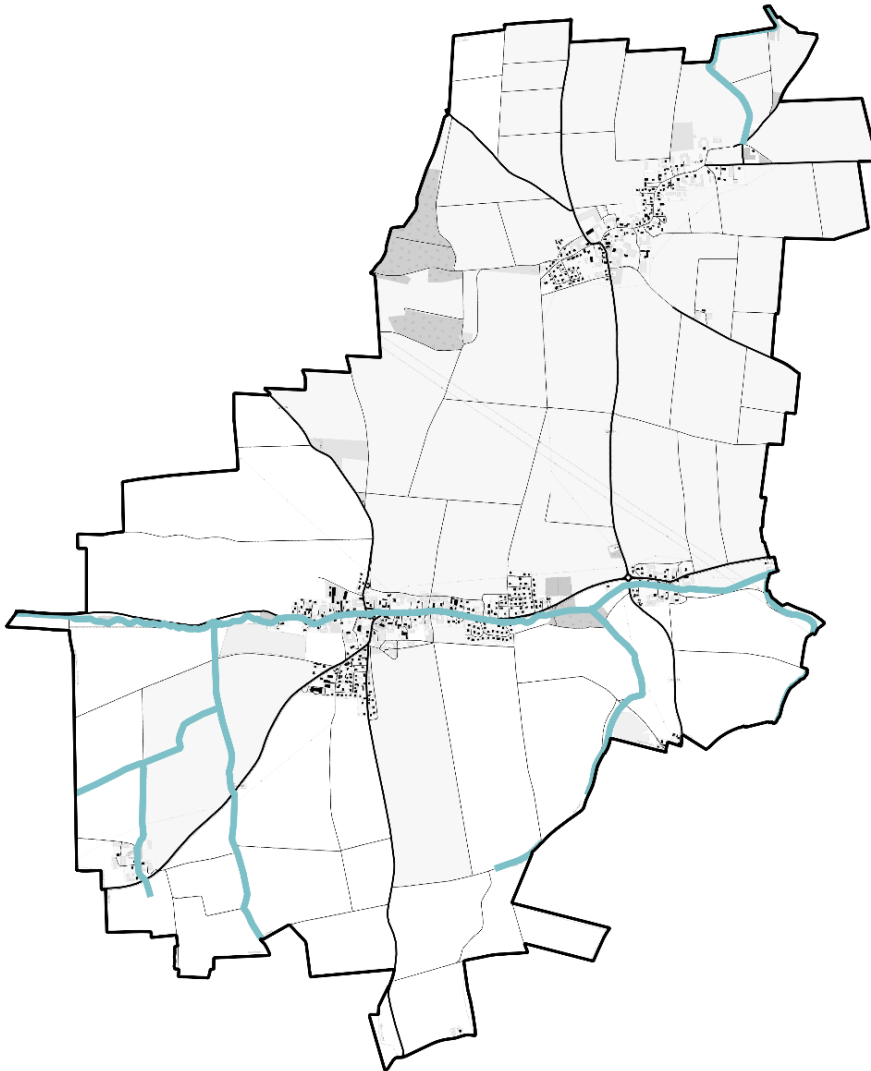


Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Buchhofen

Abschlussbericht



Datum: 31.03.2026

IMPRESSUM

Herausgeber: Gemeinde Buchhofen
Graf-Ulrich-Philipp-Platz 1
94554 Moos
poststelle@vgem-moos.bayern.de
Ansprechpartner: Herr Michael Gaida



Ersteller: Bayernwerk Netz GmbH
Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg
www.bayernwerk.de
+49 941 201 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:

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

Version: V 1.0
Stand: Februar 2026

Gefördert nach: Kommunalrichtlinie, Förderkennzeichen 67K27850
Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Buchhofen
Projektträger Z-U-G gGmbH
Laufzeit: 01.08.2025 – 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 TreibhausgasbilanzJ	28
3 Potenzialanalyse	35
3.1 Wärmenetze	36
3.2 Gebäudenetze	43
3.3 Betreibermodelle.....	43
3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	46
3.5 Effizienzpotenziale.....	67
3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme	71
3.7 Fazit Potenziale	72
4 Gebietseinteilung und Szenarientwicklung	73
4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr	73
4.2 Zielszenario	78
5 Umsetzungsstrategie	83
5.1 Fokusgebiete	83
5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gemeindegebiet	91
5.3 Controlling.....	92
5.4 Kommunikation	95
5.5 Verstetigung.....	99
6 Fazit	100
7 Verweise	101
8 Glossar	103
9 Abkürzungsverzeichnis	104
10 Anhang	106
10.1 Maßnahmenkatalog.....	106

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 Buchhofen: Standorte von PV-Freiflächen und dem Umspannwerk sowie dem Verlauf des Stromnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	16
Abbildung 4: Darstellung des überwiegenden Energieträgers bei der dezentralen Wärmeversorgung nach gesamt installierter Leistung [5]	18
Abbildung 5: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	21
Abbildung 6: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	22
Abbildung 7: Wärmebedarf nach Hektarraster in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	24
Abbildung 8: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	24
Abbildung 9: Wärmelinien dichten in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	26
Abbildung 10: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	27
Abbildung 11: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und nach Sektoren, eigene Darstellung	29
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Sektoren, eigene Darstellung	30
Abbildung 13: Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern, eigene Darstellung	31
Abbildung 14: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung	32
Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	33
Abbildung 16: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2023, eigene Darstellung	34
Abbildung 17: Potenzialpyramide, eigene Darstellung.....	35
Abbildung 18: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	37
Abbildung 19: Detailbetrachtung Ottmaring, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	39
Abbildung 20: Detailbetrachtung Buchhofen, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	41
Abbildung 21: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft- Wasser-Wärmepumpe je Hektar, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	48
Abbildung 22: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen [12], eigene Darstellung.....	50
Abbildung 23: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren in Buchhofen [11]	51
Abbildung 24: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [13].....	51
Abbildung 25: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [13].....	52
Abbildung 26: Ertragspotenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	56
Abbildung 27: Biomassepotenzial auf Waldflächen in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	58
Abbildung 28: Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Buchhofen, eigene Darstellung	61
Abbildung 29: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	63
Abbildung 30: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	65
Abbildung 31: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung.....	68

Abbildung 32: Jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung.....	69
Abbildung 33: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Buchhofen über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	74
Abbildung 34: Eignung für jeweilige Versorgungsoption im Zieljahr 2045 in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	76
Abbildung 35: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13].....	78
Abbildung 36: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	79
Abbildung 37: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	80
Abbildung 38: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	81
Abbildung 39: Übersicht der Fokusgebiete in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	83
Abbildung 40: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Manndorf auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	84
Abbildung 41: Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Manndorf auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	85
Abbildung 42: Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock gewichtet nach Leistungsklasse im Fokusgebiet Manndorf, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	85
Abbildung 43: Detailbetrachtung Fokusgebiet Manndorf, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung nach [20], Hintergrundkarte [4]	86
Abbildung 44: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Ottmaring auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	87
Abbildung 45: Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Ottmaring auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4].....	88
Abbildung 46: Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock gewichtet nach Leistungsklasse im Fokusgebiet Ottmaring eigene Darstellung nach [20], Hintergrundkarte [4]	88
Abbildung 47: Detailbetrachtung Fokusgebiet Ottmaring, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]	90
Abbildung 48: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung	92
Abbildung 49: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung	98

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Stand 2026.....	14
Tabelle 2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger in Buchhofen, Erhebung über Landesamt für Statistik Bayern	17
Tabelle 3: Datengrundlagen und Analyse Kriterien 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].....	36
Tabelle 7: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen	45
Tabelle 8: U-Werte der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung	68
Tabelle 9: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale, eigene Darstellung	72
<i>Tabelle 10: Entwicklung des Wärmebedarfs und Anteil erneuerbarer Energien über die Stützjahre, eigene Darstellung</i>	<i>80</i>
<i>Tabelle 11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre 2025, 2030, 2035, 2040, 2045.....</i>	<i>81</i>
Tabelle 12: Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung	91
Tabelle 13: Übersicht Maßnahmenmonitoring und -controlling.....	94
Tabelle 14: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung	97

Vorwort

Die Gemeinde Buchhofen liegt in Niederbayern im Landkreis Deggendorf und erstreckt sich über eine Fläche von 15,7 km². Das Gemeindegebiet umfasst sechs Gemeindeteile und zählt insgesamt rund 1.000 Einwohner (Stand 2024). Das Gemeindegebiet ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt: Felder, Wiesen und Äcker dominieren das Ortsbild. Die verkehrliche Anbindung erfolgt über das regionale Straßen- und Bundesstraßennetz, während die Autobahnen A3 und A92 im weiteren Umfeld erreichbar sind, was eine gute überregionale Erschließung ermöglicht.

Aufgrund der zukünftigen Herausforderungen in der Wärmeversorgung hat sich die Gemeinde Buchhofen bereits 2023 entschieden, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument zur Umsetzung der Wärmewende. Ziel der Wärmeplanung ist es, die Wärmeversorgung in Buchhofen langfristig treibhausgasneutral zu gestalten. Durch die systematische Analyse des aktuellen Wärmebedarfs, die Identifikation von Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und die Steigerung der Effizienz sowie die Ausarbeitung einer Umsetzungsstrategie wird eine umfassende Planung geschaffen, um die Treibhausgasneutralität 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. Buchhofen betrachtet die Wärmewende als eine zentrale Aufgabe, 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 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. Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)* ist am 2. Januar 2025 in Kraft getreten. Der bayerische Gesetzgeber greift im Wesentlichen die Vorgaben des Bundesgesetzes auf und regelt die Handlungsspielräume der Länder parallel dazu. Die Gemeinde Buchhofen hat somit alle gesetzlichen Vorgaben erfüllt.

Im folgenden Kapitel werden Ablauf und Inhalte der kommunalen Wärmeplanung 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

Die Gemeinde Buchhofen hat im Jahr 2023 einen Antrag auf Förderung im Rahmen der Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz (Kommunalrichtlinie) gestellt. Mit der Kommunalrichtlinie, 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 *Wärmeplanungsgesetzes* aus.

Die Gemeinde Buchhofen profitiert durch die frühe Antragsstellung von einer 90 %-igen Förderquote und konnte mit der kommunalen Wärmeplanung im Herbst 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 Gemeindegebiet von Buchhofen wird anschließend in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, und die geplanten Versorgungsarten für das Zieljahr werden festgelegt. Für die Gebieteinteilung stehen folgende Kategorien zur Verfügung:

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiete: Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiete, Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiete
- 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 Versteigungsstrategie 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.

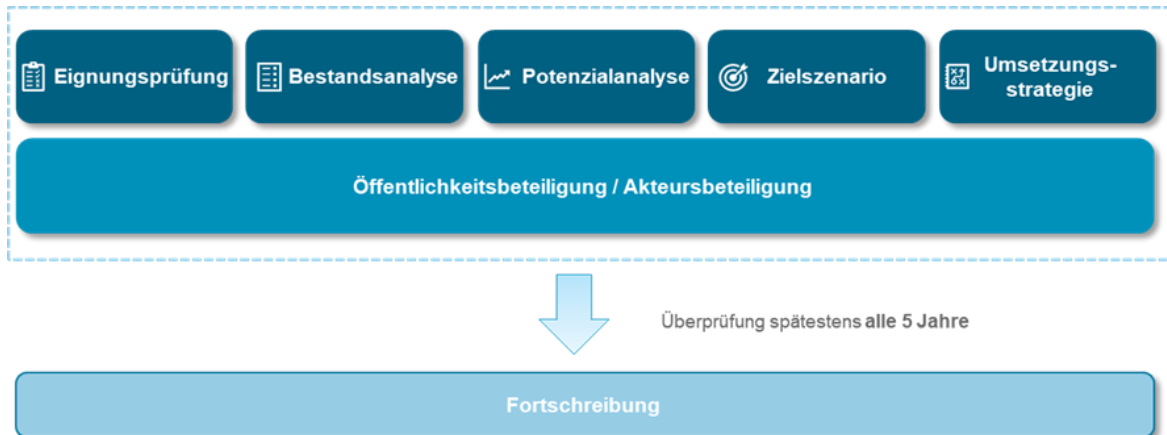


Abbildung 1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung

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 eines Kilometers 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 Gemeindegebiet 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 2026/2028 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 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 die Gemeinde 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 der Gemeinde, 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 der Gemeinde. 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 März 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.

