysen und der konkreten Abstimmung mit dem Markt Triefenstein wurden sogenannte Fokusgebiete identifiziert. Die Kommunalrichtlinie sieht die Entwicklung einer Strategie und eines Maßnahmenkatalogs zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung inklusive Identifikation von zwei bis drei Fokusgebieten vor, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind. Für diese Fokusgebiete werden zusätzlich konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne dargestellt.

In Abbildung 47 sind die Fokusgebiete *Gewerbegebiet Oberes Eck*, *Waldbad Lengfurt* und *Oberes Mainfeld* dargestellt. Diese Gebiete wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsanalyse (Baualtersklassen, Wärmebedarf und Energieträger) sowie der, durch die Potenzialanalyse festgelegten, Möglichkeiten sowie der Rücksprache mit der Kommune, ausgewählt. Daneben spielt die hohe Priorität und Aktualität dieser Gebiete in der Marktentwicklung und Wärmewende des Marktes Triefenstein eine Rolle. Im Folgenden werden die Fokusgebiete im Detail beschrieben und eine Verwertbarkeit der Ergebnisse für die kommunalen Wärmeplanung in Triefenstein zu prüfen.

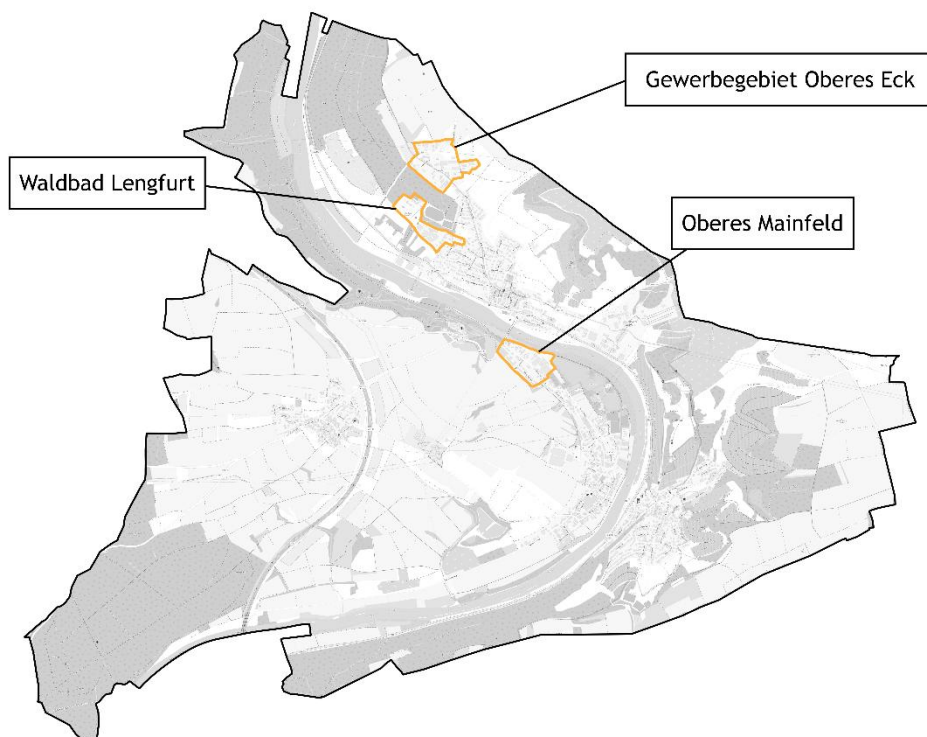


Abbildung 47: Übersicht der Fokusgebiete in Triefenstein, eigenen Darstellung, Hintergrundkarte [4]

5.1.1 Fokusgebiet 1: Gewerbegebiet Oberes Eck

Mit etwa einem Dutzend ansässigen Unternehmen ist das *Gewerbegebiet Oberes Eck* ein kleines, aber kompakt gebautes Gewerbegebiet im Norden Triefensteins. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus insbesondere auf Ankerkunden mit hohem Wärmebedarf. Im Gewerbegebiet ist dabei die im Norden gelegene *CREMARE Tierkrematorien GmbH* besonders relevant. Diese weist neben einem hohen Wärmebedarf ein prozessbedingtes Abwärmepotenzial auf.

Die Gebäudestruktur im untersuchten Gebiet umfasst insgesamt 46 Gebäude. Rund 90 % davon sind Nichtwohngebäude, darunter mehrere Baustoffhandlungen und Kfz-Werkstätten. Die vorherrschende Baualtersklasse umfasst Gebäude, die zwischen 2005 und 2008 errichtet wurden. Andere Baualtersklassen sind nur vereinzelt vertreten. Aus dieser Struktur ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf von 992 MWh. Die Abbildungen 48 bis 51 veranschaulichen die beschriebene Ausgangslage.

Die bestehende Energieinfrastruktur ergibt sich nach Abbildung 51 straßenzugsscharf aus mindestens 80% fossilen Zentralheizungen in den Wohngebäuden. Auch das durchschnittliche Energieträgeralter von über 21 Jahre veranschaulicht die Notwendigkeit, zeitnah zu handeln, da Heizungshavarien und freiwillige Heizungstausche zeitnah zu erwarten sind.

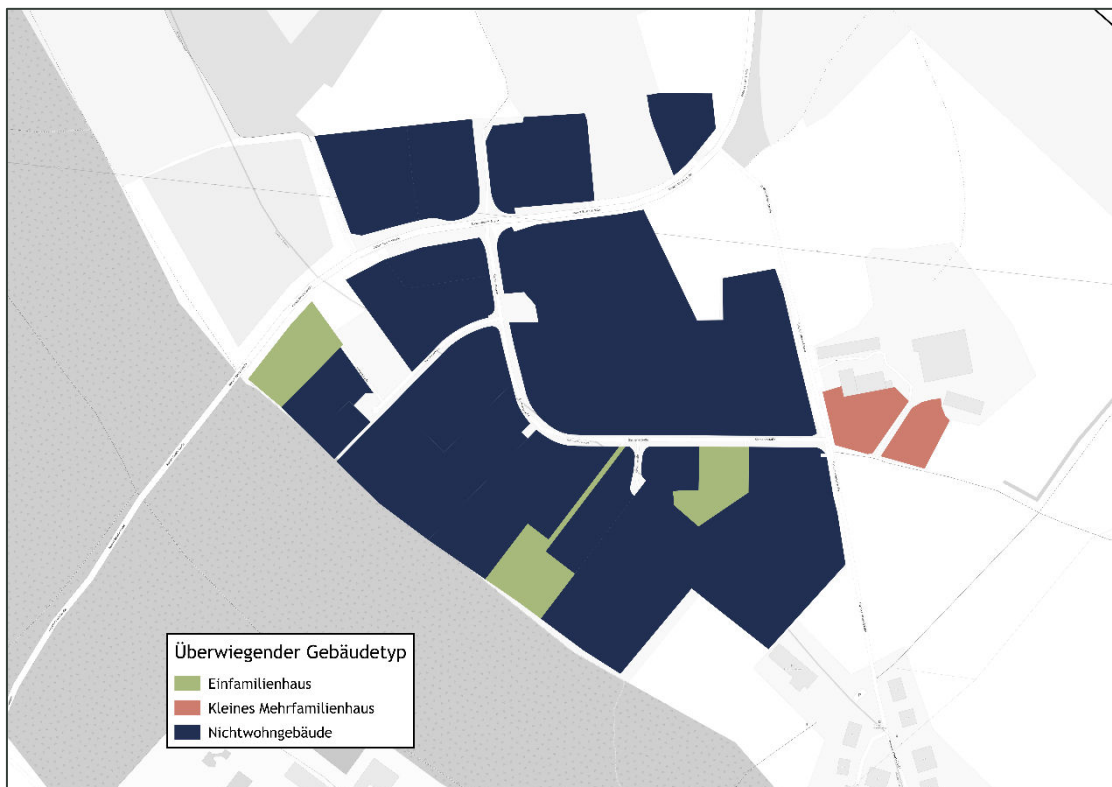


Abbildung 48: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

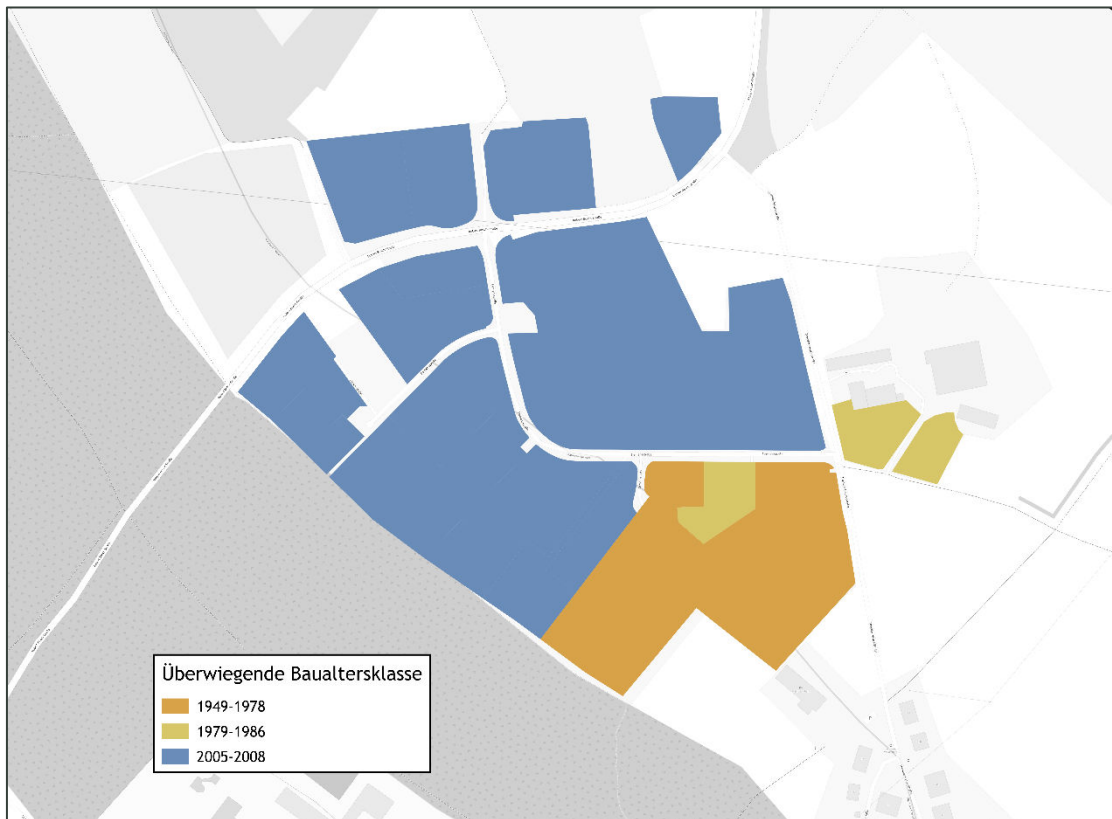


Abbildung 49: Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

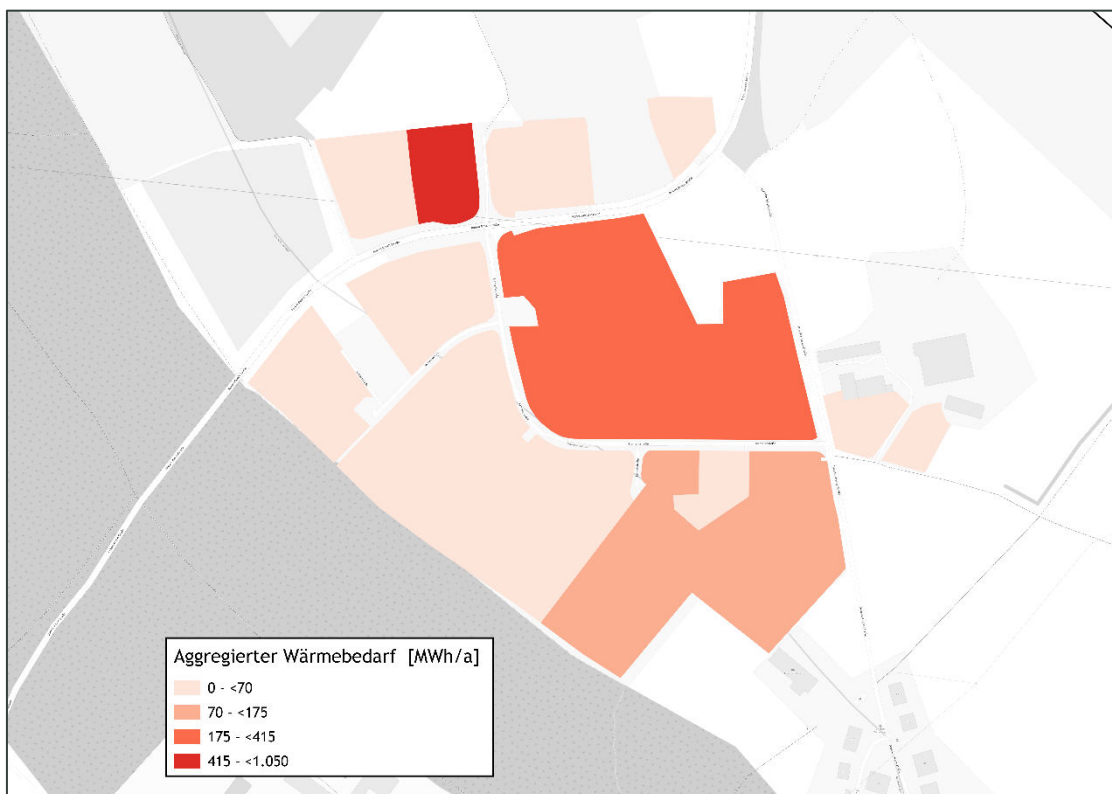


Abbildung 50: Aggregierter Wärmebedarf im Fokusgebiete Gewerbegebiet Oberes Eck auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