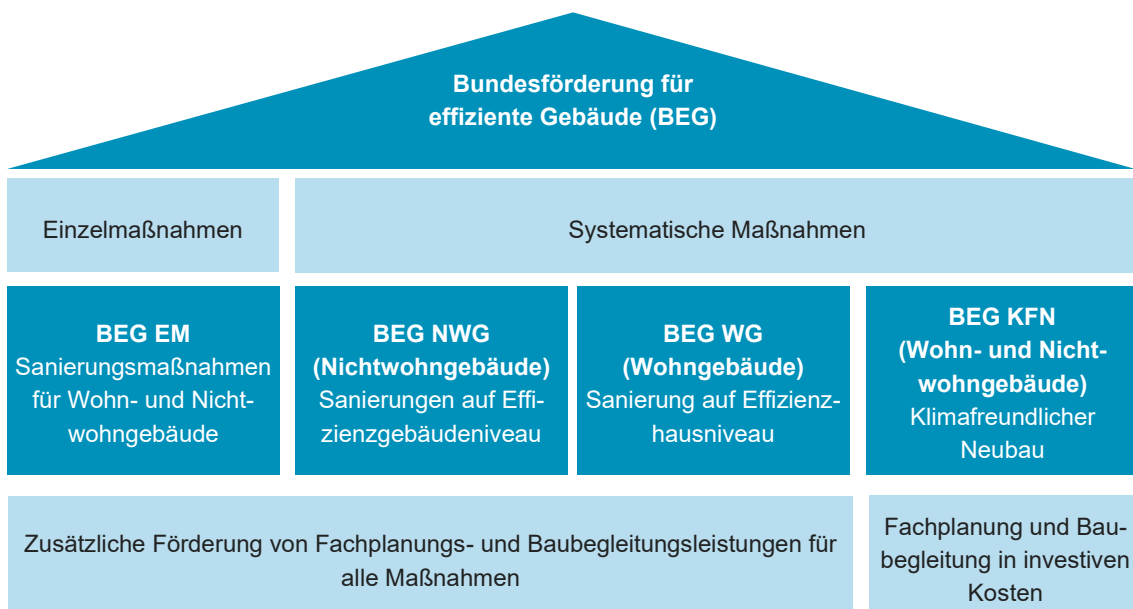


Abbildung 2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung

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 werden 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, der Umbau sowie die 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 der 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 mindestens 75 % betragen muss.

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

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>Förderende zum: 31.03.2026</p> <p>Förderquote: 50 %</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 in Buchhofen 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 *Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung* 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 Buchhofen wurde für das Kalenderjahr 2023 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
- **Kehrbuchdaten:**
Landesamt für Statistik Bayern
- **Daten zu kommunalen Liegenschaften und Abwasser:**
Gemeinde Buchhofen
- **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 in der Gemeinde Buchhofen 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 eine Karte mit der Energieversorgung in der Gemeinde. Sie beinhaltet die Standorte der erneuerbaren Stromerzeugung durch PV-Freiflächenanlagen. Das private Umspannwerk befindet sich nordöstlich des Hauptortes Buchhofen und dient der Netzanbindung bzw. Einspeisung der erzeugten Energie.

Darüber hinaus ist der Verlauf des Mittelspannungsnetzes für den Transport elektrischer Energie ersichtlich. Die Hochspannungs-Freileitungen verbinden die Gemeinde Buchhofen mit dem übergeordneten Stromnetz und spielen eine wichtige Rolle in der überregionalen Energieversorgung. Ein Gas- oder Wärmenetz ist in der Gemeinde nicht vorhanden.

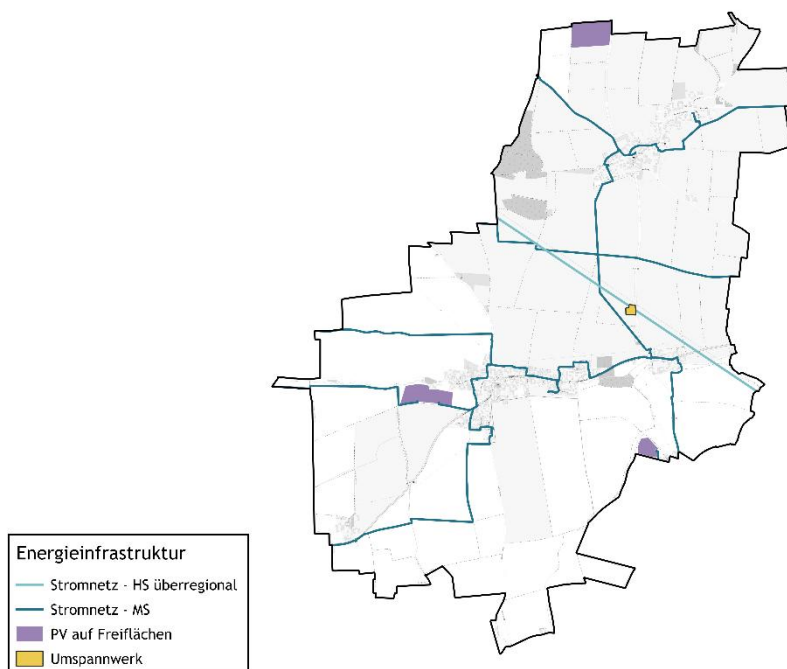


Abbildung 3: Energieversorgung in Buchhofen: Standorte von PV-Freiflächen und dem Umspannwerk sowie dem Verlauf des Stromnetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Stromnetz

Die Stromversorgung bildet eine wichtige Grundlage für die Energieinfrastruktur und den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Buchhofen und spielt eine entscheidende Rolle in der Wärmewende, insbesondere bei der Umstellung auf strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen. Die Bestandsanalyse der Strominfrastruktur umfasst eine detaillierte Erhebung der bestehenden Stromnetze in den Ortsteilen. Durch einen zukünftig erhöhten Einsatz von Wärmepumpen oder anderen elektrischen Heizsystemen sind die Stromnetze weiter auszubauen. Üblicherweise erfolgt bei zusätzlichem Strombedarf, etwa durch Wärmepumpen, ein Netzausbau zur Erweiterung der Kapazitäten, um Überlastungen zu verhindern. Diese wird von dem jeweiligen Netzbetreibern durchgeführt. Diese kontinuierliche Netzüberwachung erfolgt in Buchhofen durch den Stromnetzbetreiber *Bayernwerk Netz GmbH*.

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 2023 betriebenen dezentralen Heizkessel. Öl-Kessel überwiegen mit 191, gefolgt von 30 Flüssiggaskesseln, 28 Scheitholz- und 23 Pelletheizungen. Hackschnitzelheizungen spielen eine untergeordnete Rolle. Die Anzahl der Wärmepumpen wird in den vom *Landesamt für Statistik Bayern* bereitgestellten Kehrbookdaten nicht flächendeckend erfasst. Deshalb wird mit den Absatzdaten des Stromnetzbetreibers eine weitere Datenquelle als Datengrundlage verwendet. Dieser meldet im Jahr 2023 62 Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen, welche über eine getrennte Leistungsmessung verfügen.

Abbildung 4 zeigt die räumliche Verteilung des jeweils dominierenden Energieträgers in Bezug auf die installierte Leistung innerhalb eines Baublocks. Wärmepumpen bleiben aufgrund fehlender räumlicher Daten unberücksichtigt. In der kartografischen Darstellung wird zudem nicht zwischen Einzelraum- und Zentralfeuerstätten unterschieden. Im Ortsteil Buchhofen überwiegt an vielen Stellen Biomasse als Energieträger, während in Ottmaring überwiegend Heizöl genutzt wird. In Baublöcken, die gestrichelt markiert sind, können aus Datenschutzgründen keine Aussagen getroffen werden.

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

Kesseltyp	Anzahl	Kesseltyp	Anzahl
Öl	191	Pellets	23
Flüssiggas	30	Hackschnitzel	9
Scheitholz	28		

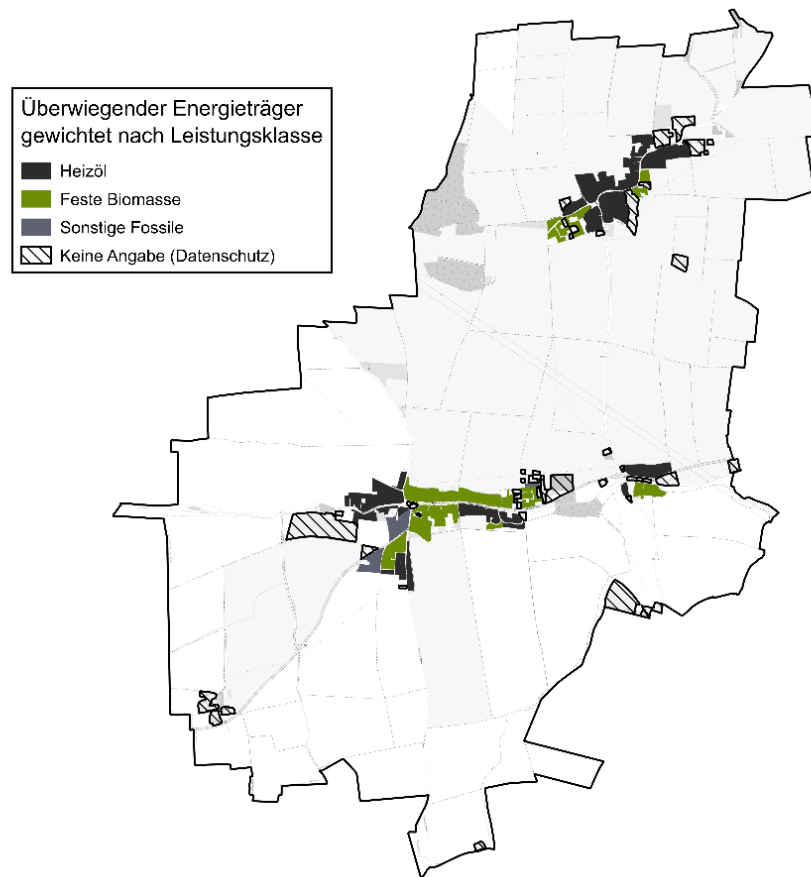


Abbildung 4: Darstellung des überwiegenden Energieträgers bei der dezentralen Wärmeversorgung nach gesamt installierter Leistung [5]

2.1.3 Großverbraucher

Im Zuge der Bestandsanalyse konnten in Buchhofen keine relevanten Großverbraucher identifiziert werden. Das Untersuchungsgebiet ist überwiegend durch Wohngebäude geprägt, wodurch sich der Energiebedarf hauptsächlich auf private Haushalte verteilt und keine einzelnen Verbraucher mit besonders hohem Energiebedarf hervorstechen.

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 des *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 Buchhofen

Zunächst werden die verschiedenen Siedlungsstrukturen und Gebäudetypen analysiert. Nutzungsarten und Gebäudetypen werden auf Basis von Geodaten identifiziert. Für die georeferenzierte Darstellung werden sowohl Informationen zur tatsächlichen Nutzung als auch Gebäudegeometriemodelle (*LoD2*-Daten) herangezogen. Diesen ist jeweils eine Gebäudefunktion zugeordnet, sodass zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden werden kann.

Für eine genauere Differenzierung innerhalb der Wohngebäude erfolgt eine weitere Klassifizierung gemäß den *IWU*-Gebäudetypen (Klassifikation typischer Wohngebäude in Deutschland, entwickelt vom *Institut Wohnen und Umwelt*) [6]. Im Folgenden wird deshalb zwischen diesen Gebäudetypen 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**
insbesondere Gewerbeimmobilien und kommunale Liegenschaften

Abbildung 5 zeigt die vorwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene im Gemeindegebiet von Buchhofen. Die Aggregation auf Baublockebene erfolgt nach natürlichen und künstlichen Unterbrechungen wie Infrastruktur (Schiene-, Straßen-, Wasserwege).

Nichtwohngebäude sind überwiegend an den Ortsrändern zu finden. Im Untersuchungsgebiet existieren keine ausgewiesenen Gewerbegebiete, die vorhandenen Nichtwohngebäude entfallen vor allem auf kleinere Unternehmen sowie landwirtschaftliche Betriebe. Die Siedlungsstruktur von Buchhofen wird zu mehr als 54 % von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern geprägt. Mehrfamilienhäuser sind mit etwa 24 % vertreten. Die Wohngebäude sind von Gärten und landwirtschaftlichen Flächen umgeben.

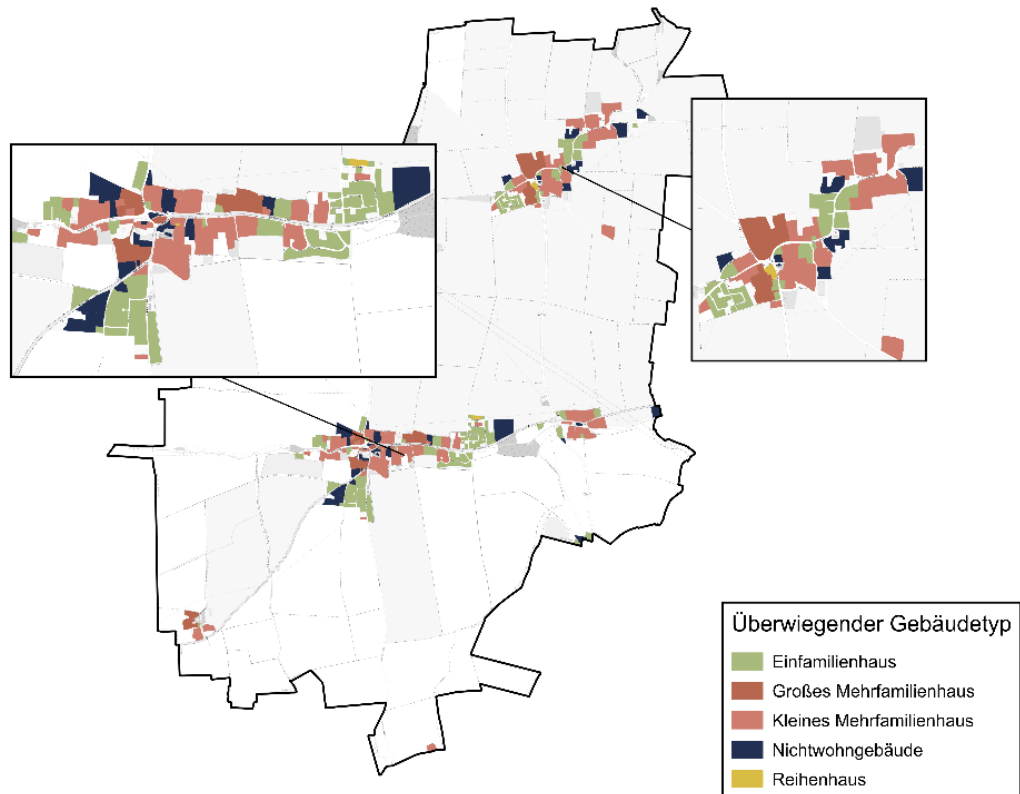


Abbildung 5: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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 werden 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 Baualtersklassen 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 Nichtwohngebäuden (in 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.