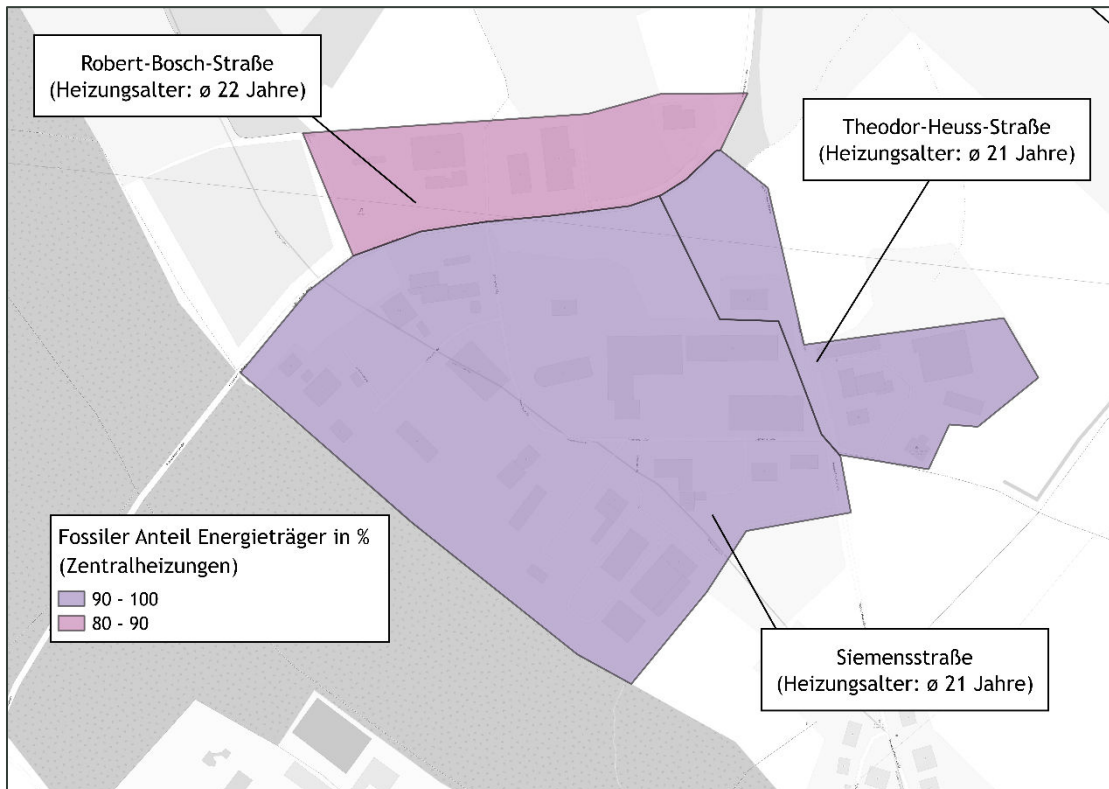


Abbildung 51: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Gewerbegebiet Oberes Eck, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Möglicher Wärmenetzneubau

Im Gewerbegebiet Oberes Eck wird der mögliche Trassenverlauf des Nahwärmenetzes in Abbildung 52 dargestellt. Essenziell für den wirtschaftlichen Betrieb ist, dass die *CREMARE Tierkrematorien GmbH* ein Anschlussinteresse hat. Die bei einer Einäscherung entstehende Abwärme kann alternativ auch als kostengünstige Abwärmequelle an die Gewerbebetriebe im Betrachtungsgebiet geliefert werden. Die Menge und die Verfügbarkeit sowie das Temperaturniveau spielen bei der wirtschaftlichen Bewertung des Fokusgebietes eine essenzielle Rolle.

Die Auslegung des Wärmenetzes ergibt eine Wärmelinienichte für das Netz von 671 kWh/m·a bei einer Anschlussquote von 60 %. Dieser Wert liegt unter dem wirtschaftlichen Grenzwert von 1.000 kWh/m·a für ein klassisches Wärmenetz. Abwärme als Wärmequelle ermöglicht aufgrund der kostengünstig zur Verfügung stehenden Wärmequelle aber grundsätzlich einen wirtschaftlichen Betrieb, auch unter diesem Grenzwert. Allerdings ist voraussichtlich ein zweiter Energieträger zur Sicherstellung eines dauerhaften Betriebs notwendig. Um dieses Vorhaben weiter zu verfolgen ist allerdings eine weiterführende Machbarkeitsstudie erforderlich, die die konkreten wirtschaftlichen Folgen darstellt (vgl. Maßnahmenkatalog MB1 und Kapitel 1.5.5).

Aufgrund der unbekanntenen Menge an verfügbarer Abwärme wird dieses Fokusgebiet im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung aufgrund der unklaren Entwicklung als dezentrales Versorgungsgebiet ausgewiesen. Diese Einteilung ist im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung zu prüfen.

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 20
- Trassenlänge: 0,6 km
- Wärmebedarf: 992 MWh/a (100 % Anschlussquote)
595 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinien-dichte: 1.119 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
671 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet



Abbildung 52: Mögliches Wärmenetz im Fokusgebiete Gewerbegebiet Oberes Eck, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

5.1.2 Fokusgebiet 2: Waldbad Lengfurt

Das Fokusgebiet *Waldbad Lengfurt* liegt im Westen des Ortes Lengfurt und besteht aus dem namensgebenden Waldbad, der *BGHM-Bildungsstätte* (Berufsgenossenschaft Holz und Metall) sowie der *Grundschule Triefenstein*. Die angrenzende Siedlung an der *Scheffelstraße* ist ebenfalls Teil des Fokusgebiets.

Nach Abbildung 53 beschränken sich die Gebäudetypen der Wohnsiedlung auf Einfamilien- und Reihenhäuser, während die übrigen Gebäude des Fokusgebiets als Nichtwohngebäude kategorisiert sind. Die Bildungsstätte sowie die Grundschule und das Waldbad sind in den 80er und 90er Jahren errichtet worden (vgl. Abbildung 54). Der wichtigste Akteur in diesem Fokusgebiet ist die Kommune, die das Waldbad und die Grundschule Triefenstein betreibt, sowie die Verwaltung der BGHM-Bildungsstätte.

In Abbildung 55 wird der Wärmebedarf der Liegenschaften dargestellt. Insbesondere sticht die Bildungsstätte mit einem sehr hohen Wärmebedarf hervor. Lediglich die Einfamilienhäuser in der *Leonhard-Frank-Straße* weisen einen niedrigen Wärmebedarf aus. In Summe beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebietes auf 1.951 MWh/a.

Die Energieträger der Ankerkunden sind nach den Daten des *Landesamts für Statistik* im Mittel 23 Jahre alt (vgl. Abbildung 56). Die Energieträger in den Wohngebäuden sind zwischen 17 und 24 Jahren zwar überwiegend etwas jünger als bei den Ankerkunden, eine Vielzahl an Energieträgerwechsel dürfte dennoch aufgrund des hohen Alters anstehen.

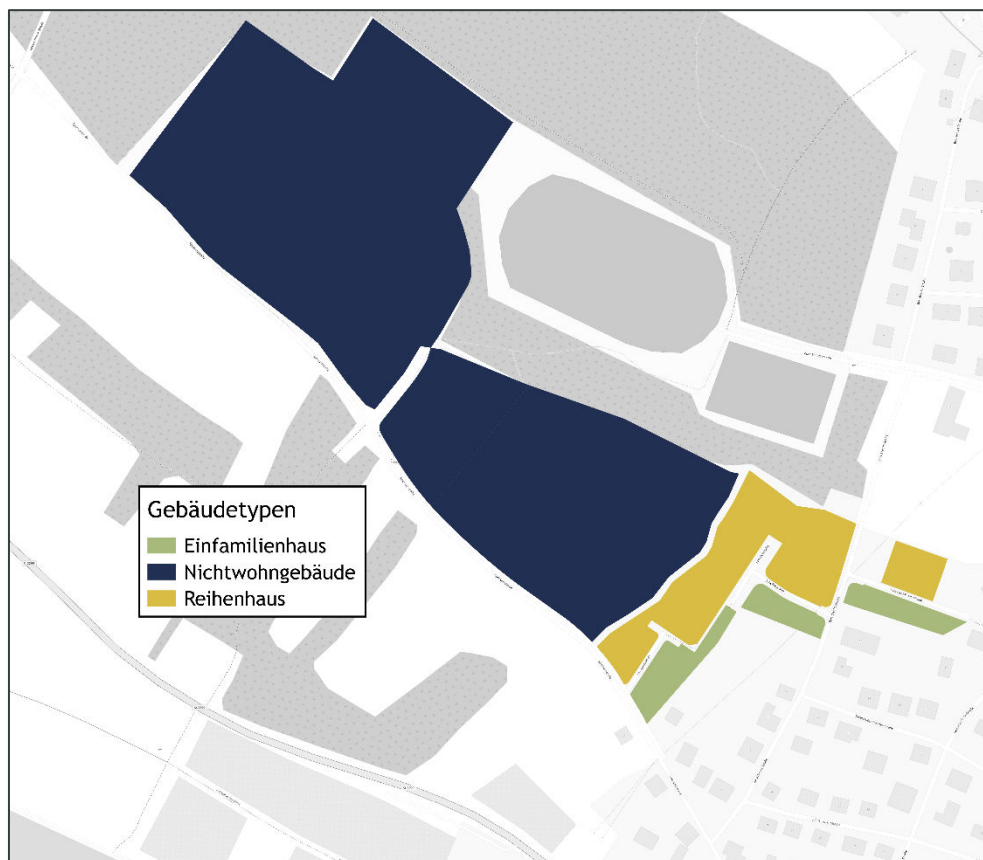


Abbildung 53: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

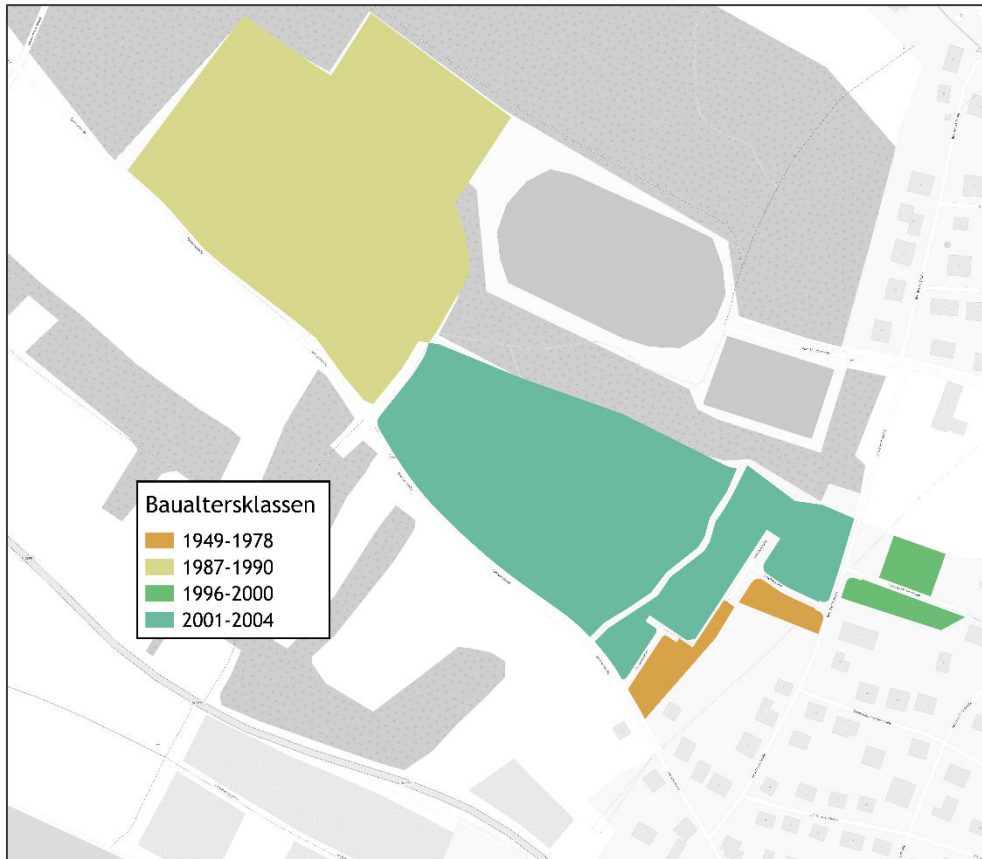


Abbildung 54: Darstellung der überwiegenden Baualtersklassen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