In Abbildung 8 sind die überwiegenden Baualtersklassen auf Baublockebene dargestellt. Deutlich erkennbar ist der hohe Anteil älterer Gebäude. 57 % des Gebäudebestands wurden vor 1978 errichtet und entsprechen in der Regel nicht den aktuellen energetischen Standards. Besonders der Kern von Ottmaring zeichnet sich durch ältere Gebäude aus den zu großen Teilen vor 1919 errichtet wurden. Die mangelnde Wärmedämmung von Fassaden, Dächern und Fenstern sowie ineffiziente 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 Buchhofen.

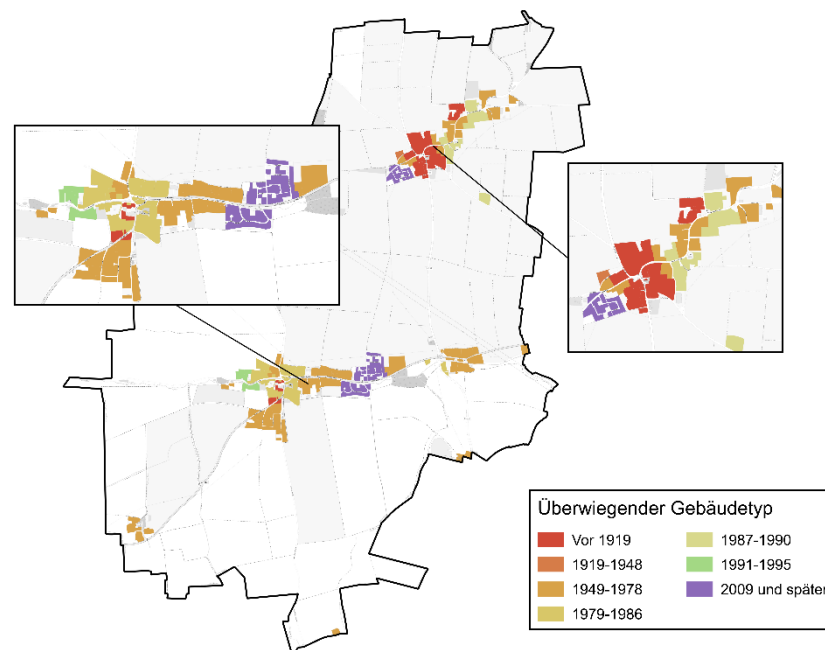


Abbildung 6: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Abbildung 7 und Abbildung 8 veranschaulichen das Wärmekataster der Gemeinde. 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 Baualtersklassen wider. Gebiete mit hoher Bebauungsdichte und älterem Gebäudebestand, wie beispielsweise Areale mit Mehrfamilienhauszeilen aus der Nachkriegszeit, weisen typischerweise eine erhöhte Wärmedichte auf. Im Gegensatz dazu ist in weniger dicht bebauten Gebieten, etwa in Einfamilienhaussiedlungen, eine geringere Wärmedichte zu verzeichnen.

Das Gemeindegebiet Buchhofen ist durch eine überwiegend ländliche Siedlungsstruktur geprägt, weshalb keine ausgeprägten Wärmebedarfsschwerpunkte bestehen. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Wohngebäude, insbesondere Einfamilienhäuser und Reihenhäuser, bestimmt. In den Ortskernen treten vergleichsweise höhere Wärmebedarfsdichten auf, da die Bebauung dort dichter ist und die Abstände zwischen den Gebäuden geringer ausfallen. Außerhalb der Ortskerne, in den eher lockeren Wohnlagen und landwirtschaftlich geprägten Bereichen, verteilt sich der Wärmebedarf auf kleinere Einheiten und fällt entsprechend geringer aus.

Bei der Einordnung des Wärmebedarfs gibt der *Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes* eine Orientierung [5]. Demnach ist eine Eignung für Wärmenetze 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

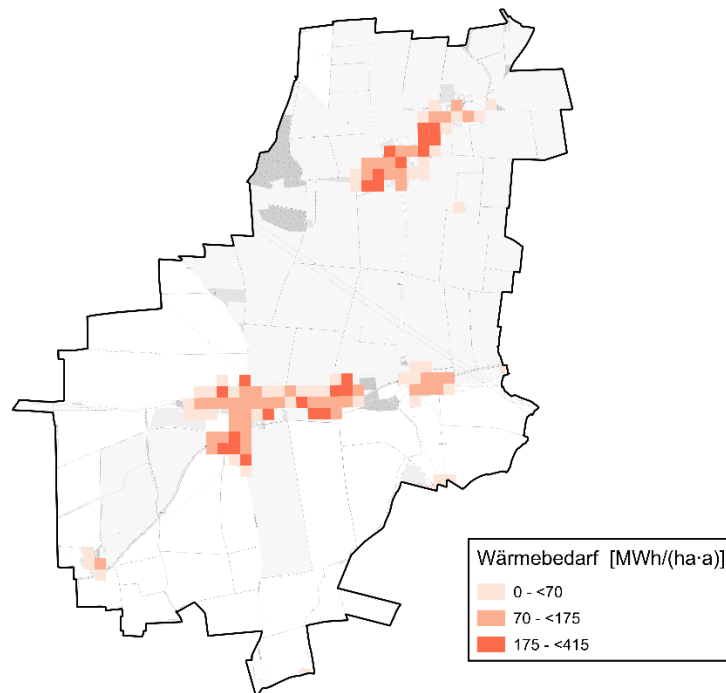


Abbildung 7: Wärmebedarf nach Hektarraster in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

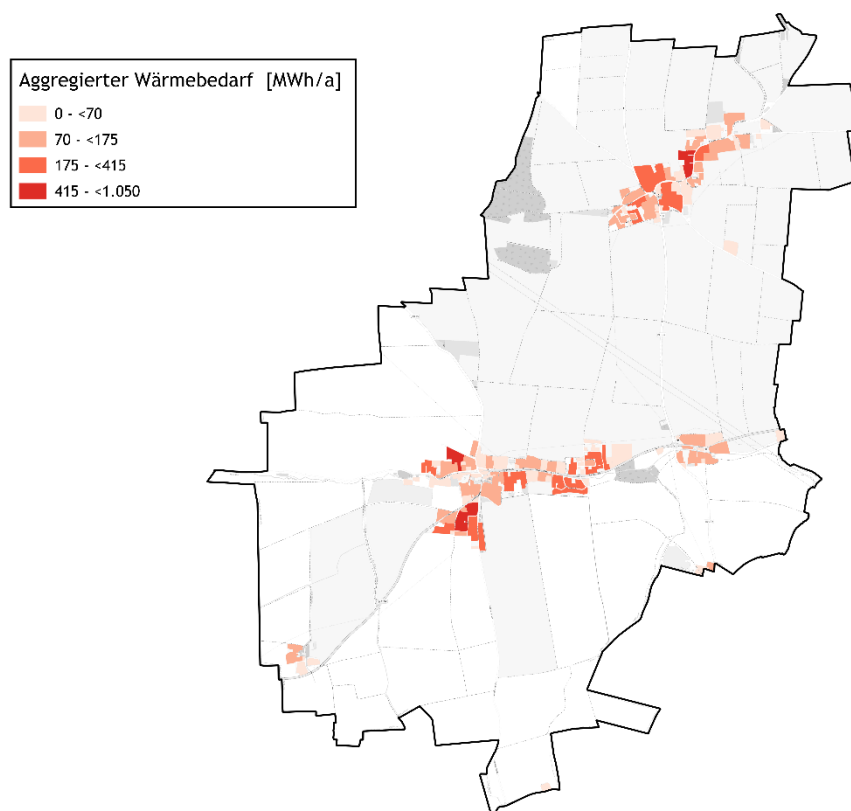


Abbildung 8: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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 lineare Bedarfsverteilung entlang des Straßennetzes, indem die Linien die Intensität des Wärmebedarfs in den verschiedenen Bereichen der Gemeinde 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 1,5 MWh/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 9 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 Wärmebedarfe, wie Teile der Ortskerne Buchhofen und Ottmaring, bis hin zu Grün für niedrige Bedarfe, wie die dezentral gelegenen Gebiete.

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

Wärmelinien-dichte in MWh/m·a	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	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z.B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

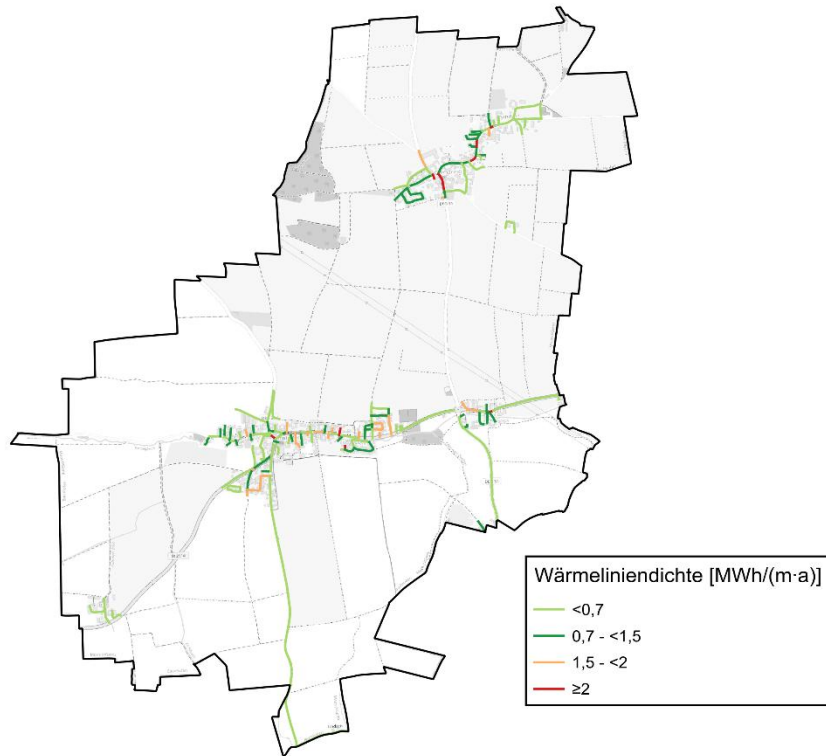


Abbildung 9: Wärmeliniendichten in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

2.2.3 Ergebnis der Eignungsprüfung

Abbildung 10 zeigt die Ergebnisse der Eignungsprüfung. Als *potenziell geeignet* (Grün) sind Gebiete markiert, die sich voraussichtlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen.

Die Eignungsprüfung zeigt Wärmebedarfsschwerpunkte in Teilen des Hauptorts Buchhofen, in Ottmaring und in Manddorf. Hierbei handelt es sich um lokal verdichtete Wohn- oder Mischgebiete mit kurzen Leitungswegen und kompakter Bebauung. Sie bieten damit eine geeignete Struktur für den wirtschaftlichen Betrieb leitungsgebundener Systeme.

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

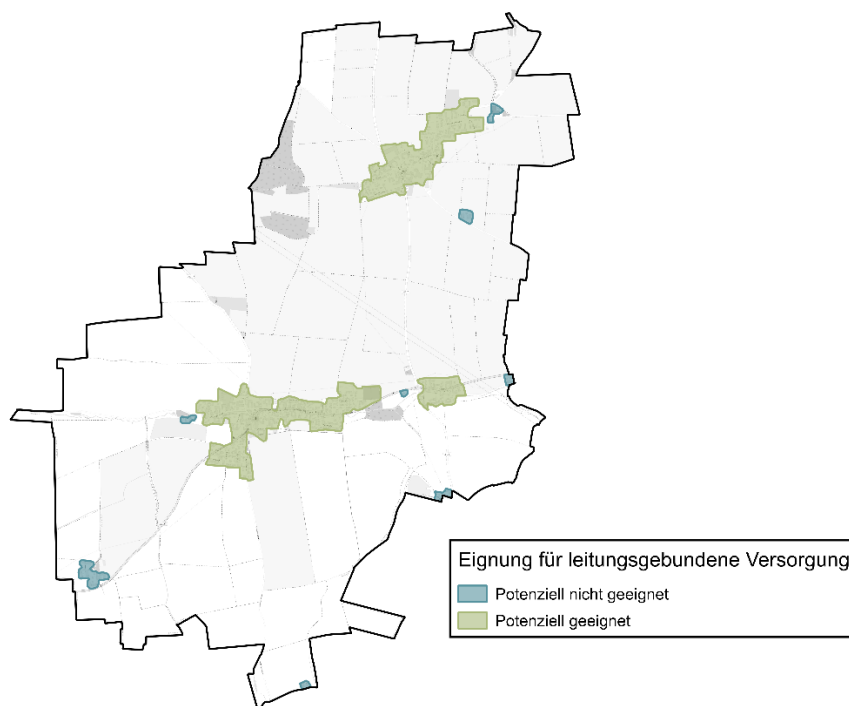


Abbildung 10: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

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 die Gemeinde Buchhofen wurde für das Jahr 2023 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, die auf dem Gemeindegebiet anfallen, nach den folgenden Sektoren zu bilanzieren:

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

Nicht energiebedingte Emissionen der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft werden nach *BISKO* nicht bilanziert. Die sektorenscharfe Aufteilung der Verbrauchsdaten erhöht den Detaillierungsgrad und ermöglicht die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. *Industrie* umfasst produzierendes Gewerbe und Großverbraucher. In Buchhofen ist dieser Sektor nicht vertreten. *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* beinhaltet alle Verbräuche der kleineren Gewerbebetriebe wie Büros oder Einzelhandel.