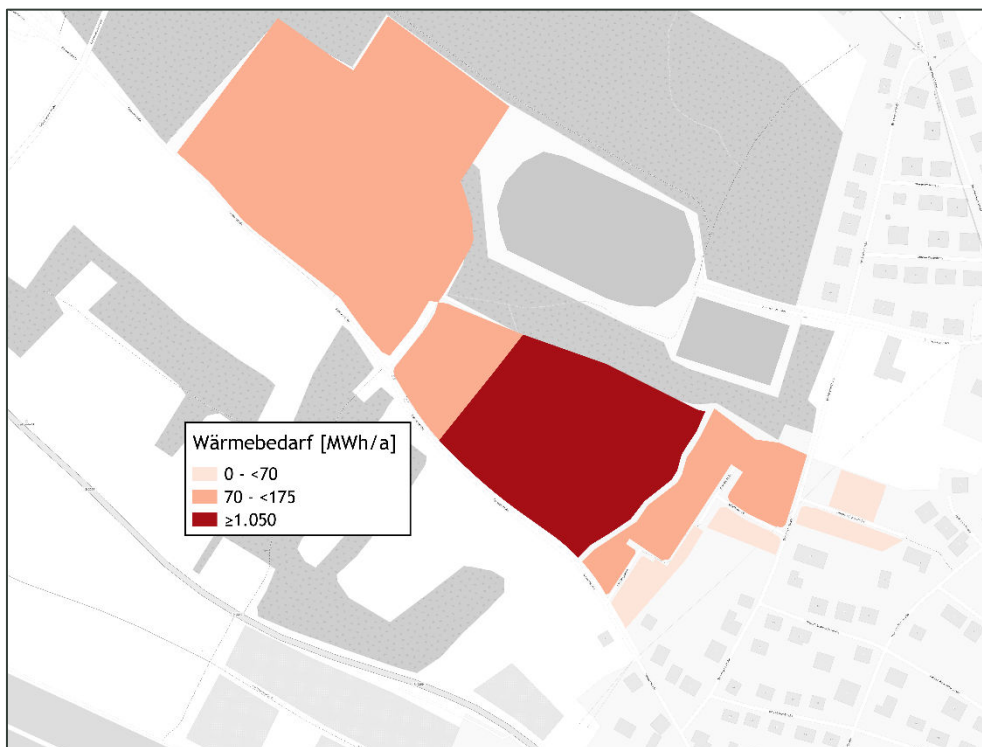


Abbildung 55: Darstellung des aggregierten Wärmebedarfs in MWh/a im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

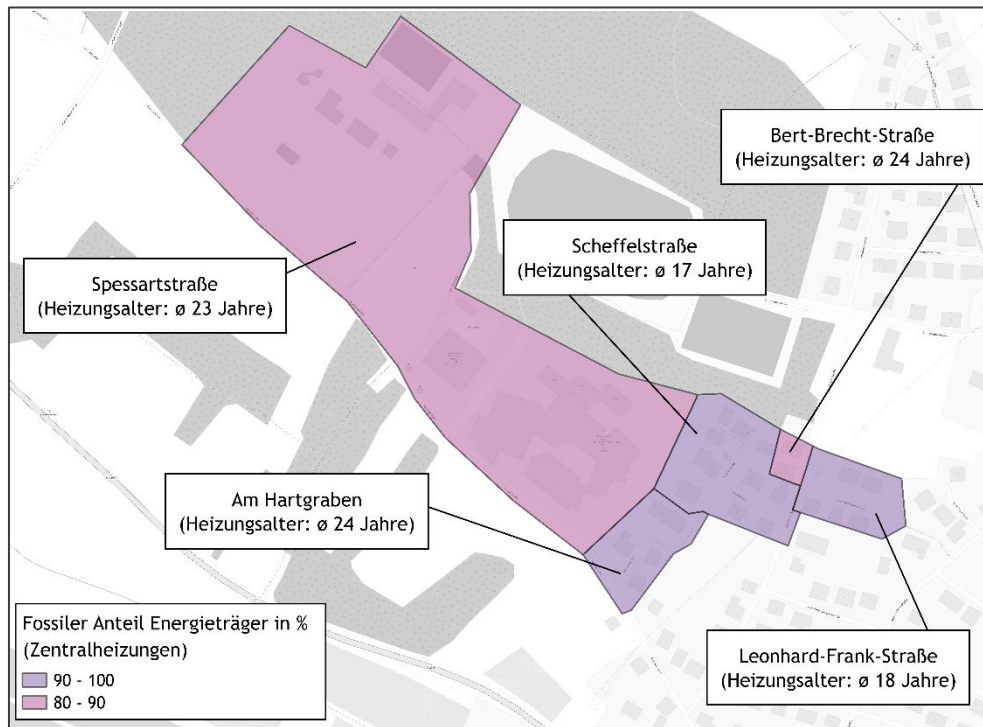


Abbildung 56: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Möglicher Wärmenetzausbau

In Abbildung 57 ist ein möglicher Wärmenetzverlauf dargestellt, dieser verbindet alle Gebäude des Fokusgebietes leitungsgebunden. Dabei wird eine Wärmelinienichte von 972 kWh/m·a erreicht, wobei der Großteil des Wärmebedarfs auf die Nichtwohngebäude zurückfällt. Der wirtschaftlichste Betrieb ist somit bei einem reinen Nichtwohngebäudenetz am größten.

Als nächster Schritt ist zunächst eine Rücksprache der Kommune mit der Verwaltung der BGHM-Bildungsstätte erforderlich, um das gemeinsame Interesse zu einem Wärmenetzbau zu erörtern. Bei positiver Rückmeldung gibt es zwei Möglichkeiten fortzufahren. Die beiden Akteure versorgen sich untereinander über ein Gebäudenetz (gefördert nach BEG), oder das Betrachtungsgebiet wird um die Wohngebäude erweitert. Eine Erweiterung des Betrachtungsgebiets auf insgesamt mehr als 16 Gebäude qualifiziert das Gebiet als Wärmenetz. Die Erweiterung hat zur Folge, dass das Wärmenetz über BEW förderfähig ist. Nach BEW ist für die Förderung eine BEW-Machbarkeitsstudie erforderlich, welche ganzheitlich von Konzeptionierung über Planung den Grundstein für Bau und Betrieb legt (vgl. Maßnahmenkatalog MB1 und Kapitel 1.5.5).

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 26
- Trassenlänge: 0,9 km
- Wärmebedarf: 1.951 MWh/a (100 % Anschlussquote)
1.171 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinienichte: 1.620 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
972 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als Wärmenetzneubaugebiet

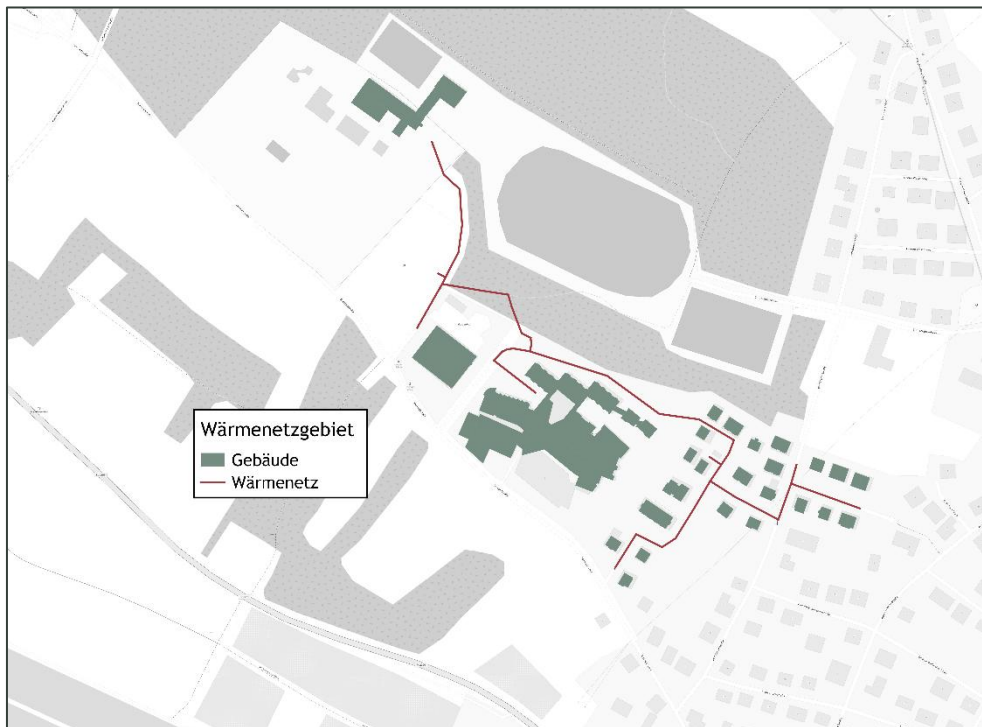


Abbildung 57: Geplantes Wärmenetz im Fokusgebiet Waldbad Lengfurt, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

5.1.3 Fokusgebiet 3: Oberes Mainfeld

Das Fokusgebiet *Oberes Mainfeld* befindet sich im Nordwesten von Trennfeld. Dort liegen die *Carl Götz GmbH*, der markteigene Bauhof, ein derzeit stillgelegtes Seniorenzentrum sowie eine Wohnsiedlung.

Wie aus Abbildung 58 hervorgeht, handelt es sich bei den Wohngebäuden überwiegend um Einfamilienhäuser, während Mehrfamilien- und Reihenhäuser nur vereinzelt vertreten sind. Ein Großteil der Wohngebäude, ebenso wie das Seniorenzentrum und viele Gebäude der *Carl Götz GmbH* sind zwischen 1987 und 1990 errichtet worden. Somit ist ein Großteil der Gebäude in einem energetisch kaum sanierten Zustand.

In Abbildung 60 wird der Wärmebedarf der Liegenschaften dargestellt. Der höchste Wärmebedarf tritt im Norden bei den Reihenhäusern auf. Da das Seniorenzentrum außer Betrieb ist, lässt sich der Wärmebedarf dieser Einrichtung nicht bewerten. Auch entlang der Straße *Oberes Mainfeld* sowie bei der *Carl Götz GmbH* ist ein erhöhter Wärmebedarf festzustellen. Die vorherrschende Gebäudetypen und Baualtersklassen führen zu einem Wärmebedarf von durchschnittlich $111 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$. In Summe beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebietes auf 438 MWh/a .

Die Energieversorgung der Ankerkunden ist nach den Daten des Landesamts für Statistik insgesamt deutlich veraltet (siehe Abbildung 61). In der Straße *An der Brücke* liegt das durchschnittliche Alter der Heizsysteme bei rund 27 Jahren. Unter Berücksichtigung des Baualters ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Anlagen seit Errichtung der Gebäude nicht erneuert wurden. Auch die übrigen Heizsysteme im Fokusgebiet, die überwiegend zwischen 11 und 19 Jahre alt sind, nähern sich dem Zeitpunkt einer notwendigen Modernisierung, insbesondere aufgrund des hohen fossilen Anteils.