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 Gemeindeverwaltung übermittelt. Der Strom- und Erdgasverbrauch der Sektoren konnte über den jeweiligen Netzbetreiber erhoben werden. Da für die Energie- und Treibhausgasbilanz der Gemeinde Buchhofen 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]. Das *TREMODO* ist Bestandteil der *BISKO*-Bilanzierungsmethodik, im weiteren Verlauf der kommunalen Wärmeplanung liegt jedoch der Fokus auf den Anwendungsbereichen Strom- und Wärme.

2.3.1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und Sektoren

Der Endenergieverbrauch der Gemeinde Buchhofen im Jahr 2023 beträgt insgesamt 16.934 MWh/a. Dies umfasst gemäß *B/SKO*-Systematik alle Endenergieverbräuche im kommunalen Gebiet, also *Wärme*, *Strom* und Kraftstoffe aus dem *Verkehrs*sektor.

Abbildung 11 veranschaulicht die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche (links) und Sektoren (rechts). Dabei zeigt sich, dass der Anwendungsbereich *Wärme* mit 71 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch ausmacht, was die besondere Relevanz dieses Bereichs in Buchhofen unterstreicht. Im Vergleich dazu fallen der *Verkehr* mit 14,6 % und der *Strom* mit 14,3 % deutlich geringer ins Gewicht.

Innerhalb der betrachteten Sektoren entfällt mit 72,1 % der größte Anteil auf *Private Haushalte*. Es folgen *Verkehr* mit 14,6 %, *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* mit 11,8 %. Mit einem Anteil von 1,5 % nehmen *Kommunale Einrichtungen* eine deutlich untergeordnete Rolle ein, welche für eine Gemeinde wie Buchhofen typisch ist.

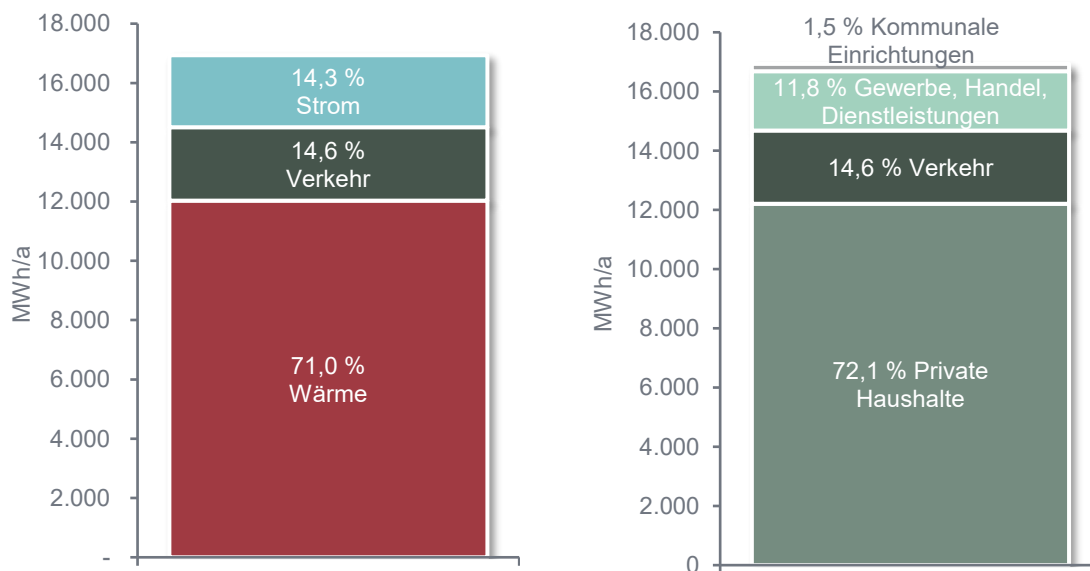


Abbildung 11: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich und nach Sektoren, eigene Darstellung

2.3.2 Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Sektoren

Die gesamten Treibhausgasemissionen der Gemeinde Buchhofen betragen im Jahr 2023 4.530 tCO₂eq. Abbildung 12 zeigt die Anteile der Anwendungsbereiche und Sektoren am gesamten Treibhausgasausstoß. 57,3 % der Treibhausgase werden durch den Verbrauch von *Wärme* verursacht. Auch *Strom* erzeugt mit 24,3 % einen großen Anteil an Treibhausgasemissionen im Gemeindegebiet. *Verkehr* hat mit 18,4 % den geringsten Anteil am gesamten Ausstoß der einzelnen Anwendungsbereiche.

Bezogen auf die Sektoren sind *Private Haushalte* für 64,2 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Darauf folgen *Verkehr* mit 18,4 % sowie *Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)* mit 15,6 %. *Kommunale Einrichtungen* nehmen mit 1,9 % auch hier eine untergeordnete Rolle ein.

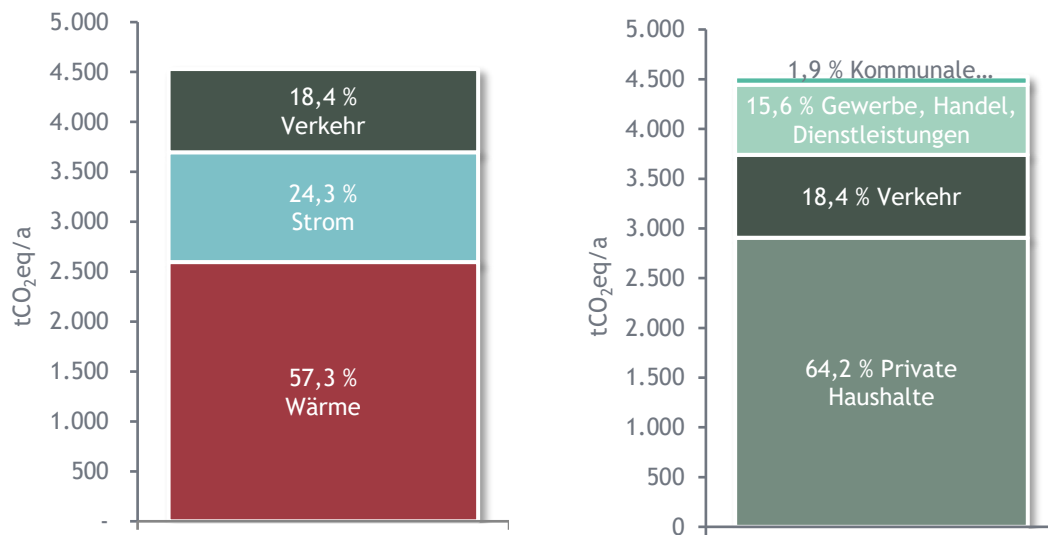


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Sektoren, eigene Darstellung

2.3.3 Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Abbildung 13 zeigt die im Anwendungsbereich Wärme eingesetzten Energieträger sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen der Gemeinde Buchhofen. Der Wärmeverbrauch beträgt 12.030 MWh/a. Heizöl dominiert mit einem Anteil von 56,8 %, gefolgt von Biomasse mit 26,3 %. Flüssiggas (8,4 %), Umweltwärme (6,3 %) und Solarthermie (2,1 %) leisten weitere Beiträge zum Wärmeverbrauch.

Bei der Betrachtung der Treibhausgasemissionen zeigt sich ebenfalls, dass Heizöl mit über 82 % Hauptverursacher für den Ausstoß von Treibhausgasen ist. An zweiter Stelle steht Flüssiggas mit 10,7 %, gefolgt von Umweltwärme mit 4,2 (Stromeinsatz von Wärmepumpen). Biomasse ist für 2,4 % und Solarthermie für 0,2 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Biomasse hat eine geringe Treibhausgaswirkung, weswegen der Anteil der Biomasse am Gesamtausstoß weniger als 2,4 % entspricht. Im Anwendungsbereich Wärme sind im Bilanzjahr ins gesamt 2.596 tCO₂eq emittiert worden.

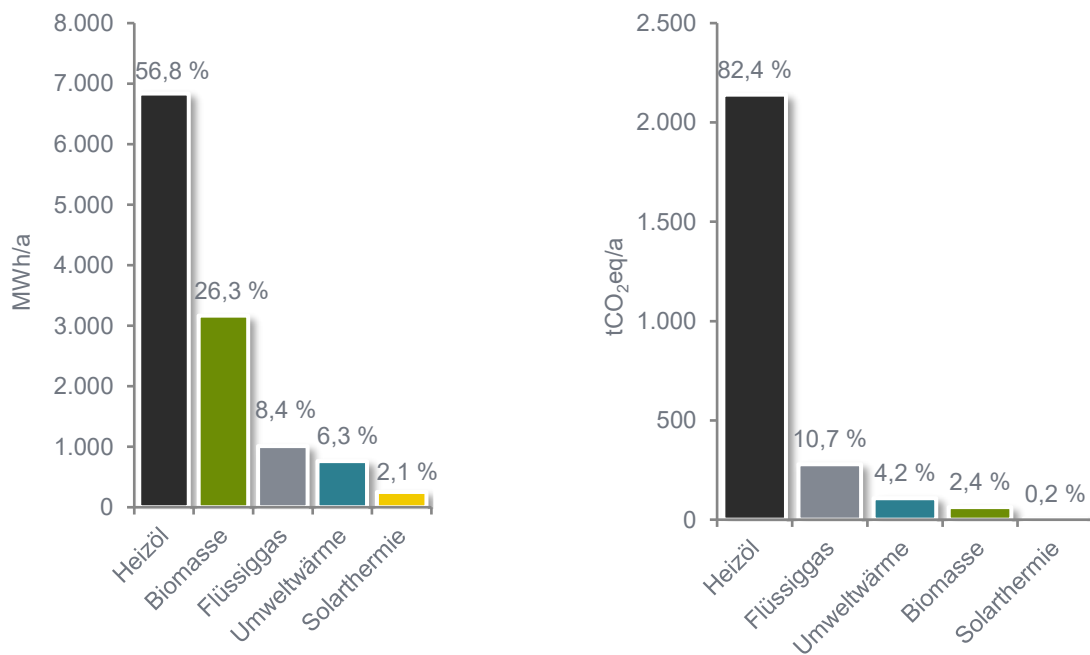


Abbildung 13: Wärmeverbrauch und Treibhausgasemissionen nach Energieträgern, eigene Darstellung

2.3.4 Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern

Aus der Zusammensetzung der Energieträger ergibt sich, dass der Anteil erneuerbarer Energieträger am gesamten Wärmeverbrauch bei 34,8 % 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 2023 bei 18 %. Auch wenn der erneuerbare Anteil der Energieträger der Gemeinde Buchhofen den Bundesdurchschnitt übertrifft, werden dennoch 65,2 % der Wärmemenge durch fossile Energieträger gedeckt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer konsequenten Dekarbonisierung des Wärmesektors, um eine Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

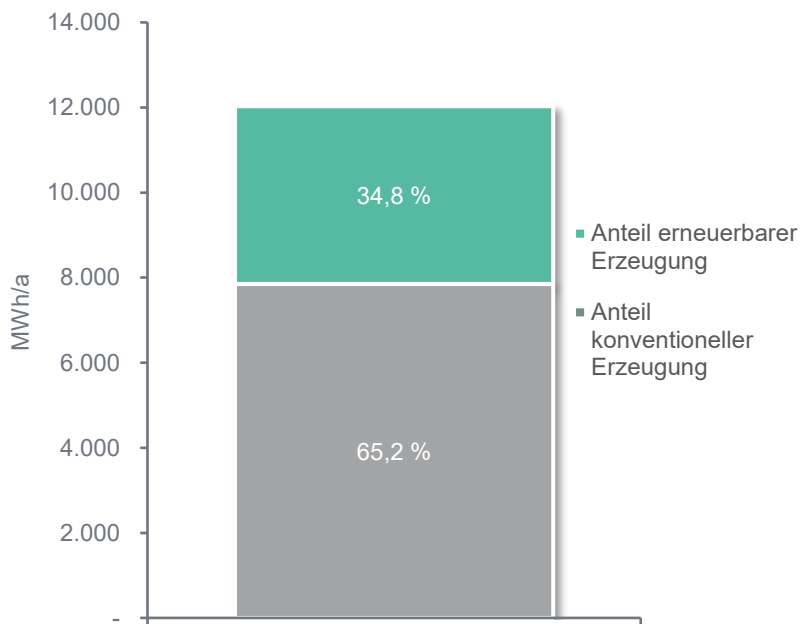


Abbildung 14: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung

2.3.5 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Abbildung 15 zeigt die sektorale Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Buchhofen. Der größte Wärmeverbrauch ist dem Sektor *Private Haushalte* mit einem Anteil von 92,0 % am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Der Sektor *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen* folgt mit einem Anteil von 7,0 % als zweitgrößter Wärmeverbraucher, gefolgt von dem Sektor *Kommunale Einrichtungen* mit 1,0 %.