Aktuell basiert die Wärmebereitstellung primär auf Erdgas und Heizöl. Eine nachhaltige und zukunftsfähige Transformation der Energieversorgung erfordert daher sowohl die Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude als auch die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien.



Abbildung 58: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

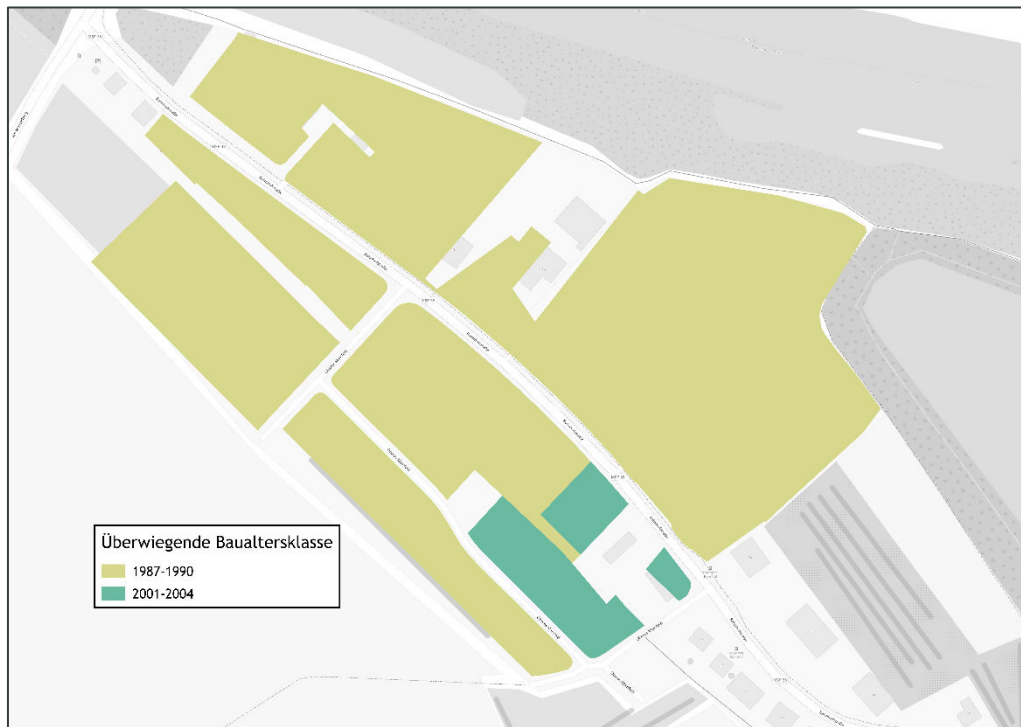


Abbildung 59: Darstellung der überwiegenden Baualtersklassen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]



Abbildung 60: Darstellung des aggregierten Wärmebedarfs in MWh/a im Fokusgebiet Oberes Mainfeld auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

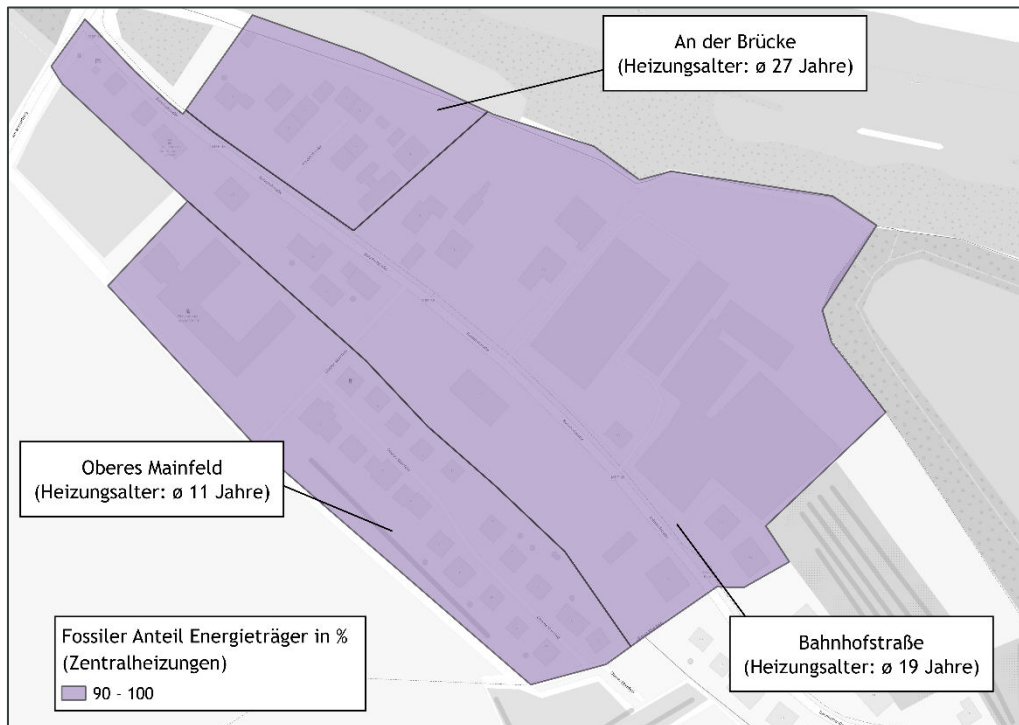


Abbildung 61: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter von Zentralheizungen im Fokusgebiet Oberes Mainfeld, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Möglicher Wärmenetzausbau

In Abbildung 62 ist ein möglicher Wärmenetzverlauf dargestellt, dieser verbindet einen ausgewählten Teil der Gebäude des Fokusgebietes leitungsgebunden. Dabei wird eine Wärmelinien-dichte von 674 kWh/m·a unter Berücksichtigung einer Anschlussquote von 60 % erreicht. Nach derzeitigem Stand ist dies der Trassenverlauf für eine optimale Wärmelinien-dichte. Eine Stichleitung zur *Carl Götz GmbH* verringert die Wärmelinien-dichte und wäre nur zielführend, wenn der Wärmebedarf des Unternehmens in nächster Zeit steigt. Aufgrund der kostspieligen Verlegung (*Bahnhofstraße*) zur Straße *An der Brücke* ist auch diese Erweiterung nicht sinnvoll.

Auf Grundlage dieser Untersuchung ist es nach aktuellem Stand zu empfehlen, das Fokusgebiet als dezentrales Versorgungsgebiet einzuteilen. Bei veränderten Rahmenbedingungen, wie etwa bei der *Carl Götz GmbH*, lokaler Nachverdichtung oder der Wiederinbetriebnahme des Seniorenzentrums, ist die Einteilung dieses Gebietes erneut zu reevaluierten.

Kennwerte:

- Angeschlossene Gebäude: 19
- Trassenlänge: 0,2 km
- Wärmebedarf: 438 MWh/a (100 % Anschlussquote)
263 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- Wärmelinien-dichte: 1.123 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
674 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

→ Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet

5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Marktgebiet

Auf Grundlage der analysierten und identifizierten Potenziale sowie der definierten Fokusgebiete wurden gemeinsam mit dem Markt konkrete Maßnahmen entwickelt. Diese Maßnahmen sind detailliert in Maßnahmensteckbriefen dokumentiert, die im Anhang einsehbar sind. Jeder Maßnahmensteckbrief enthält eine umfassende Beschreibung der Maßnahme, einschließlich der notwendigen Handlungsschritte, der relevanten Zielgruppen sowie der zentralen Initiatoren und Akteure, die an der Umsetzung beteiligt sind. Darüber hinaus wurden der erforderliche Aufwand und das Einsparpotenzial bewertet, um die Maßnahmen sowohl in ihrer Wirksamkeit als auch in ihrer Umsetzbarkeit zu priorisieren.

Die Entwicklung der Maßnahmen berücksichtigt die spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten des Marktes. So wurde sichergestellt, dass die Maßnahmen praxisnah, zielgruppengerecht und nachhaltig wirksam gestaltet sind.

Tabelle 13: Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Typ und Effekte im Anwendungsbereich Wärme, eigene Darstellung

Maß-Nr.	Beschreibung	Maßnahmentyp	Effekt im jeweiligen Sektor
VV2	Einführung eines Energiemanagementsystems in kommunalen Liegenschaften mit Optimierung des Eigenverbrauchs	Minderung	20%
VV3	Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften	Minderung	10%
MB3	Energieberatung der Verbraucherzentrale mit Fokus auf dezentralen Versorgungsgebiete	Minderung	10%
VA3	Bereitstellung gemeindeeigener Wegeflächen für die Verlegung von Infrastrukturen	Minderung	2,5%
VA2	Realisieren von Gebäudenetzen	Substitution	725 MWh
VV4	Energieträgertausch in kommunalen Liegenschaften	Substitution	152 MWh
VA1	Neugründung von Kommunalunternehmen zur Errichtung neuer Wärmeinfrastrukturen und Bereitstellung von Wärme	Substitution	1.740 MWh
VV1	Erhebung und Erschließung von Leerständen	Substitution	1.171 MWh
MB1.1	Wärmenetz Waldbad Lengfurt	Substitution	1.171 MWh
MB2	Kommunikationsplattform für Interessensbekundungen (Anschluss an ein Wärmenetz oder Gebäudenetz)	Substitution	1.160 MWh
MB1.2	Wärmenetz Lengfurt Altort	Substitution	2.497 MWh
MB1.3	Wärmenetz Homburg Altort	Substitution	4.529 MWh
MB1.4	Wärmenetz Rettersheim Zentrum	Substitution	1.135 MWh
MB1.5	Wärmenetz Trennfeld Altort	Substitution	1.541 MWh

5.3 Controlling

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentraler Baustein in der Umstellung von einer fossilen auf eine vollständig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung und bedarf aufgrund ihrer Komplexität und Langfristigkeit einer Strategie zur Einführung und Umsetzung. Das Controlling fungiert dabei als zentrales Instrument zur Überwachung von Treibhausgasemissionen, Steuerung und fortlaufenden Anpassung von Maßnahmen aus dem Wärmeplan. Es sorgt dafür, dass die gesetzten Ziele termingerecht und ressourcenschonend erreicht werden. Dabei sind nicht nur die quantitative Überwachung von Indikatoren wie Treibhausgasreduktion, Anteil erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung und Energieeinsparungen von Bedeutung, sondern auch die qualitative Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Effizienz. Ein bewährter Ansatz für das Controlling der kommunalen Wärmeplanung ist der PDCA-Managementprozess (Plan, Do, Check, Act). Dieser zyklische Prozess stellt eine methodische Vorgehensweise dar, um die einzelnen Schritte der Planung zu steuern, den Fortschritt zu kontrollieren und durch gezielte Anpassungen sicherzustellen, dass die Ziele nachhaltig erreicht werden.

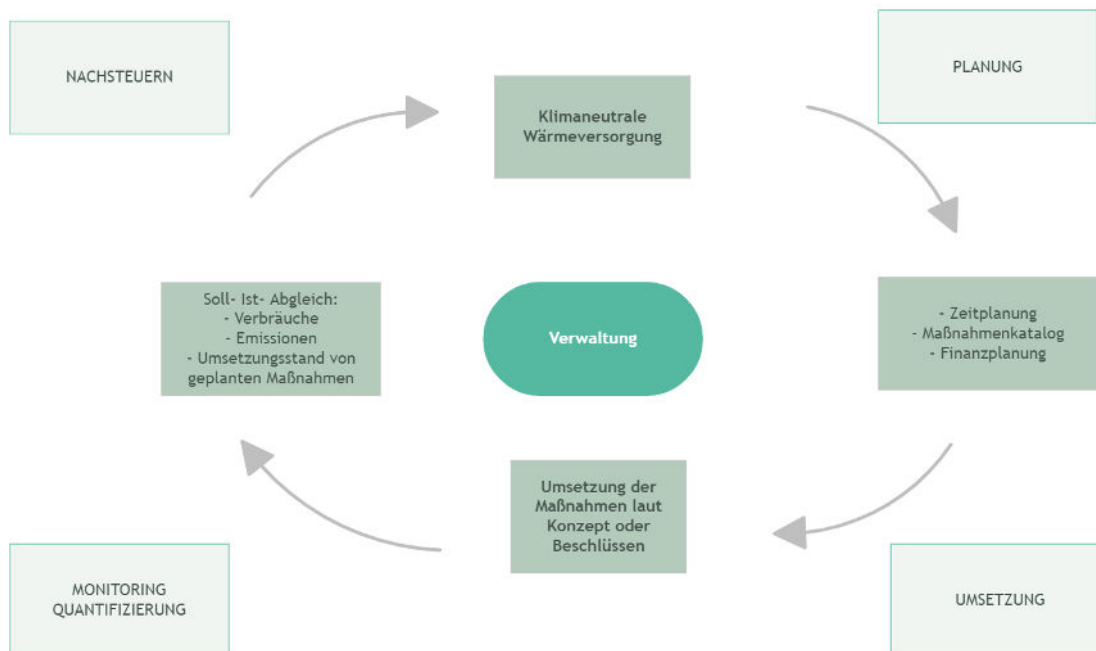


Abbildung 63: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung

Es wird empfohlen, den PDCA-Prozess jährlich durchzuführen. Zu den wichtigsten Indikatoren im Monitoring – dem Beobachten und Erfassen von Schlüsseldaten der Wärmeversorgung - gehören die emittierten Treibhausgase, der Energieverbrauch, der Anteil erneuerbarer Energien und die Sanierungsrate. Durch die systematische Erhebung dieser Daten mittels standardisiertem Erhebungsbogen wird ein Soll-Ist-Vergleich ermöglicht, der ein zentrales Element der Erfolgskontrolle darstellt und in die Nachsteuerung überführt werden kann. Für das Monitoring können die Indikatoren aus der Energie- und Treibhausgasbilanz herangezogen werden, die für das Bilanzjahr 2022 für den Markt Triefenstein erstellt wurde (siehe Kapitel 2.3). Um die Wirksamkeit von umgesetzten Maßnahmen verfolgen zu können, wird die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz alle zwei Jahre empfohlen. Neben dieser Fortschreibung ist die kommunale Wärmeplanung alle fünf Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren.