Diese Verteilung spiegelt die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten der Gemeinde wider, die überwiegend durch Wohnbebauung geprägt ist. Abgesehen von einzelnen größeren Betrieben in den Ortskernen ist das Vorkommen von Gewerbe im Gemeindegebiet gering.

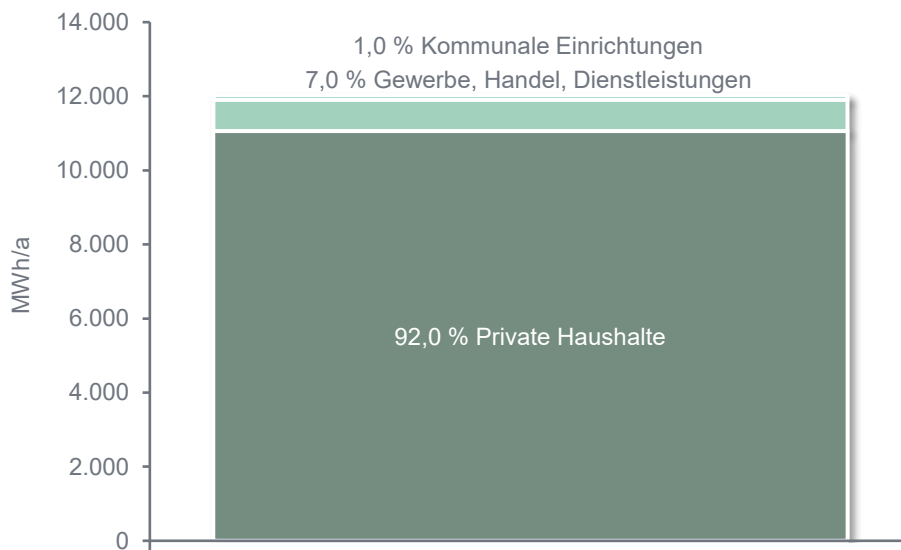


Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

2.3.6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien übersteigt den gesamten Stromverbrauch, der sich auf 2.428 MWh/a beläuft, im Bilanzjahr um den Faktor vier. Der hohe Anteil von erneuerbaren Energien ist vor allem auf einen großen Anteil von Freiflächen Photovoltaikanlagen sowie auf Aufdachanlagen zurückzuführen (siehe Abbildung 16).

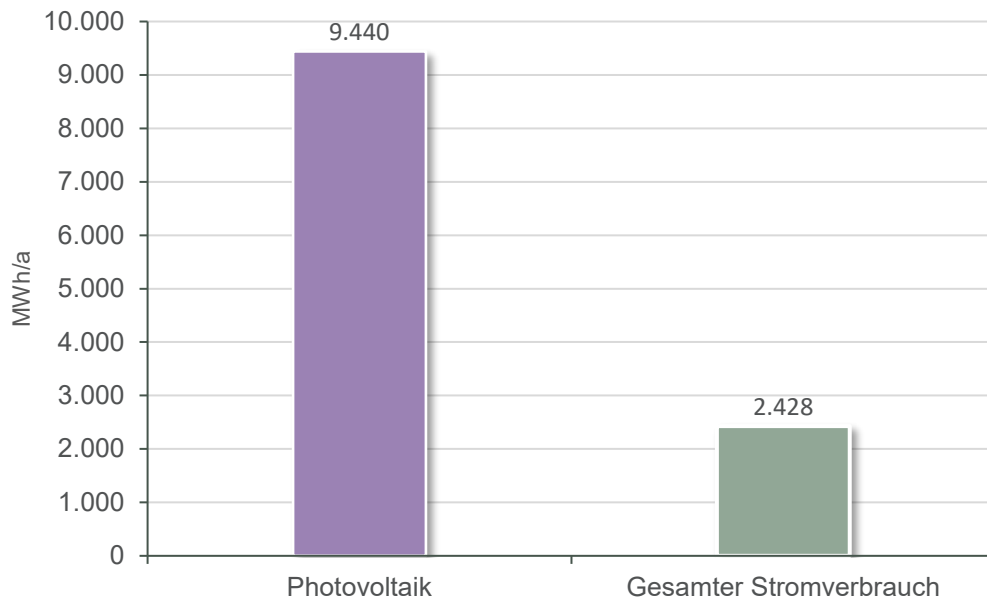


Abbildung 16: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2023, eigene Darstellung

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 in der Gemeinde Buchhofen 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 17 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 17: Potenzialpyramide, eigene Darstellung

3.1 Wärmenetze

Wärmenetze dienen der leitungsgebundenen Versorgung von Gebäuden mit Wärme. Die erzeugte Wärme wird über ein wasserbefülltes Rohrleitungssystem von zentralen Erzeugungsanlagen zu den angeschlossenen Gebäuden transportiert. Wärmenetze werden bevorzugt in dichtbesiedelten Gebieten mit hohem Wärmebedarf eingesetzt, da eine hohe Auslastung für den wirtschaftlichen Betrieb entscheidend ist.

Zur Prüfung potenzieller Wärmenetzgebiete in Buchhofen werden beispielhafte Netze modelliert und bewertet. Datengrundlage hierfür ist der Wärmebedarf aus dem Wärmekataster (Kapitel 2.2.2) sowie ein angenommener Trassenverlauf entlang des Straßennetzes. In einem ersten Schritt wird eine Anschlussquote von 100 % sowie eine realistische Quote von 60 % betrachtet. Die Eignungsbewertung erfolgt anhand von Indikatoren, die im Bundesleitfaden zur Wärmeplanung definiert und um praxisrelevante Kriterien wie das Vorhandensein von Ankerkunden ergänzt wurden (siehe Tabelle 6).

Als zentraler Indikator gilt die Wärmeliniedichte, wobei als wirtschaftlicher Richtwert ein Wert von 1.000 kWh/m·a bei einer Anschlussquote von 60 % angenommen wird. Ankerkunden tragen durch eine höhere und konstantere Auslastung zur Wirtschaftlichkeit bei, während über Abwärmequellen kostengünstige Energiepotenziale genutzt werden können.

Daneben haben auch weitere Faktoren wie die Verfügbarkeit von Fördermitteln, die Art des Wärmeerzeugers, die Nutzung innovativer Technologien sowie das vorgesehene Betreibermodell Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Besonders letzteres kann maßgeblich die Wirtschaftlichkeit beeinflussen, da es erheblichen Einfluss auf die Kostenstruktur und die langfristige Betriebssicherheit hat. Darüber hinaus können Änderungen der klimapolitischen Rahmenbedingungen, wie eine steigende CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger, die Attraktivität eines Wärmenetzes zusätzlich erhöhen. Diese Aspekte, können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht berücksichtigt werden, sollten jedoch in einer weiterführenden BEW-Machbarkeitsstudie Beachtung finden.

Alle untersuchten Gebiete sind in Abbildung 18 verortet. Eine detaillierte Betrachtung weiterer Gebiete erfolgt in Kapitel 5.1. In diesem Kapitel werden vor allem die Wärmenetzuntersuchungsgebiete Ottmaring und Buchhofen hervorgehoben.

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

Indikator	Eignung bzw. Einfluss auf Eignung
Wärmeliniedichte	
< 1,0 MWh/m·a	Geringe Eignung
1,0 – 1,7 MWh/m·a	Mittlere Eignung
> 1,7 MWh/m·a	Hohe Eignung
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

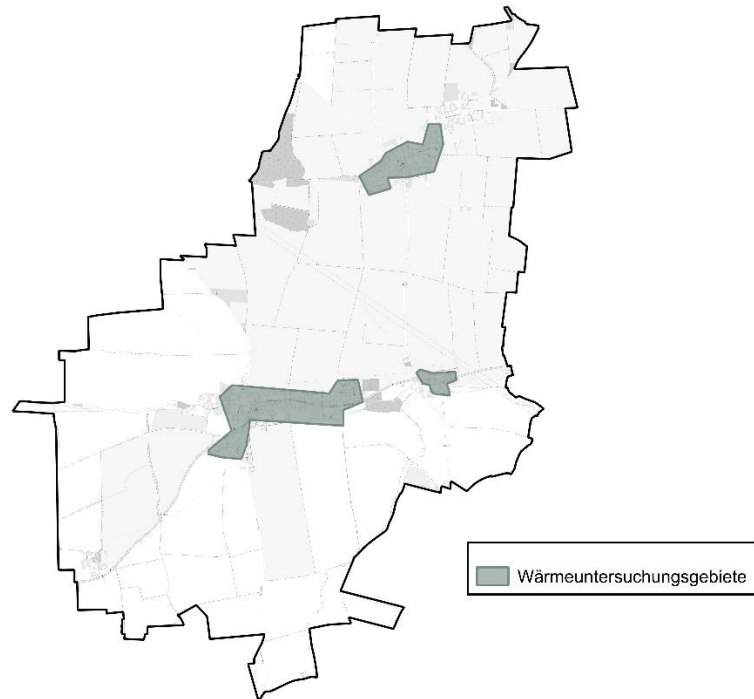


Abbildung 18: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

3.1.1 Detailbetrachtung Ottmaring

Das Betrachtungsgebiet liegt im Norden des Gemeindegebiets. Die Gebäudestruktur ist überwiegend von Einfamilienhäusern (54 %) und Mehrfamilienhäusern (22 %) geprägt, ergänzt durch einen Anteil von 20 % an Nichtwohngebäuden. Reihenhäuser machen 4 % des Bestands aus. Die Baualtersstruktur ist heterogen: 47 % der Gebäude wurden bis 1978 errichtet, 20 % stammen aus der Zeit vor 1919 und weitere 20 % wurden nach 2009 erbaut. Gebäude anderer Baualtersklassen gibt es nur wenige. Der jährliche Wärmebedarf beläuft sich, auch durch Ankerkunden wie die Grundschule und den hohen Baualter der Gebäude, auf 3.918 MWh.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Ottmaring, dargestellt in Abbildung 19, zeigt, dass ein Aufbau unter den aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht tragfähig ist. Die Wärmelinienichte erreicht selbst bei einer vollständigen Anschlussquote von 100 % nur 796 kWh/m·a. Bei einer realistischeren Anschlussquote von 60 % sinkt der Wert weiter auf 478 kWh/m·a und liegt damit unter dem Richtwert von 1.000 kWh/m·a.

Ursächlich hierfür sind insbesondere der geringe Wärmebedarf vieler Wohngebäude sowie die geringe Bebauungsdichte gerade im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Es wird erwartet, dass energetische Sanierungen den Wärmebedarf künftig weiter senken, was die Wirtschaftlichkeit eines Netzes zusätzlich beeinträchtigen würde. Daher ist auch bei einer Fortschreibung des Wärmeplans in fünf Jahren nicht von einer tragfähigen Lösung auszugehen. Als Alternativen könnten kostengünstige Betreibermodelle oder Gebäudenetze in Betracht gezogen werden (siehe Kapitel 3.2 und 3.3). In Kapitel 3.1.1 wird ein kleinerer Umgriff des Gebiets als Fokusgebiet untersucht, welcher sich auf den älteren und dichter bebauten Teil im Westen konzentriert.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren wird das Gebiet als dezentrales Versorgungsgebiet im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes eingestuft.