Sollten Abweichungen von den geplanten Zielen festgestellt werden, können im Rahmen des Controllings Korrekturmaßnahmen frühzeitig eingeleitet werden, um sicherzustellen, dass die Zielvorgaben für THG-Reduktion und Energieeinsparung eingehalten werden. Bei Abweichungen von Soll und Ist sind auch technologische Entwicklungen und gesetzliche Änderungen zur Nachsteuerung einzuleiten. Die geplanten Ziele und spezifischen Maßnahmen für den Markt Triefenstein wurden im Rahmen des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet und sind in Kapitel 4 und 5.2 dokumentiert.

Im Rahmen des Nachsteuerens mit Korrekturmaßnahmen ist die Ursachenanalyse entscheidend, um zu verstehen, warum bestimmte Ziele nicht erreicht wurden. So können gezielte Korrekturmaßnahmen entwickelt werden. Mögliche Ursachen für das Nichterreichen der Ziele können in einer unzureichenden Planung, fehlenden Ressourcen oder einer Überlastung der umsetzenden Stellen begründet sein. Ebenso könnten technische oder rechtliche Hindernisse die Maßnahmen behindern.

Die Berichterstattung dient dazu, die Ergebnisse des kontinuierlichen Monitorings transparent an alle relevanten Akteure zu kommunizieren. Durch regelmäßige Berichte wird sichergestellt, dass die Marktverwaltung sowie die Bürger stets über den aktuellen Stand der Maßnahmen und den Fortschritt der Wärmewende informiert sind. Diese Transparenz schafft Vertrauen in den gesamten Planungsprozess und fördert die Beteiligung der Bevölkerung sowie anderer Interessengruppen.

5.4 Kommunikation

Eine effektive Kommunikationsstrategie ist für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und Wärmewende unerlässlich. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Akteure oder Zielgruppen– von der Marktverwaltung über Unternehmen bis hin zur Bevölkerung – regelmäßig und auf geeigneten Kanälen über die Ziele, Meilensteine und Fortschritte der Wärmeplanung informiert werden. Transparente und konsistente Kommunikation trägt nicht nur dazu bei, Vertrauen aufzubauen, sondern auch die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen zu fördern und mögliche Hemmnisse abzubauen. Eine klare und offene Kommunikation ermutigt die Akteure, sich aktiv an der Wärmewende zu beteiligen.

Für eine gezielte Ansprache der verschiedenen Zielgruppen ist ein differenzierter Ansatz erforderlich. Angesichts der unterschiedlichen Interessen und Bedürfnisse der Akteure ist der Einsatz vielfältiger Kommunikationskanäle sinnvoll. Dabei können Multiplikatoren, wie etwa lokale Vereine, Medienschaffende oder Politiker, eine entscheidende Rolle spielen, indem sie Informationen glaubwürdig und effizient verbreiten.

5.4.1 Beteiligung während der Erstellung der Wärmeplanung

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurden verschiedene Akteure einbezogen. Neben der Öffentlichkeit fand auch ein Austausch mit örtlichen Unternehmen statt.

Den Auftakt bildete der Kick-Off am 10. Februar 2025, bei dem die Ziele und der Ablauf der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt wurden. Hierbei wurden die grundlegenden Schritte, der zeitliche Rahmen sowie die weiteren Schritte erläutert. Der Auftakt und die Vertragsunterzeichnung ist in Abbildung 64 dargestellt.

Am 17. Mai 2025 fand im Rahmen einer Gemeinderatssitzung das Vorstellen der Bestands- und Potenzialanalyse statt. Für die Sitzung wurde ebenfalls das Industrieunternehmen *Heidelberg Materials AG* und alle weiteren Großverbraucher eingeladen (vgl. Kapitel 2.1.3). Um eine sinnvolle Einbindung aller Akteure zu gewährleisten, wurden die Veranstaltungen durch einen offenen Austausch abgerundet, wodurch den Akteuren die Möglichkeit für eine Stellungnahme gegeben wurde.

Die öffentliche Beteiligung erfolgte am 04. November 2025 im Format eines digitalen Austauschs. Dabei wurden die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung, ihre rechtlichen Auswirkungen auf Gebäudeeigentümer, das allgemeine Vorgehen sowie die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz bis zur Gebietseinteilung und dem Zielszenario vorgestellt. Im Anschluss an die Präsentation fand eine Frage- und Antwortrunde statt, in der die Bürger ihre Anliegen und Fragen einbringen konnten.

Diese enge Abstimmung mit der Öffentlichkeit und allen relevanten Akteuren gewährleistet eine tragfähige und zukunftsorientierte Planung der kommunalen Wärmeversorgung.



Abbildung 64: Vertragsunterzeichnung am 10.02.2025 im Rathaus Lengfurt, (Foto: Elias Hofmann)

5.4.2 Strategien für eine transparente und bürgernahe Kommunikation

Die Wahl der richtigen Kommunikationskanäle ist von entscheidender Bedeutung. Eine zielgerichtete Kombination aus traditionellen und digitalen Medien sorgt dafür, dass alle relevanten Zielgruppen erreicht werden. Dafür wird empfohlen neben Printmedien (u. a. lokale Zeitungen und das kommunale Mitteilungsblatt) auch soziale Medien, wie *Facebook* oder perspektivisch *Instagram* zu nutzen. Mit der Platzierung der Artikel an einer einheitlichen Stelle mit einheitlichem Design entsteht ein hoher Wiedererkennungswert. Die Möglichkeit zur Ansprache aller Markteinwohner sollte unbedingt genutzt werden.

Zusätzlich kann der Reiter auf der markteigenen Website zur Wärmeplanung weiter ausgebaut und laufend aktualisiert werden. Für die Belange der Wärmeplanung kann der Ansprechpartner im Rathaus, Tobias Feser, kontaktiert werden. Des Weiteren können öffentliche Veranstaltungen wie Informationsabende oder Workshops den direkten Dialog ermöglichen.

Die Öffentlichkeit ist kontinuierlich über den aktuellen Stand und wichtige Meilensteine der Wärmeplanung zu informieren. Regelmäßige Veröffentlichungen und Veranstaltungen, beispielsweise einmal jährlich, im Rahmen der Bürgerversammlung oder regelmäßig bei Entwicklungen in dem monatlich erscheinenden *Mitteilungsblatt*, bieten eine verlässliche Informationsquelle. Je nach Kommunikationskanal empfiehlt es sich Inhalte passend aufzubereiten. Dies ist in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung

Kanal	Darstellungsmöglichkeiten
Zeitungen	Pressemitteilungen mit Inhalten des Reportings
Mitteilungsblatt	Artikel zu aktuellem Sachstand, abgeschlossener Maßnahmen und Neuerungen, Verweis auf Fördermöglichkeiten, Verweis auf bevorstehende Informationsveranstaltungen
Soziale Medien	Werbung für bevorstehende Veranstaltungen, Hinweise auf kurzfristige Änderungen, Kacheln mit einer Informationsübersicht mit Verweis auf die Website zur weiteren Erläuterung, Videos zum Ergebnis realisierter Projekte
Website	Zentraler Ort, der alle Informationen sammelt. Fließtexte, FAQs, Pressemitteilungen, Veröffentlichung von Karten und aktueller Wärmeplan zum Download, Verweis auf Fördermöglichkeiten, Verweis auf bevorstehende Informationsveranstaltungen oder Veröffentlichungen in der Politik
Informationsabende und Workshops	Präsentation des aktuellen Stands und den kommenden Schritten, Vorstellung beschlossener und abgeschlossener Maßnahmen, Feedback zu geplanten und umgesetzten Maßnahmen in Form von Fragebögen

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das aktive Zuhören. Die Anliegen der Öffentlichkeit sollten ernst genommen werden und die Marktverwaltung sollte Möglichkeiten für Kommentare und einen Dialog schaffen – sei es per E-Mail, über ein Kontaktformular auf der markteigenen Website oder durch die Informationsveranstaltungen. Auf diese Weise kann die Marktverwaltung konstruktives Feedback erhalten und darauf eingehen, um den Prozess gemeinsam mit den Bürgern voranzutreiben. Die zielgerichtete und klare Aufbereitung der Inhalte ist von besonderer Bedeutung. Die Informationen müssen gut strukturiert und fachlich präzise sein. Dabei ist jedoch darauf zu achten, eine für die Bürger gut verständliche Sprache zu verwenden. Abbildungen und Beispiele können dabei helfen, komplizierte Sachverhalte zu veranschaulichen und zugänglicher zu machen. Im Folgenden sind mögliche Inhalte für die Öffentlichkeitsarbeit aufgeführt, die über verschiedene Kommunikationskanäle vermittelt werden können. Diese Übersicht dient der Markt als praktische Hilfestellung.



Abbildung 65: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung

5.5 Verstetigung

Eine Verstetigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung zielt darauf ab, die langfristige Umsetzung und Fortschreibung der Wärmeplanung zu sichern. Dies umfasst auch Aufgaben aus dem Controllingkonzept und der Kommunikationsstrategie. Durch eine nachhaltige Verankerung und den Ausbau von Verwaltungsstrukturen wird gewährleistet, dass die Wärmeplanung dauerhaft zur Wärmewende und damit zur Erreichung der Klimaziele beiträgt.

Ein wesentlicher Schritt für eine erfolgreiche kommunale Wärmeplanung ist die feste Integration dieser Prozesse in die Verwaltungsstruktur. Dazu gehört die Implementierung einer festen Ansprechperson, die die übergeordnete Steuerung und Koordination sowie Kommunikation der Wärmeplanung übernimmt. Diese Person fungiert als zentrale Schnittstelle zwischen verschiedenen Akteuren und sorgt dafür, dass die Planungen kontinuierlich weiterentwickelt und an aktuelle Anforderungen angepasst werden (Maßnahmencontrolling). Zu berücksichtigen ist auch, dass die entsprechende Stelle ebenso die fortlaufende Kommunikation übernehmen sollte. So kann sichergestellt werden, dass alle relevanten Inhalte und somit ein konsistentes Bild nach außen transportiert wird. Alle Inhalte sollten von dem jeweiligen Vorgesetzten freigegeben werden. Mit Freigabemechanismen sollen mögliche Missverständnisse vermieden werden und eine ganzheitliche Kommunikation von der Kommune an die Bürger sichergestellt werden.

Der erste Wärmeplan wurde vom Bauamt und der Geschäftsleitung in Zusammenarbeit mit *INEV* und der *Bayernwerk Netz GmbH* erstellt. Da die Wärmeplanung als strategisches Planungsinstrument ähnlich wie der Flächennutzungs- oder Bebauungsplan fungiert, wird empfohlen, die Fortführung dem Fachbereich Bauamt zuzuordnen. So können Schnittstellen zu relevanten Aufgabenbereichen wie Gebäudemanagement, Straßenbau, Bauleitplanung, Bauanträgen und Denkmalschutz effizient genutzt werden.