Die wesentlichen Kennzahlen für das Untersuchungsgebiet sind:

- **Angeschlossene Gebäude: 133**
 - **Trassenlänge: 3,0 km**
 - **Wärmebedarf: 3.918 MWh/a (100 % Anschlussquote)
2.351 MWh/a (60 % Anschlussquote)**
 - **Wärmelinienichte: 796 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
478 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)**
- ➔ **Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet**

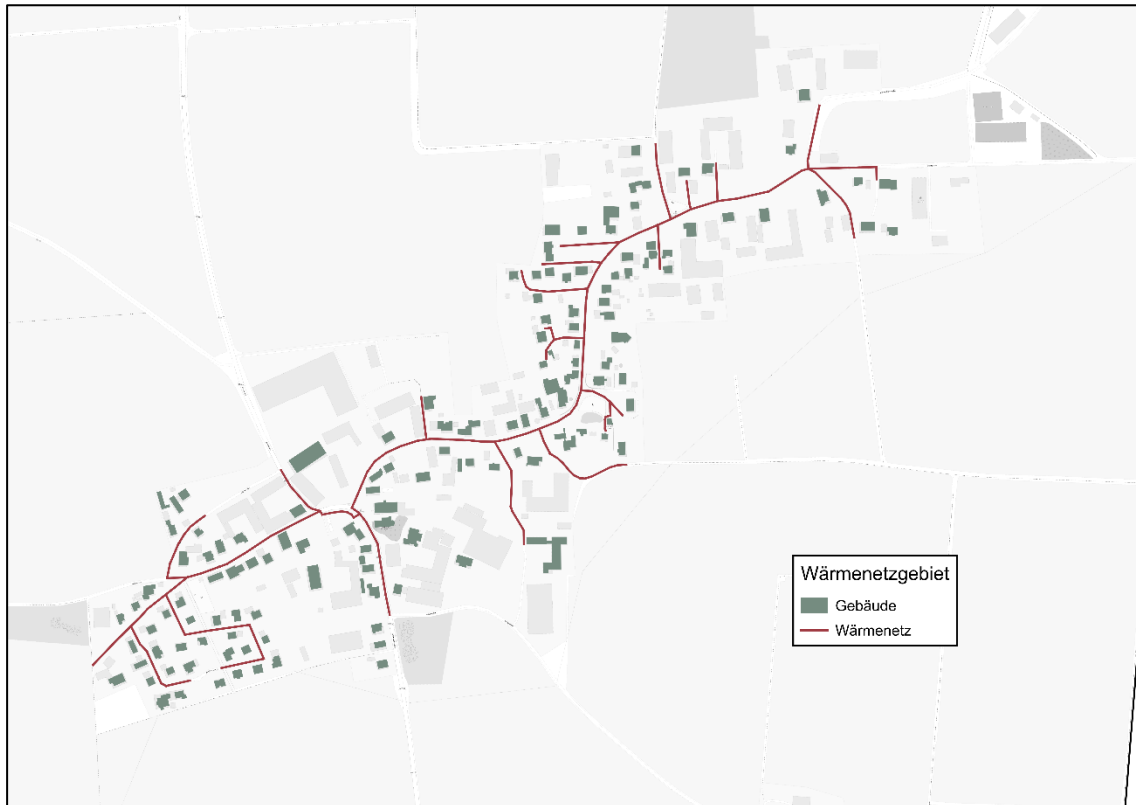


Abbildung 19: Detailbetrachtung Ottmaring, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

3.1.2 Detailbetrachtung Buchhofen

Das Betrachtungsgebiet Buchhofen liegt im Zentrum der Gemeinde. Etwa 51 % der Gebäude sind Einfamilienhäuser, während 20 % als Nichtwohngebäude genutzt werden. Mehrfamilienhäuser gemäß der IWU-Kategorisierung machen rund 24 % des Gebäudebestands aus, Reihenhäuser etwa 5 %.

Der östliche Teil des Untersuchungsgebiets, beginnend ab der Abzweigung der Buchenstraße von der Hauptstraße, ist überwiegend neu bebaut und der Baualtersklasse ab 2009 zuzuordnen. Dieser Bereich macht etwa 30 % des Gebäudebestands aus. Der übrige Teil des Gebiets besteht überwiegend aus älteren Gebäuden, von denen rund 48 % vor 1978 errichtet wurden, wobei ein kleiner Anteil sogar vor 1919 entstanden ist. Der restliche Gebäudebestand verteilt sich überwiegend auf die Baujahre zwischen 1979 und 1995. Der jährliche Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet beträgt insgesamt 5.168 MWh/a.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Buchhofen ist in Abbildung 21 dargestellt. Die Analyse der relevanten Indikatoren zeigt, dass die Errichtung eines Wärmenetzes unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht sinnvoll erscheint. Bereits die Wärmelinien-dichte liegt mit 773 kWh/(m·a) bei einer Anschlussquote von 100 % sowie 464 kWh/(m·a) bei einer realistischeren Anschlussquote von 60 % deutlich unter dem Richtwert von etwa 1.000 kWh/(m·a). Allein dieser Indikator deutet darauf hin, dass ein wirtschaftlicher Betrieb eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet nur schwer realisierbar wäre.

Hinzu kommt, dass der östliche Teil des Gebiets überwiegend aus jüngerer Bebauung besteht, die aufgrund moderner energetischer Standards einen vergleichsweise geringen Wärmebedarf aufweist. Zudem ist davon auszugehen, dass in diesem Bereich bereits ein höherer Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugungssysteme installiert ist, wie in Kapitel 2.1.2 dargestellt. Dadurch reduziert sich das potenzielle Anschluss- und Wärmeabsatzpotenzial zusätzlich.

Darüber hinaus stehen im Untersuchungsgebiet keine kostengünstigen Wärmequellen, wie beispielsweise industrielle Abwärme, zur Verfügung, die eine wirtschaftliche Versorgung über ein Wärmenetz unterstützen könnten. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Umsetzung eines zentralen Wärmenetzes derzeit eher unwahrscheinlich.

Stattdessen sind für das Gebiet dezentrale Versorgungslösungen zu bevorzugen. Dazu zählen neben individuellen Heizsystemen auch kleinräumige Gebäudenetze, die mehrere Gebäude lokal miteinander verbinden können.

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren wird das betrachtete Gebiet gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes als dezentrales Versorgungsgebiet eingestuft.

- **Angeschlossene Gebäude: 193**
 - **Trassenlänge: 6,7 km**
 - **Wärmebedarf: 5.168 MWh/a (100 % Anschlussquote)**
3.100 MWh/a (60 % Anschlussquote)
 - **Wärmelinien-dichte: 773 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)**
464 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)
- ➔ **Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet**

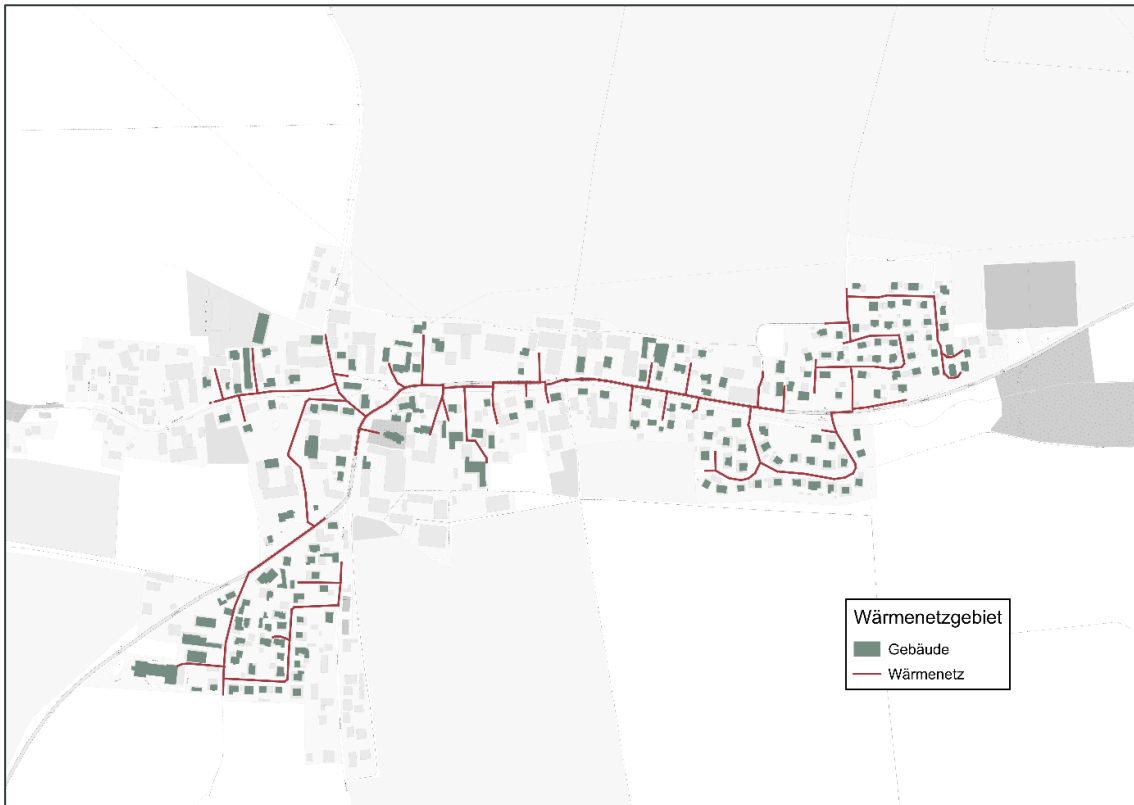


Abbildung 20: Detailbetrachtung Buchhofen, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

3.1.3 Zwischenfazit Wärmenetzpotenzial

Die Untersuchungen der Gebiete Ottmaring und Buchhofen zeigen, dass der Aufbau eines zentralen Wärmenetzes unter den aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht tragfähig ist. Ausschlaggebend ist insbesondere die geringe Wärmeliniendichte (Ottmaring: 796 kWh/m·a bei 100 %, Buchhofen: 773 kWh/m·a) sowie der vergleichsweise niedrige Wärmebedarf vieler Wohngebäude und die geringe Bebauungsdichte.

In Buchhofen mindert zusätzlich das Neubaugebiet im Osten mit hohem energetischem Standard und bereits vorhandener erneuerbarer Wärmeerzeugung das Anschlusspotenzial. In Ottmaring führt die geringe Größe des Gebiets und der niedrige Wärmebedarf zu ähnlichen Einschränkungen. Da in beiden Gebieten keine kostengünstigen Wärmequellen verfügbar sind, werden sie als dezentrale Versorgungsgebiete eingestuft, wobei dezentrale Lösungen wie kleinere Gebäudenetze die realistische Option für eine zukünftige Wärmeversorgung darstellen.

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 etwa 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 zentral betriebene Anlage effizient dimensioniert werden, was zu geringeren Investitions- und Wartungskosten pro Anschlussnehmer führt. Auch hinsichtlich der Energiequellen besteht eine hohe Flexibilität – etwa beim Einsatz von Solarthermie, Biomasse oder Wärmepumpen.

Gebäudenetze bieten eine nachhaltige und zukunftssichere Wärmeversorgung mit hoher Effizienz und Skaleneffekten durch die Kostenvorteile zentraler Wärmeerzeugung. Zudem entsteht durch den Wegfall individueller Heizsysteme mehr Platz in den Gebäuden. Herausforderungen sind hohe Anfangsinvestitionen sowie die Abhängigkeit von einer zentralen Erzeugung.

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

	Eigenbetrieb	Contracting-Modell	Energieversorger	Genossenschaft/ WEG
Übersicht	<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>
Besonderheit	<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>
Verantwortlicher	<i>Betreiber in Eigenregie</i>	<i>Externer Dienstleister</i>	<i>Energieversorgungsunternehmen</i>	<i>Mitglieder (u.a. Kommune, Gewerbe, Bürger)</i>
Mitsprache Preisgestaltung	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>
Laufende Wärmekosten	<i>Gering bis Mittel</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>	<i>Gering bis Mittel</i>
Investitionskosten für Nutzer	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Gering</i>	<i>Mittel bis Hoch</i>
Vorteile	<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>
Nachteile	<i>Hohe Abhängigkeit von einer Person, begrenzte Professionalität</i>	<i>Geringe Einflussnahme, langfristige Bindung mit möglichen Mehrkosten</i>	<i>Wenig Gestaltungsspielraum, begrenzte Anbieterswahl, 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 Gemeinde 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 Wärmepumpe ist eine bewährte Technologie, die Wärme aus der Umgebungsluft auf ein höheres Temperaturniveau hebt und so für Heizzwecke nutzbar macht. Die vorhandene Wärmeenergie in der Umgebung wird aufgenommen und im Verdampfer an ein Kältemittel, das bereits bei niedrigen Temperaturen verdampft, übergeben. Das verdampfte Kältemittel wird anschließend in einem Verdichter komprimiert wodurch der Druck und damit auch die Temperatur des Kältemittels steigen. Zum Komprimieren wird Strom als Hilfsenergie benötigt. Im Kondensator gibt das nun heiße, dampfförmige Kältemittel seine Wärme an das Heizsystem für das Gebäude ab und verflüssigt sich dabei wieder. Über ein Expansionsventil wird es entspannt und der Kreislauf beginnt von vorne.

So kombiniert die Luft-Wärmepumpe die kostenlose Umweltwärme mit elektrischer Energie und macht sie effizient für Heizung und Warmwasser nutzbar. Ein flächendeckender Einsatz von Wärmepumpen führt zu einer Erhöhung des Strombedarfs und Lastanforderungen an die Verteilnetze. Daher ist zu prüfen, inwieweit ein Ausbau der Netzkapazitäten erforderlich ist.

Luft-Wärmepumpen nutzen entsprechend der Funktionsweise von Wärmepumpen die in der Umgebungsluft vorhandene thermische Energie für Heizzwecke. Die Technologie zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, da für die Installation keine tiefen Erdarbeiten notwendig sind. Dies begünstigt den Einsatz in Bestands- und Neubauten. Je nach Ausführung der Anlage ist neben der Heiz- auch eine Kühlfunktion möglich. Aufgrund dieser geringen installationsseitigen Einschränkungen besteht ein erhebliches Potenzial zur Nutzung der Wärme aus der Umgebungsluft.

Zur Ermittlung des Potenzials von Luft-Wärmepumpen in Buchhofen wurde der Wärmebedarf jedes Gebäudes der potenziell möglichen Wärmeerzeugung durch eine Luft-Wärmepumpe gegenübergestellt.

Für die Modellierung der möglichen Wärmeerzeugung orientiert sich die Analyse an der Methodik der Wärmepumpen-Ampel der *Forschungsstelle für Energiewirtschaft* (FfE) [10]. Dabei werden drei grundlegende Annahmen getroffen:

- **Wärmebedarf:** Als Grundlage diente der in berechnete Wärmebedarf (vgl. Kapitel 2.2.2) der einzelnen Gebäude.
- **Lärmschutz:** Die Wärmeerzeugung wird durch die Schallemission der Geräte und damit durch den Abstand der Wärmepumpen zu den Nachbarbebauung beschränkt. Als Orientierungswert wird der nächtliche Immissionsrichtwert gemäß *TA-Lärm* für reine Wohngebiete herangezogen.
- **Einzige Wärmequelle:** Die Analyse geht von einer Standard-Wärmepumpe aus, die das Gebäude allein heizt und bis zu einer Außentemperatur von -6 °C effizient arbeitet.

Für die Gebäude innerhalb der Gemeinde Buchhofen wurden potenzielle Aufstellungsorte für die Luft-Wärmepumpen ermittelt und anhand des Abstands zu den Nachbargebäuden eine

maximale Wärmebereitstellung der Luft-Wärmepumpe simuliert. Der Vergleich der maximalen Wärmebereitstellung mit dem ermittelten Wärmebedarf zeigt, ob ein Gebäude das Potenzial zur Eigenversorgung mittels einer Luft-Wärmepumpe hat.

Durch diese Methodik wird eine erste fundierte Grundlage geschaffen, die Möglichkeit zur dezentralen Versorgung mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen abschätzen zu können. Im Hektarraster wird dargestellt, wie viel Prozent der darin befindlichen Gebäude grundsätzlich für den alleinigen Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe geeignet sind, in welchen keine zusätzlichen Maßnahmen (wie Einhausungen) notwendig sind.

Die Ergebnisse der Analyse für Buchhofen sind in Abbildung 21 dargestellt. Die Analyse zeigt im zentralen Bereich von Buchhofen ein geringes Potenzial ($25 \leq 50 \%$), was vorrangig auf diese schalltechnischen Rahmenbedingungen zurückzuführen ist. Einzelne Gebiete mit sehr geringem Potenzial ($0 \leq 25 \%$) sind überwiegend durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf der Gebäude gekennzeichnet, der mit der angenommenen Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht wirtschaftlich oder technisch vollständig abdeckbar ist.

Für den Großteil der Gemeinde, rund 54 % des Gebäudebestands, wird das Potenzial hingegen als hoch bewertet. Auch in Bereichen mit eingeschränktem Potenzial kann die Umsetzbarkeit durch technische Lösungen wie schalltechnische Einhausungen, den Einsatz besonders leiser Gerätemodelle oder eine detaillierte, standortspezifische Planung erhöht werden. Ein wesentlicher Vorteil der Technologie ist, dass die Installation keine aufwendigen Erdarbeiten erfordert und somit sowohl in Bestandsgebäuden als auch in Neubauten grundsätzlich möglich ist.

Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Die Installation benötigt keine aufwendigen Erdarbeiten und lässt sich sowohl in bestehenden Gebäuden als auch in Neubauten integrieren.**
- **Das Stromnetz in Buchhofen wird durch den Netzbetreiber kontinuierlich überwacht und ggf. entsprechend ausgebaut.**
- **Für dezentrale Versorgungsgebiete gut geeignet.**

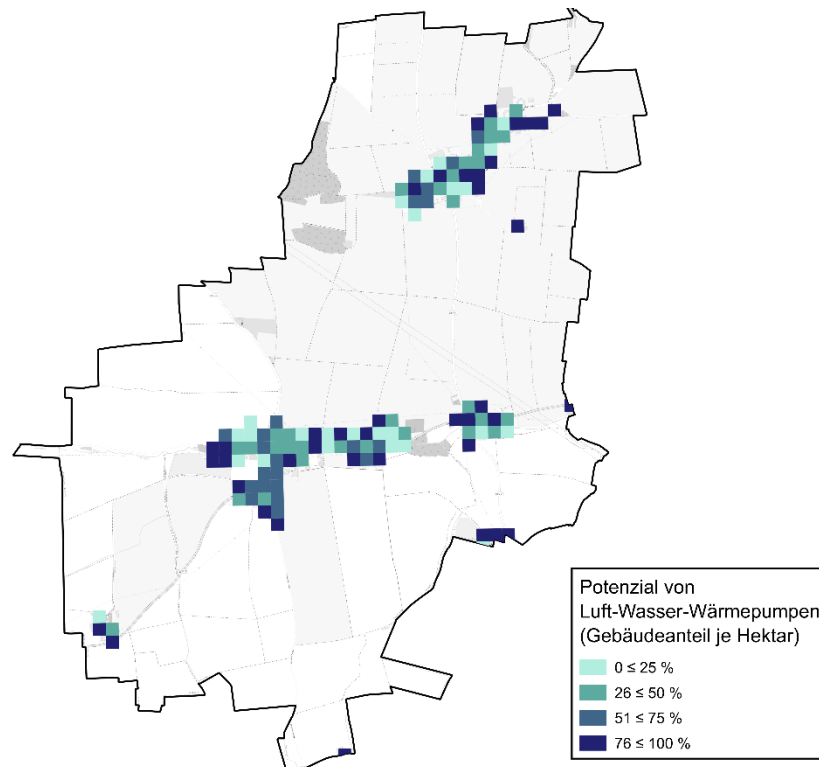


Abbildung 21: Gebäudeanteil mit Potenzial zur Abdeckung des Wärmebedarfs durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe je Hektar, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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 22 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 angestrebte 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 Buchhofen liegt die mittlere Wärmeleitfähigkeit bis zwei Meter Tiefe bei 1,2 bis 1,6 W/m·K. In 100 m Tiefe weist der Boden eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 1,6 bis zu 2,0 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 (GRZ) eingesetzt werden.

In Buchhofen ist die Nutzung von Erdwärmekollektoren nahezu uneingeschränkt bei bestehender Bebauung möglich. Ausschlussgebiete bestehen lediglich in einem Wasserschutzbereich im Hauptort. Die potenziell erreichbare Entzugsenergie ist in Abbildung 23 dargestellt.

- **Die Entzugsleistung je Flurstück für die Nutzung von Erdwärmekollektoren in Buchhofen ist 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.

Abbildung 24 zeigt das Potenzial für Grundwasser-Wärmepumpen in Buchhofen. Ein nutzbares Potenzial besteht im Großteil des Gemeindegebietes, ausgenommen sind Teile Mandndorfs, sowie vereinzelte Gebäude in den übrigen Ortsteilen.

- **Ein Potenzial für Grundwasser-Wärmepumpen ist im Großteil des bebauten Gebiets von Buchhofen vorhanden.**
- **Die erreichbare Entzugsleistung für ein Brunnenpaar je Flurstück liegt zwischen < 5 und 50 kW in bebauten Gebieten.**

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 Nutzung von Erdwärmesonden ist in Buchhofen aufgrund hydrogeologischer, geologischer oder wasserwirtschaftlicher Rahmenbedingungen nicht möglich, wie Abbildung 25 zeigt.

- **Es ist kein Potenzial für Erdwärmesonden in Buchhofen vorhanden.**

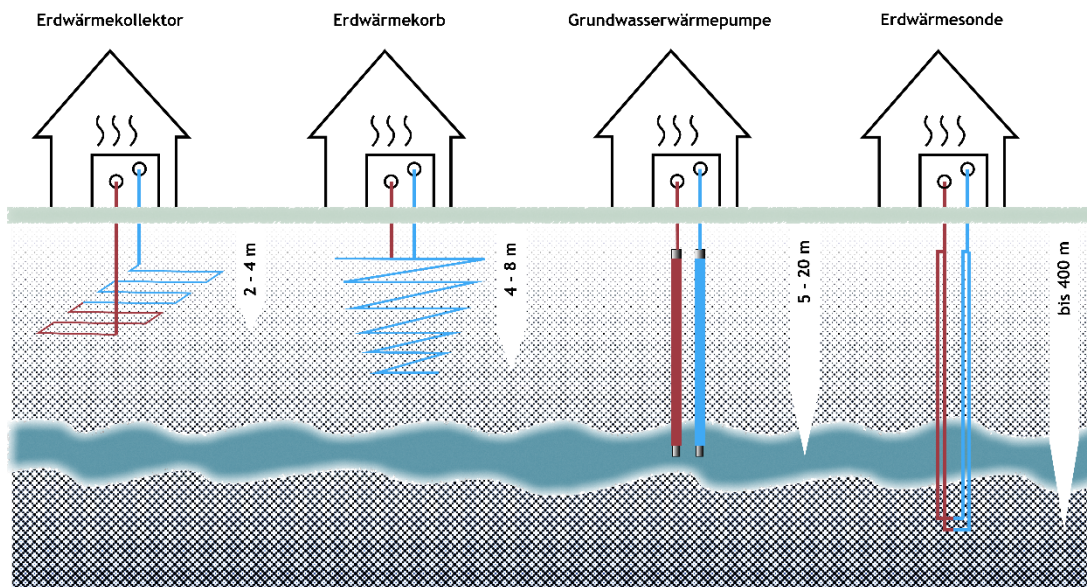


Abbildung 22: Technologien der oberflächennahen Geothermie mit ihren Funktionsweisen [12], eigene Darstellung

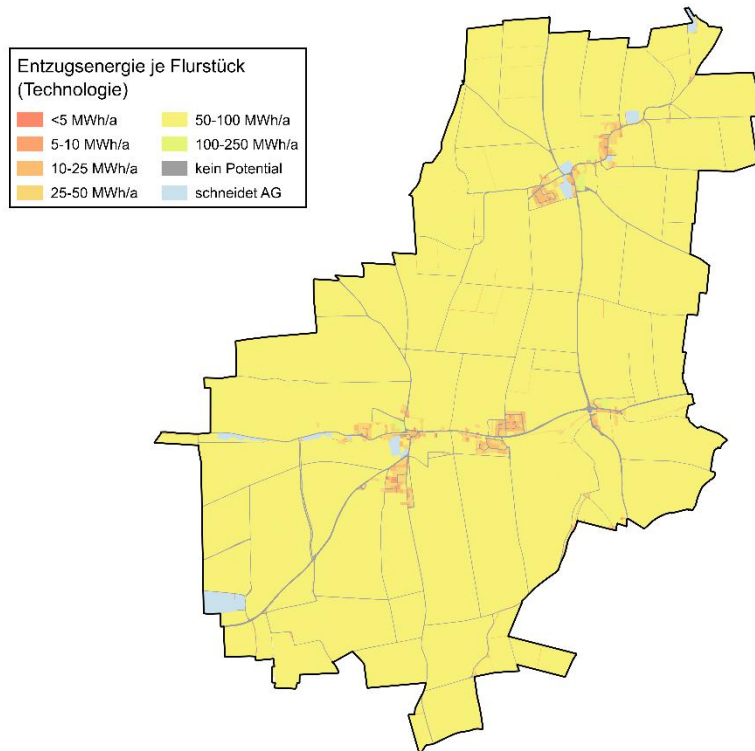


Abbildung 23: Entzugsenergie je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren in Buchhofen [11]

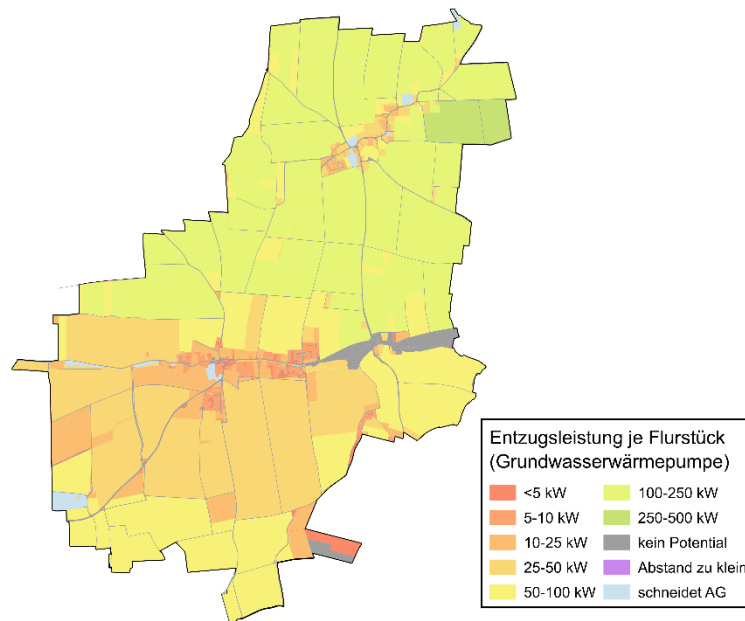


Abbildung 24: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen [13]

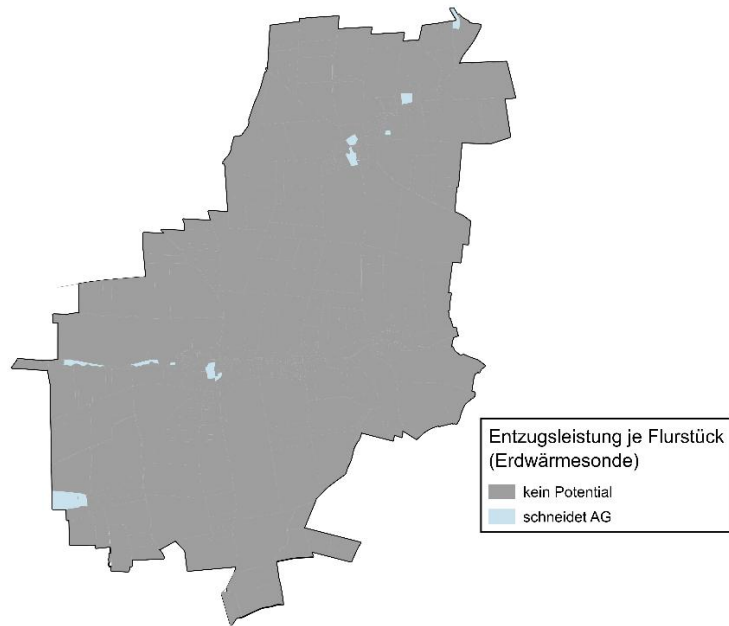


Abbildung 25: Entzugsleistung je Flurstück bei der Nutzung von Erdwärmesonden [13]

Tiefe Geothermie

Tiefe Geothermie 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 tiefen Geothermie 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 und eine ausreichende Abnahme sicherzustellen.