Mittlerweile hat der Freistaat Bayern die Bundesvorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) auf Landesebene umgesetzt. Am 2. Januar 2025 trat die Verordnung zur "Ausführung energie-wirtschaftlicher Vorschriften" (AVEn) in Kraft, die die finanzielle Unterstützung der Kommunen regelt, um die Kosten der Wärmeplanung zu decken.

Zusätzlich stellt der Freistaat Bayern einen finanziellen Ausgleich in Form sogenannter Kon-nexitätszahlungen zur Verfügung. Diese Ausgleichszahlungen gelten auch rückwirkend für bereits abgeschlossene Wärmeplanungen und sollen die Mehrbelastung der Kommunen vollständig kompensieren.

Es wird empfohlen, im entsprechenden Fachbereich einen festen Ansprechpartner für die Wär-meplanung einzurichten. Angesichts der interdisziplinären Anforderungen der Maßnahmen könnte geprüft werden, ob über diese Stelle auch weitere Klimaschutzaufgaben koordiniert werden können. Die zentralen Aufgaben umfassen:

- Monitoring und Controlling
- Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation
- Berichterstattung
- Maßnahmenumsetzung

6 Fazit

Die kommunale Wärmeplanung des Marktes Triefenstein stellt eine strategische Grundlage für die langfristige Transformation der Wärmeversorgung bis hin zur Treibhausgasneutralität dar. Der vorliegende Bericht bietet eine detaillierte Bestandsaufnahme, analysiert die energetische Ausgangssituation und zeigt auf, welche Potenziale für erneuerbare Energien sowie Effizienzmaßnahmen im Marktgebiet bestehen. Dabei wurden die unterschiedlichen Siedlungsstrukturen, Energieinfrastrukturen und sektoralen Anforderungen berücksichtigt.

Zentrales Ergebnis der Planung ist die Aufteilung des Marktgebiets in verschiedene Wärmeversorgungsgebiete, die jeweils spezifische Strategien erfordern. Insbesondere in den Wärmenetzuntersuchungsgebieten *Homburg Altort* (inkl. Ausbaustufe II), *Lengfurt Altort*, *Trennfeld Altort* sowie *Rettersheim Zentrum* sind Wärmenetze eine wirtschaftlich umsetzbare Energieversorgungsoption. Als besonders interessant ist in Triefenstein die Flussthermie, da viele Wärmenetzgebiete in Mainnähe sind. Im Fokusgebiet *Waldbad Lengfurt* ist diese Wärmeversorgungsoption ebenfalls anzustreben. In diesem Fokusgebiet ist die Kommune aufgrund der dort vorhandenen kommunalen Liegenschaften selbst zentraler Akteur. Im *Gewerbegebiet Oberes Eck* steht Abwärme grundsätzlich zur Verfügung, jedoch kann dies erst perspektivisch sinnvoll für die Wärmebereitstellung naheliegender Gebäude verwendet werden. Gleichzeitig zeigt sich für dezentrale Siedlungsbereiche – wie viele leichter bebaute Ortsteile – ein hoher Handlungsbedarf im Bereich individueller, klimafreundlicher Heizsysteme.

Ein erheblicher Hebel zur Reduktion des zukünftigen Wärmebedarfs liegt im Gebäudebestand. Hier bieten energetische Sanierungsmaßnahmen großes Potenzial, um die Wärmenachfrage zu senken und die Grundlage für eine effiziente Einbindung erneuerbarer Energien zu schaffen. Ergänzend dazu können dezentrale Technologien wie Wärmepumpen und Solarthermie sowie das Nutzen von Biomasse wichtige Beiträge leisten.

Der Markt Triefenstein hat mit dieser Planung einen wichtigen ersten Schritt hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung vollzogen. In den kommenden Jahren gilt es, auf dieser Basis konkrete Maßnahmen zu priorisieren, Fördermittel gezielt zu nutzen, die Kommunikation mit der Bürgerschaft zu intensivieren und den begonnenen Transformationsprozess kontinuierlich weiterzuentwickeln. Die im WPG vorgesehene Fortschreibung im Fünfjahres-Rhythmus ermöglicht es, neue technologische Entwicklungen, regulatorische Rahmenbedingungen sowie veränderte lokale Gegebenheiten fortlaufend zu integrieren. Eine Fortschreibung der Treibhausgasbilanz ist alle zwei Jahre zu empfehlen.

Die kommunale Wärmeplanung bietet somit nicht nur eine planerische Orientierung, sondern auch eine Chance, die energetische Zukunft des Markts aktiv, wirtschaftlich tragfähig und sozial ausgewogen zu gestalten.

7 Verweise

- [1] B. Vermessungsverwaltung, „Geodaten Bayern 3D-Gebäudemodelle,“ 2025. [Online]. Available: <https://geodaten.bayern.de/opengeodata/OpenDataDetail.html?pn=lod2>.
- [2] B. u. V. B. Landesamt für Digitalisierung, „Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®),“ München, 2025.
- [3] B. L. f. S. u. Datenverarbeitung, „Zensus 2011: Gemeindedaten Gebäude und Wohnungen,“ München, 2014.
- [4] OpenStreetMap contributors, „OpenStreetMap,“ OpenStreetMap Foundation, 2025. [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org>. [Zugriff am 2025].
- [5] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering und M. Pehnt, „Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche,“ ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al., Heidelberg, 2024.
- [6] I. f. W. u. Umwelt, „Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU,“ Darmstadt, 2013.
- [7] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.), „Leitfaden Energieausweis,“ dena, Berlin, 2015.
- [8] B. G. L. S. P. W. D. N. R. Frank Dünnebeil, „BISKO Bilanzierungssystematik Kommunal - Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland,“ Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Berlin, 2024.
- [9] A. S. S. G. Wolfram Knörr, „Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Energieeinsätze und Emissionen des zivilen Flugverkehrs - TREMOD AV,“ ifeu Institut für Energie und Umweltforschung, Heidelberg, 2012.
- [10] H. Materials, „Zementwerk Lengfurt - Partner der Region,“ [Online]. Available: https://www.heidelbergmaterials.de/sites/default/files/2024-07/Heidelberg%20Materials%20Zementwerk%20Lengfurt%20Kurzbrochu%CC%88re_16-S.pdf.
- [11] U. Bayern, „www.umweltatlas.bayern.de,“ Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2025. [Online]. Available: <https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de>. [Zugriff am 20 Januar 2025].
- [12] „[GGSC] - Oberflächennahe Geothermie,“ [Gaßner, Groth, Siederer & Coll.], [Online]. Available: <https://www.ggsc.de/referenzen/oberflaechennahe-geothermie>. [Zugriff am 22 08 2024].
- [13] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Kurzgutachten - Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung,“ München, 2025.
- [14] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern,“ [Online].
- [15] B. L. f. Statistik, „GENESIS-Online,“ [Online]. Available: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis>.
- [16] D. N. Diefenbach, M. Großklos und D. A. Enseling, „Auf dem Weg zur Klimaneutralität: Kosten und CO₂-Emissionen bei der Wohngebäude-Wärmeversorgung,“ Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2025.
- [17] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Plattform für Abwärme,“ [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_no_de.html. [Zugriff am 3 11 2025].

- [18 N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch und S. Lengning,
] „Technikkatalog Wärmeplanung,“ ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held
PartGmbH, Prognos AG, Heidelberg, 2024.
- [21 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Faustzahlen, 2025.
]
- [22 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Wald im Wandel, 2022.
]

8 Glossar

Abwärme – Wärme, die als Nebenprodukt in Industrie, Gewerbe oder Kraftwerken entsteht. Statt sie ungenutzt entweichen zu lassen, kann sie für Heizung oder Warmwasser genutzt werden.

Amortisationszeit – Zeitraum, bis die Investitionskosten einer Maßnahme (z. B. Dämmung der Außenwände, Erneuerung der Heizung) durch Energieeinsparungen wieder ausgeglichen sind.

CO₂-Äquivalente (CO₂eq) – CO₂-Äquivalente geben an, wie viel ein Treibhausgas zur Erderwärmung beiträgt – im Vergleich zur gleichen Menge Kohlenstoffdioxid. Sie sind eine vereinheitlichte Messgröße, mit der alle Treibhausgasemissionen zusammengefasst und verglichen werden können.

Dekarbonisierung – Verringerung von CO₂-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien statt fossiler Brennstoffe wie Öl oder Gas.

Effizienzhaus-Standard – Einstufung, wie energiesparend ein Gebäude ist. Je niedriger die Zahl (z. B. Effizienzhaus 40), desto weniger Energie wird benötigt.

Fernwärme – Wärme wird zentral (z. B. in einem Heizkraftwerk) erzeugt und über ein Leitungsnetz zu vielen Gebäuden transportiert.

Geothermie – Nutzung von Wärme aus dem Erdreich oder Grundwasser. Die Temperaturneigebau wird oft über Wärmepumpen angehoben und nutzbar gemacht.

Kommunale Wärmeplanung – Gesetzlich geregelter Prozess, bei dem eine Kommune untersucht, wie sie ihre Wärmeversorgung klimafreundlich umbauen kann.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) – Technik, die gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dadurch wird Energie besonders effizient genutzt.

Nahwärme – Wie Fernwärme, aber für kleinere Gebiete (z. B. ein Dorf oder ein Stadtviertel). Die Abgrenzung zur Fernwärme erfolgt üblicherweise über die räumliche Ausdehnung und die Größe des Versorgungsnetzes.

Treibhausgasemissionen – Gase wie CO₂ oder Methan, die zum Klimawandel beitragen.

Treibhausgasneutral – der Ausstoß und der Abbau von Treibhausgasen stehen im Gleichgewicht. Es werden nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen, als durch natürliche oder technische Prozesse wieder gebunden oder kompensiert werden können.

Wärmebedarf – berechnete Energiemenge, die nötig ist, um ein Gebäude zu heizen und Warmwasser bereitzustellen.

Wärmelinienichte – bezeichnet die spezifische Wärmebedarfsmenge pro Trassenmeter eines potenziellen Wärmenetzes und dient als Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Netzauslegung.

Wärmeverbrauch – tatsächlich gemessene Energiemenge, die ein Gebäude zum Heizen und für die Warmwasserbereitung benötigt.

9 Abkürzungsverzeichnis

AVEn	Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAK	Baualtersklasse
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	BEG Einzelmaßnahmen
BEG NWG	BEG Nichtwohngebäude
BEG WG	BEG Wohngebäude
BEG KFN	BEG Klimafreundlicher Neubau
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO₂eq	CO₂-Äquivalente
COP	Coefficient of Performance
DN	Durchmesser Nennweite
EH	Effizienzhaus
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FAQ	Frequently Asked Questions
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
H₂	Wasserstoff
IND	Industrie
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
iKWK	intelligente KWK-Systeme
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KOMM	Kommunale Einrichtungen

KRL	Kommunalrichtlinie
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
LoD	Level-of-Detail
Maß-Nr.	Maßnahmen-Nummer
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Managementprozess)
PHH	Private Haushalte
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgasemissionen
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizienz
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung

10 Anhang

Maßnahmenkatalog

Die folgenden Abschnitte zeigen den individuellen Maßnahmenkatalog für Triefenstein, welcher verschiedene Handlungsfelder umfasst. Diese Maßnahmen wurden in Zusammenarbeit mit der Kommune entwickelt.

Zu einigen Maßnahmen wurden bereits erste Schritte unternommen, jedoch ist eine konsequente Weiterführung notwendig, um das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erreichen.

MÖGLICHE MAßNAHMEN

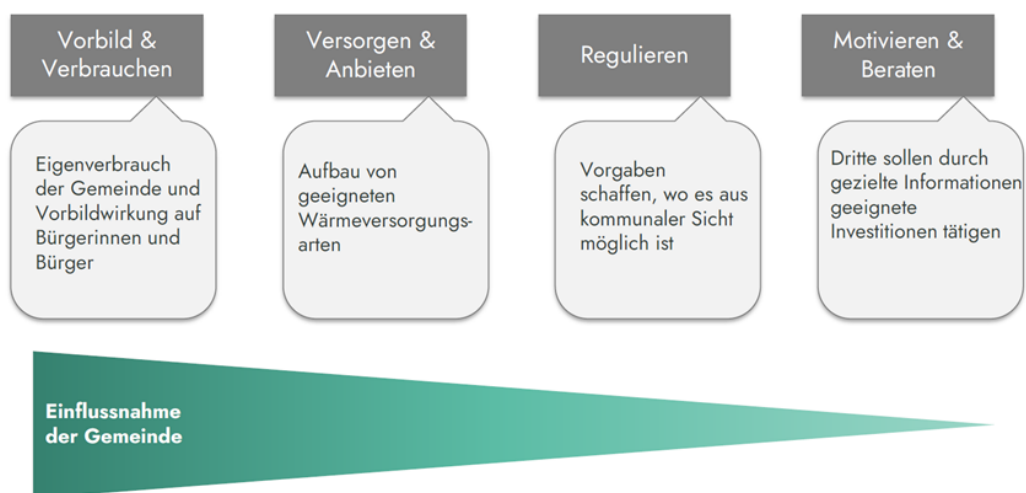


Abbildung 66: Einflussmöglichkeiten der Kommune nach Maßnahmentyp, eigene Darstellung

Erhebung und Erschließung von Leerständen (Lückenschluss im Bestand)

Verbrauchen & Vorbild (VV1)

Organisatorisch

Die Erhebung und Erschließung von Leerständen sowie die Schließung von Baulücken im Bestand sollen dazu beitragen, eine effizientere Wärmeversorgung zu ermöglichen, die vorhandenen Kapazitäten der kommunalen Infrastruktur besser auszunutzen und den Wärmebedarf in der Kommune nachhaltig zu reduzieren. Dabei wird angestrebt, Wohn- und Nutzflächen optimal zu aktivieren, um den Flächenverbrauch und die Energieverluste zu minimieren.

Beschreibung

Bislang ungenutzte Potenziale sollen für eine nachhaltige Wärmeplanung aktiviert werden. Eine systematische Erhebung aller leerstehenden Gebäude, nicht genutzten Flächen und Baulücken im Bestand auf Basis von Geodaten, Katasterinformationen und kommunale Datenbanken sowie Vor-Ort-Begutachtungen schaffen eine präzise Datengrundlage. Die identifizierten Leerstände und Baulücken werden im Hinblick auf ihre Anschlussfähigkeit an bestehende oder geplante Wärmenetze, energetische Sanierungsfähigkeit sowie Nachnutzungspotenziale bewertet. Ziel ist es, diese Flächen und Gebäude in die kommunale Wärmeplanung zu integrieren und dadurch bestehende Infrastrukturen effizienter zu nutzen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Datenbasierte Erhebung von Leerständen
- Aufbau eines Leerstandskatasters zur langfristigen Verwaltung und Transparenz
- Integration der geeigneten identifizierten Leerständen in die kommunale Wärmeplanung
- Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren wie Wohnungsbaugesellschaften, Architekten und Energieberater, um Potenziale zu erschließen
- Dialog mit Einwohnern, um Akzeptanz und Mitarbeit zu fördern
- Nachhaltig Wohn- und Nutzraum reaktivieren

Zielgruppe

- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Bau- und Liegenschaftsmanagement

Weitere Akteure

- Mitbürger
- Liegenschaftsmanagement

Finanzierungsansatz

- Personalaufwand über Konnexitätszahlungen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 10 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

1.160 MWh/a (Substitution)

Einführung eines Energiemanagementsystems in kommunalen Liegenschaften mit Optimierung des Eigenverbrauchs

Verbrauchen & Vorbild (VV2)

Investiv, Strategisch

Die Implementierung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften in Triefenstein soll sicherstellen, dass Potenziale zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung frühzeitig erkannt und gezielt genutzt werden können.

Beschreibung

Durch die kontinuierliche Erfassung und Auswertung von Verbräuchen aller kommunalen Liegenschaften (ausgenommen vermieteter und verpachteter Liegenschaften) können ungewöhnliche Verbrauchsmengen schnell erkannt und die Ursachen behoben werden. Ebenso können „verschwenderische“ Verbraucher (Anlagen, Geräte, menschliches Verhalten) identifiziert und Maßnahmen ergriffen werden, um diese zu reduzieren. Einerseits werden so die Energieverbräuche verringert, als auch weitere Effizienzmaßnahmen wie etwa die Schulung von Hausmeistern, umgesetzt. Daraus resultieren auch monetäre Ersparnisse.

Werden Verbräuche reduziert und Störungen bei technischen Anlagen frühzeitig erkannt, kann ein überflüssiger Verbrauch vermieden werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Einbindung und Schulung der Hausmeister zur schnellen Identifikation von Ursachen für erhöhte Verbräuche
- Schaffung mindestens einer halben Personalstelle zur Einführung, Überwachung und Auswertung des Energiemanagementsystems
- Abwicklung aller Aufgaben über die Personalstelle in Zusammenarbeit mit der Gebäudewirtschaft
- Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung
- Regelmäßige Berichterstattung und Ableitung von Optimierungsstrategien

Zielgruppe

- Liegenschaftsverwaltung
- Gebäudemanagement / Hausmeister

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Gebäudemanagement / Hausmeister

Weitere Akteure

- Gebäudenutzer

Finanzierungsansatz

- Fördermittel: Halbe Personalstelle über KomKlimaFör (Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 30.000 € (ohne Förderung) pro Liegenschaft für Planung

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

20 % im Sektor kommunale Einrichtungen

Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften

Verbrauchen & Vorbild (VV3)

Strategisch, Organisatorisch

Die Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften soll sicherstellen, dass diese systematisch energetisch saniert werden. Die Priorisierung erfolgt nach Gebäudealter, Energieverbrauch und Nutzerintensität, um die größten CO₂-Einsparungen und Energieeffizienzgewinne zu erzielen.

Beschreibung

Die Priorisierungen des Sanierungsfahrplans sollten anhand des Gebäudealters und dem absoluten Energieverbrauch erfolgen. Damit können die ältesten und größten Verbraucher zuerst saniert werden und die größten Einsparungen (Treibhausgase und Energieverbrauch) erreicht werden. Des Weiteren sind Synergien mit anderweitigen Vorhaben zu berücksichtigen, beispielsweise für Instandsetzungsmaßnahmen des Brandschutzes aber auch Liegenschaftsübergreifende Synergien. Ein Sanierungsfahrplan ist Teil der EBN-Förderrichtlinie (Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme). Jeder Sanierungsfahrplan wird bei Kommunen mit bis zu 4.000 € und 50% des förderfähigen Beratungshonorars gefördert. Derzeit stehen keine Sanierungen bei kommunalen Liegenschaften an. Seitdem sind keine energetischen Sanierungen durchgeführt worden. Somit besteht ein Handlungsbedarf bei der Identifikation und Sanierung der kommunalen Worst-Performing-Buildings.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Erfassung und Analyse der kommunalen Liegenschaften in Bezug auf Energieverbrauch, Alter und Nutzung
- Erstellung eines Sanierungsfahrplans mit Priorisierungskriterien
- Integration des Sanierungsfahrplans in den kommunalen Haushaltsplan
- Monitoring und Anpassung des Fahrplans nach Fortschritt und weiteren Anforderungen

Zielgruppe

- Liegenschaftsverwaltung
- Gebäudemanagement / Hausmeister

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Liegenschaftsverwaltung

Weitere Akteure

- Energieberater
- Planungsbüros
- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Fördermittel aus Förderrichtlinie EBN (bis 31.12.2026)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Bis 8.000 € (ohne Förderung) pro Liegenschaft für Planer

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

10 % im Sektor kommunale Einrichtungen

Weitere Umstellung auf erneuerbare Energieträger zur Wärmeversorgung in den kommunalen Liegenschaften

Verbrauchen & Vorbild (VV4)

Investiv

Mit dieser Maßnahme sollen alle kommunalen Einrichtungen auf eine Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energieträgern umgestellt werden. So kann der Markt Triefenstein seiner Vorbildfunktion nachkommen und zukünftigen Preissteigerungen der fossilen Energieträger entgegenwirken.

Beschreibung

Aus der Erhebung der kommunalen Einrichtungen für die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz geht hervor, dass ein Großteil der kommunalen Liegenschaften im Bilanzjahr 2022 in Triefenstein mit Erdgas, aber auch mit Heizöl versorgt werden. Seitdem sind keine Energieträger ersetzt worden, wodurch auch der Handlungsbedarf in dieser Maßnahme deutlich wird.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Entwicklung eines Maßnahmenplans zur Umstellung auf erneuerbare Energieträger
- Einbindung von Fachplanern und Energieexperten zur Identifikation optimaler Lösungen
- Prüfung und Nutzung von Fördermitteln zur Finanzierung der Umstellung
- Umsetzung der Maßnahmen in Abhängigkeit der technischen Machbarkeit und finanziellen Ressourcen
- Monitoring und Optimierung der neuen Systeme nach der Implementierung

Zielgruppe

- Liegenschaftsverwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Gebäudemanagement

Weitere Akteure

- Planungsbüros
- Externe Fachleute
- Kommunalunternehmen
- Fördermittelgeber

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel
- Fördermittel aus BEG

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ab 80.000 € bis 300.000 € (ohne Förderung) pro Liegenschaft

Zeitlich

Langfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

152 MWh/a im Sektor kommunale Einrichtungen (Substitution)

Solarstrategie für städtische Liegenschaften und Optimierung des Eigenverbrauchs

Verbrauchen & Vorbild (VV5)

Investiv

Die Installation von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auf Dachflächen kommunaler Liegenschaften zielt darauf ab, den Anteil erneuerbarer Energien in der Kommune zu erhöhen, die CO₂-Emissionen zu reduzieren und die energetische Eigenversorgung kommunaler Gebäude zu verbessern. Dadurch soll ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele geleistet und die Vorbildfunktion des Marktes im Bereich nachhaltiger Energieversorgung gestärkt werden.

Beschreibung

Diese Maßnahme zielt auf Gebäude ab, die noch nicht mit Solarenergie versorgt werden. Auch Speicher sind zu berücksichtigen, um den Eigenverbrauch zu steigern. Anhand der Solarstrategie können Prioritäten abgeleitet werden, um kontinuierlich zuzubauen. Die Priorisierung der PV-Installationen soll eng mit der Erstellung eines Sanierungsfahrplans (VV3) abgestimmt werden. In Triefenstein gibt es derzeit keine verpachteten Dachflächen sowie keine dementsprechenden Pläne.

- Identifikation von passenden Messkonzepten
- Anpassung der Steuerungseinheiten für die Realisierung passender Messkonzepte
- Prüfung und Umsetzung von Speichermöglichkeiten

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Planung
- Ausschreibung

Zielgruppe

- Liegenschaftsverwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Gebäudemanagement

Weitere Akteure

- Planungsbüros

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 1.300 € je installierter Leistung in kWp, zusätzlich ca. 5.000 € für Erstellung der Solarstrategie

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Stromquelle verringert nicht den Verbrauch

Neugründung eines Kommunalunternehmens zur Errichtung neuer Wärmeinfrastrukturen und Bereitstellung von Wärme und wärmebezogenen Dienstleistungen

Versorgen & Anbieten (VA1)

Investiv, Strategisch

Durch die Gründung eines Kommunalunternehmens kann Triefenstein selbst zentraler Akteur bei Planung, Bau und Betrieb von Wärmenetzen und -anlagen werden und sich damit langfristig für Versorgungssicherheit, Preisstabilität und Klimaschutz einsetzen. Eine Betrachtung insbesondere mit Bezug auf ein über eine Flusswärmepumpe gespeistes Wärmenetz bietet sich dabei an.

Beschreibung

Zur Umsetzung der im Wärmeplan identifizierten leitungsgebundener Wärmeversorgungsgebiete wird eine Trägerschaft für Infrastrukturprojekte benötigt. Die Gründung eines Kommunalunternehmens ermöglicht es, Planung, Bau, Betrieb und Abrechnung von Wärmenetzen und -anlagen aus einer Hand zu steuern. Das Kommunalunternehmen kann auch als Ansprechpartner für Gebäudeeigentümer fungieren, Fördermittel koordinieren und Netzausbauprozesse strategisch begleiten. Nachdem Flusswärme ein erhebliches Potenzial in Triefenstein hat, bieten sich insbesondere flussnahe Wärmenetze für Flussthermie an. Details zu diesem Potenzial sind Kapitel 3.4.1 zu entnehmen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Klärung des kommunalen Bedarfs und vorhandener Strukturen
- Machbarkeitsstudie und Erstellung eines Gründungskonzepts
- Erarbeitung eines Geschäftsmodells (Wärmebezug, Kundenstruktur, Preise)
- Gründungsbeschluss und rechtliche Umsetzung (z. B. GmbH, Eigenbetrieb)
- Personalaufbau und Know-how-Sicherung
- Anlaufprojekte identifizieren und vorbereiten (z. B. Wärmenetz, zentrale Wärmeerzeugung)
- Einbindung in kommunale Wärmeplanung und sektorübergreifende Entwicklung

Zielgruppe

- Bürger in neu zu erschließenden Wärmenetzgebieten

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Kommunalunternehmen

Weitere Akteure

- Externe Fachleute
- Kooperationspartner

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel, Förderprogramme
- Bei Planung: BEW
- Langfristig: Einnahmen durch Wärmeverkauf

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Nicht quantifizierbar

Zeitlich

Langfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

1.740 MWh/a (Substitution)

Realisieren von Gebäudenetzen

Anbieten (VA2)

Organisatorisch, Vernetzend

Die Realisierung von Gebäudenetzen soll die Energieeffizienz erhöhen, fossile Energieträger reduzieren und die Nutzung erneuerbarer Energien fördern. Dadurch werden sowohl Kosten als auch CO₂-Emissionen gesenkt.

Beschreibung

Gebäudenetze verbinden bis zu 16 Gebäude innerhalb einer Liegenschaft oder in direkter Nachbarschaft und ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme oder anderen erneuerbaren Energien. Dabei werden moderne, effiziente Technologien eingesetzt, um die Wärmeverteilung und -nutzung zu optimieren. Ein großer Vorteil von Gebäudenetzen ist, dass keine großen Strukturen benötigt werden, sondern ein Zusammenschluss weniger Akteure ausreicht.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Analyse: Identifikation geeigneter Standorte und Wärmequellen
- Planung: Entwicklung eines Konzepts und Absprache mit den Gebäudeeigentümern
- Förderung: Beantragung von Fördermitteln zur finanziellen Unterstützung
- Umsetzung: Beauftragung qualifizierter Fachfirmen für Bau und Inbetriebnahme

Zielgruppe

- Gebäudeeigentümer
- Gewerbetreibende
- Privatpersonen
- Lokale Investoren
- Marktverwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Gebäudeeigentümer
- Privatpersonen

Weitere Akteure

- Vertreter der Politik
- Bürger
- Gewerbetreibende
- Energieberater
- Fachplaner

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel des Betreibers
- Förderungen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 1 Arbeitstag pro Jahr

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung (Wärme)

725 MWh/a (Substitution)

Bereitstellung kommuneigener Wegeflächen für die Verlegung von Infrastrukturen

Versorgen & Anbieten (VA3)

Strategisch, Organisatorisch

Die Bereitstellung markteigener Wegeflächen für die Verlegung von Infrastrukturen soll die Entwicklung moderner, effizienter und nachhaltiger Versorgungsnetze fördern. Ziel ist es, den Ausbau von Wärme-, Strom-, Gas- und Breitbandnetzen zu erleichtern, um eine sichere, zukunftsorientierte und klimafreundliche Infrastruktur bereitzustellen. Gleichzeitig sollen Synergien bei der Nutzung kommunaler Flächen geschaffen und der Zeit- sowie Kostenaufwand für Bau- und Genehmigungsverfahren reduziert werden.

Beschreibung

Die Bereitstellung gemeindeeigener Wegeflächen für die Verlegung leitungsgebundener Wärmeversorgung durch dritte Betreibende ermöglicht eine beschleunigte Umsetzung von Wärme- und Gebäudenetzen. Dies schafft einen effizienteren Umsetzungsprozess, reduziert bürokratische Hürden und fördert eine reibungslose Realisation der Projekte. Die zügige Implementierung trägt nicht nur zur nachhaltigen Energieversorgung bei, sondern steigert auch die Akzeptanz der Bürger durch transparente und bürgernahe Planungs- und Umsetzungsschritte. Insbesondere bieten sich diese Synergien an, wenn eine Straßensanierung beziehungsweise Öffnung ansteht.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Bestandsaufnahme
- Festlegung von Rahmenbedingungen
- Koordination mit Akteuren
- Bündelung von Umsetzungsmaßnahmen
Anlaufprojekte identifizieren und vorbereiten (z. B. Wärmenetz, zentrale Wärmeerzeugung)
- Einbindung in kommunale Wärmeplanung und sektorübergreifende Entwicklung

Zielgruppe

- Künftige Wärmenetzbetreiber

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 5 Arbeitstage

Zeitlich

Langfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung (Wärme)

2,5 % über alle Sektoren

Verstetigung - Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung

Regulieren (R1)

Strategisch, Organisatorisch

Ziel ist es, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für den Markt Triefenstein kontinuierlich in die regionale und übergeordnete Planung zu integrieren, um eine langfristige, koordinierte Entwicklung klimafreundlicher Wärmesysteme zu gewährleisten.

Beschreibung

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden systematisch bei der Fortschreibung der Regional- und Bauleitplanung berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Koordinierung und die Ausweisung von Vorranggebieten für erneuerbare Energien sowie die Vermeidung von Nutzungskonflikten. Durch die enge Verzahnung der kommunalen Wärmeplanung mit der Regionalplanung wird sichergestellt, dass Wärmelösungen über Gemeindegrenzen hinweg gedacht werden und Synergieeffekte zwischen verschiedenen Gebieten entstehen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Erstellung eines Konzepts zur Integration der kommunalen Wärmeplanung in die Regionalplanung
- Zusammenarbeit mit regionalen Planungsbehörden und anderen Kommunen
- Prüfung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Aktualisierung von Flächennutzungsplänen und Regionalplänen
- Monitoring und Anpassung der Planungen auf Basis neuer Entwicklungen und Technologien

Zielgruppe

- Marktverwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Regionalplanungsbehörden

Weitere Akteure

- Nachbargemeinden
- Planungsbüros
- Energieversorger

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

1 Personalstelle

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

Beauftragung einer Machbarkeitsstudie, Ausschreibungen bzw. Vergabe für den Bau und Betrieb für das Wärmenetzgebiet Waldbad Lengfurt

Motivieren & Beraten (MB1.1)

Strategisch, Investiv

Das Ziel dieser Maßnahme ist die Entwicklung neuer Wärmenetze in geeigneten Gebieten gemäß Wärmeplan zur Förderung einer effizienten und erneuerbaren Wärmeversorgung.

Beschreibung

Auf Basis des kommunalen Wärmeplans werden Gebiete identifiziert, die für neue, eigenständige Wärmenetze geeignet sind. In Triefenstein sind mehrere Gebiete als Wärmenetzgebiet geeignet zum Beispiel Homburg Altort. Alle geeigneten Gebiete sind Kapitel 4.1.1 zu entnehmen. Dabei sind neben Wärmenetzen in Altorten auch kleinere Wärmenetze vorhanden.

Die Kommune ist insbesondere für das *Wärmenetz Waldbad*, welches aufgrund mehrerer kommunalen Liegenschaften maßgeblich von der Kommune abhängig ist, verantwortlich. Das Voranbringen einer Machbarkeitsstudie ermöglicht der Kommune als Vorbild voranzugehen und in gleichem Schritt mehrere fossile Energieträger zu wechseln. Für dieses Gebiets kann im Rahmen dieser Maßnahme Machbarkeitsstudien beauftragt werden, um technische Optionen (Wärmequellen, Netzlayout), Wirtschaftlichkeit und Betreibermodelle zu prüfen. Bei positivem Ergebnis erfolgen Ausschreibung und Vergabe für Planung, Bau und Betrieb des Netzes. Dabei kann die Kommune etwa als Betreiber oder unterstützend in Form einer Energiegenossenschaft agieren.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Priorisierung von Eignungsgebieten gemäß Wärmeplan
- Definition des Untersuchungsrahmens und Beauftragung von Machbarkeitsstudien
- Bewertung der Studienergebnisse
- Entwicklung von Ausschreibungsunterlagen für Netzplanung, -bau und -betrieb
- Durchführung des Vergabe-/Konzessionsprozesses
- Kommunikation zum Wärmenetzgebiet

Zielgruppe

- Marktverwaltung
- Potenzielle Netzbetreiber

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung
- Planungsbüros
- Energieberater
- Potenzielle Investoren / Betreiber

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel
- Fördermittel für Studien und Netzausbau über BEW (50 %)
- Netzbetreiber / Investoren / Kommunalunternehmen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 30.000 € für Leistungsphase 1 nach HOAI ohne Förderung

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

1.171 MWh/a (Substitution)

Kommunikationsplattform für Interessensbekundungen (Anschluss an ein Wärmenetz oder Gebäudenetz)

Motivieren & Beraten (MB2)

Organisatorisch, Kommunikativ, Vernetzend

Das Ziel dieser Maßnahmen ist die Vernetzung von Interessierten an jeglicher Form für leitungsgebundene Wärmeversorgung und Erfassung des potenziellen Anschlussinteresses zur Unterstützung der Netzplanung.

Beschreibung

Über die Website des Marktes Triefenstein oder eines möglichen Kommunalunternehmens kann eine Kommunikationsmöglichkeit aufgebaut werden, um Interessensbekundungen zu sammeln und Akteure zu vernetzen oder die Informationen für Machbarkeitsstudien oder Transformationspläne zu nutzen. Alternativ könnten die Bekundungen direkt an mögliche Betreiber weitergeleitet werden. Die Plattform (z.B. Online-Formular) ermöglicht es Gebäudeeigentümern, unverbindlich ihr Interesse an einem Anschluss an ein zukünftiges Wärme- oder Gebäudenetz zu signalisieren. Die gesammelten Daten dienen als wichtige Grundlage für die Bedarfsanalyse und die Planung konkreter Netzprojekte. Eine zeitnahe Umsetzung dieser Maßnahme ist deshalb empfehlenswert.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Konzeption und technische Umsetzung der Plattform/des Formulars auf der Markteigenen Website
- Bekanntmachung der Plattform über kommunale Kanäle
- Datenschutzkonforme Erfassung und Verwaltung der Interessensbekundungen
- Auswertung der Daten zur Unterstützung der Wärmeplanung und Machbarkeitsstudien
- Ggf. Weiterleitung aggregierter Daten an potenzielle Netzbetreibende

Zielgruppe

- Immobilienbesitzer

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Klimaschutzmanagement
- IT / Web-Abteilung der Verwaltung

Weitere Akteure

- Potenzielle Netzbetreibende
- Planungsbüros

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 5 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung (Wärme)

1.160 MWh/a (Substitution)

Energieberatung der Verbraucherzentrale mit Fokus auf dezentralen Versorgungsgebiete

Motivieren & Beraten (MB3)

Organisatorisch

Der Großteil des Wärmeendenergiebedarfs des Marktes Triefenstein entfällt auf private Haushalte (ausgenommen: Zementwerk). Diese müssen sich, insbesondere in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten eigenständig um eine zukunftsfähige und klimafreundliche Wärmeversorgung kümmern. Um sie zu unterstützen, kann die Gemeinde zusammen mit der Verbraucherzentrale eine kostenlose Energieberatung anbieten. Diese Beratungen sollen Hausbesitzer dabei unterstützen, Sanierungspotenziale zu erkennen, geeignete Heizsysteme zu wählen und Möglichkeiten der Energiespeicherung zu nutzen.

Beschreibung

Die Energieberatungstermine ermöglichen privaten Haushalten eine professionelle und individuelle durch zertifizierte Energieberater. Ziel ist es, Hausbesitzer umfassend über folgende Aspekte zu informieren:

- Sanierungspotenziale: Identifikation von energetischen Schwachstellen am Gebäude (z. B. Fenster, Heizungsanlagen)
- Zukunftsfähige Wärmeerzeugung: Aufzeigen von Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Wärmepumpen, Solarthermie)
- Energiespeicherlösungen: Beratung zu Technologien zur Energiespeicherung, wie z. B. Wärmespeicher oder dezentrale Batteriespeicher

Durch den Fokus auf dezentrale Versorgungsgebiete werden spezifisch die Haushalte angesprochen, in denen keine leitungsgebundene Wärme in absehbarer Zukunft verfügbar ist. Öffentlichkeitsarbeit über Social Media und Marketing sind ein entscheidender Faktor über den Erfolg dieser Maßnahme.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Gezielte Streuung der Informationen in dezentral versorgten Gebieten nach den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung
- Informationsweitergabe: Bereitstellung von schriftlichen Beratungsberichten mit Handlungsempfehlungen und Fördermöglichkeiten
- Nachbereitung: Unterstützung bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen und bei der Beantragung von Fördermitteln

Zielgruppe

- Private Haushalte
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Marktverwaltung in Kooperation mit der Verbraucherzentrale

Weitere Akteure

- Energieberater
- Fördermittelgeber

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlungen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Gering

Zeitlich

Laufend

Priorität

Hoch

Energieeinsparung (Wärme)

10 % im Sektor PHH und GHD