Basierend auf geologischen Auswertungen zur Temperaturverteilung in verschiedenen Tiefen sind die Voraussetzungen in Buchhofen für eine hydrothermale Wärmeengewinnung weniger günstig. Dies ist insbesondere auf die geologischen Gegebenheiten im Randbereich des bayerischen Molassebeckens zurückzuführen [11]. Je nach Tiefe sind Temperaturen von etwa 45 °C in 500 Metern Tiefe (unter Normalhöhennull) bis zu rund 75 °C in maximal 1.500 Metern Tiefe zu erwarten. In vielen Fällen ist daher zusätzlich der Einsatz von Großwärmepumpen erforderlich, um ein für die Einspeisung in ein Wärmenetz geeignetes Temperaturniveau zu erreichen. [14]

- **In der Gemeinde Buchhofen wird keine Anlage zur Nutzung tiefer Geothermie betrieben.**
- **Die Gemeinde liegt in einem geologisch mäßig geeigneten Gebiet für die Tiefengeothermie Nutzung [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 Gemeindegebiet Buchhofen verläuft kein geeignetes Fließgewässer, welches als Flusswärmequelle in Betracht gezogen werden kann.

Somit lassen sich die Ergebnisse folgendermaßen zusammenfassen:

- **Durch die Gemeinde verläuft kein Fließgewässer, welches sich für die flächen-deckende Wärmeversorgung in Buchhofen eignet.**

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 Solarthermiepotenzial 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 Buchhofen 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: 1.174 kWh/ m² [15]

Für Buchhofen ergibt sich ein technisches Solarthermiepotenzial in Höhe von 47.976 MWh/a. Bei einer angenommenen Umsetzungsquote von 15 % entspricht dies einem erwartbaren Jahresertrag von 7.196 MWh, der auf den Dachflächen erzeugt werden könnte. Demgegenüber stehen laut Auszug aus den *BAFA*-Förderdaten für das Jahr 2023 lediglich 252 MWh an erzeugter Energie durch Solarthermie. Dies entspricht rund 2 % des erwartbaren Ertrags und verdeutlicht das bislang nur gering ausgeschöpfte Potenzial.

Abbildung 26 zeigt das Ertragspotenzial für alle Dächer in Buchhofen. Dargestellt ist das technische Potenzial. Eine Darstellung der Bestandsanlagen ist aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht möglich. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern im Ortszentrum von Buchhofen und Ottmaring.

Diese Methodik schätzt das Solarthermiepotenzial auf den Dachflächen von Buchhofen ab und bildet die Grundlage für die Einbindung dieser Energiequelle in das kommunale Wärmekonzept. Die Ergebnisse zeigen, dass Solarthermie einen bedeutenden Beitrag zur dezentralen Wärmeversorgung leisten kann und bilanziell bis zu etwa 59 % des gesamten Wärmebedarfs decken könnte.

Zusammenfassend ergibt sich:

- **Erwartbarer Jahresertrag bei einer Umsetzungsquote von 15 %: 7.196 MWh**
- **Die Wärmeerzeugung durch Solarthermie eignet sich beispielsweise als Hybrid-Lösung zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung**

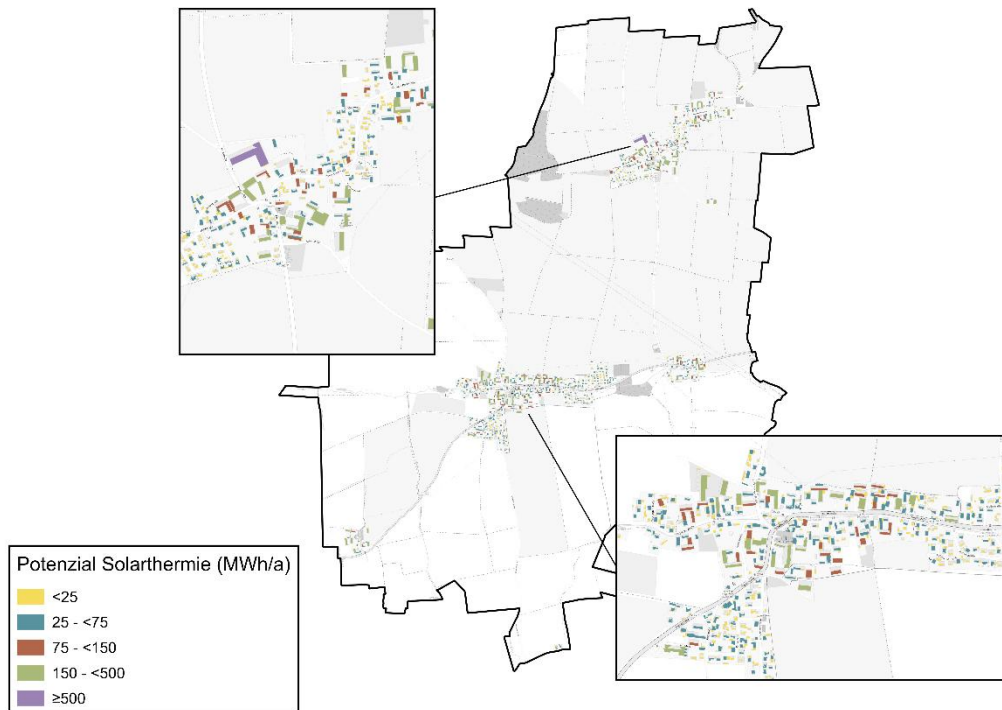


Abbildung 26: Ertragspotenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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 Strompotenzial aus Biomasse von Grünland- und Ackerflächen wird in Kapitel 3.4.2 analysiert.

Biogas

Buchhofen verfügt derzeit über keine bestehenden Biogasanlagen. In solchen Anlagen wird neben Strom häufig auch Wärme erzeugt, die für ein Wärmenetz genutzt werden könnte.

Die Möglichkeit, Biogas zu Biomethan aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen, wurde im Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Eine Biogasaufbereitung ist aufgrund fehlender Infrastruktur in Form von Anlagen und Erdgasnetz nicht möglich.

Biomassepotenzial aus Holz

Das Biomassepotenzial aus Holz hängt stark von den regionalen Gegebenheiten ab. Grundsätzlich muss sichergestellt sein, dass die Holzentnahme die Regenerationsfähigkeit der Wälder nicht übersteigt, um eine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten. Zur Bewertung des Potenzials werden die Waldflächen im Gemeindegebiet herangezogen. Die entsprechenden Flächenangaben basieren auf den Geodaten zur tatsächlichen Nutzung. Als Referenz für den durchschnittlichen jährlichen Holzzuwachs pro Hektar Wald dient die *Bundeswaldinventur*, die diesen Wert für Deutschland ermittelt.

Unter Berücksichtigung der Kaskadennutzung des Holzbestands wird angenommen, dass 30 % des Zuwachses für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Dazu zählen beispielsweise Rest- und Abfallstoffe, die bei der Verarbeitung von Holz zu Bau- oder Werkstoffen anfallen. Da die *Bundeswaldinventur* die Entwicklung der bayerischen Wälder über einen Zeitraum von rund zehn Jahren erfasst [16]. Das technische Potenzial kann über diese Herangehensweise wie folgt zusammengefasst werden:

- Biomassepotenzial Wald: 208 MWh/a

Die Ergebnisse des gesamten Biomassepotenzials zeigen, dass Biomasse aus Wald ein geringes technisches Potenzial aufweist. Bilanziell können unter 2 % des gesamten Wärmebedarfs durch die nachhaltige Verwendung von Waldflächen in der Kommune gedeckt werden. Somit ist dieses Potenzial insbesondere für vereinzelte dezentrale Lösungen zielführend (vgl. Abbildung 27).

Die Ergebnisse des Biomassepotenzials lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Die Potenzialanalyse zeigt einen geringen technischen Ertrag der Biomasseressourcen im betrachteten Gebiet.**
- **Für die Biomassebereitstellung ist daher auf überregionale Verfügbarkeiten zurückzugreifen**

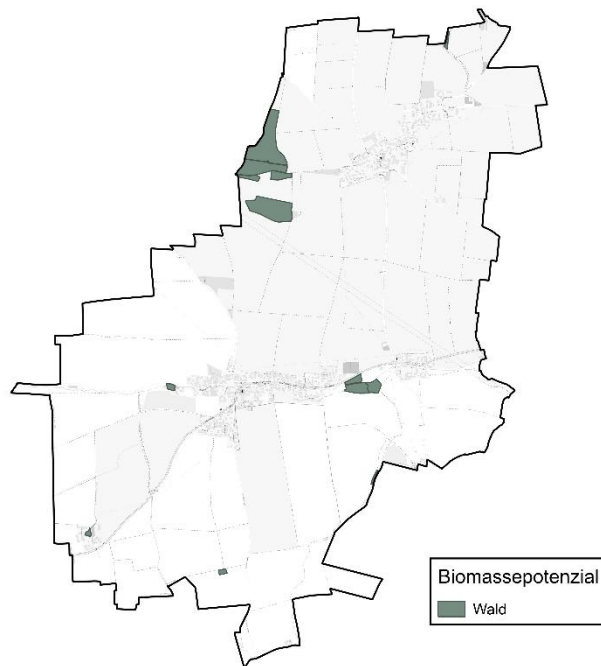


Abbildung 27: Biomassepotenzial auf Waldflächen in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Wasserstoff

Die Gemeinde Buchhofen liegt nicht in unmittelbarer Nähe zum geplanten Wasserstoff-Kernnetz und eine lokale Elektrolyse oder sonstige H₂-Erzeugung ist derzeit nicht vorgesehen. Zudem verfügt das Gemeindegebiet, da kein Erdgasnetz vorhanden ist, nicht über die nötige Infrastruktur. Von diesem Hintergrund ist ein kurzfristiger, wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff für Raumwärme und Warmwasser 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 [17].

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 die nationale Einordnung gilt: Die Fortschreibung der *Nationalen Wasserstoffstrategie* setzt den Einsatz von Wasserstoff vorrangig in Bereichen an, die nicht elektrisch durchdrungen werden können – insbesondere in der Industrie (stoffliche Nutzung in Chemie/Stahl) und für Prozesswärme. Diese Priorisierung erklärt, warum der Gebäudewärmemarkt kurzfristig nicht auf H₂ setzen sollte.

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 Buchhofen lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Buchhofen verfügt nicht über die erforderliche Infrastruktur (kein Erdgasnetz vorhanden, keine lokale Erzeugung)**
- **Wasserstoff hat keine Perspektive in Buchhofen.**

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 Biomasse aus Grünland und Ackerflächen, Photovoltaik und Windkraft näher betrachtet.

Biomassepotenzial aus Grünland und Ackerfläche

Die Analyse des Biomassepotenzials aus Grünland und Ackerfläche zur Stromerzeugung in Biogasanlagen basiert auf den landwirtschaftlichen Flächen im Verwaltungsgebiet. Die Biomasse wird dabei in einer Biogasanlage anaerob vergoren. Das entstehende Biogas kann anschließend in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verstromt werden, wobei gleichzeitig nutzbare Wärme anfällt. Zusätzlich können in einer Biogasanlage auch biogene Reststoffe wie Gülle verarbeitet werden. Eine Abschätzung des Potenzials dieser Reststoffe ist jedoch aufgrund fehlender Daten nicht möglich.

Je nach Flächenart (Grünland oder Ackerfläche) kann das energetische Potenzial über Energiekennwerte bewertet werden [18]. Die Flächenangaben stammen aus den Geodaten der tatsächlichen Nutzung [2]. Aus der Analyse ergeben sich folgende technische Erträge für Biomasse aus landwirtschaftlichen Flächen:

- Biomassepotenzial Grünland: 172 MWh/a
- Biomassepotenzial Ackerland: 26.757 MWh/a

Die in Abbildung 28 dargestellt. dargestellten Flächenpotenziale für Biomasse stehen in direkter Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung für Nahrungs- und Futtermittel, da die vollständige Ausschöpfung dieses Potenzials eine Umstellung der Flächennutzung erfordern würde. Zudem ist der auf denselben Flächen erzielbare Stromertrag durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen deutlich höher. Ein Vorteil der energetischen Nutzung von Biomasse liegt jedoch in ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit: Die Stromproduktion ist grundlastfähig, weniger volatil und nicht von Sonnenstunden abhängig.

Für die Erschließung dieses Potenzials wäre die Errichtung einer neuen Biogasanlage erforderlich, da im Gemeindegebiet keine entsprechende Anlage existiert.

Zusammenfassend ergibt sich:

- **Es gibt keine bestehenden Biogasanlagen im Gemeindegebiet zur Nutzung des Biomassepotenzials.**
- **Aufgrund der bestehenden Konkurrenz zur Nutzung der Flächen ist das Potenzial als nicht relevant in Buchhofen einzuordnen.**

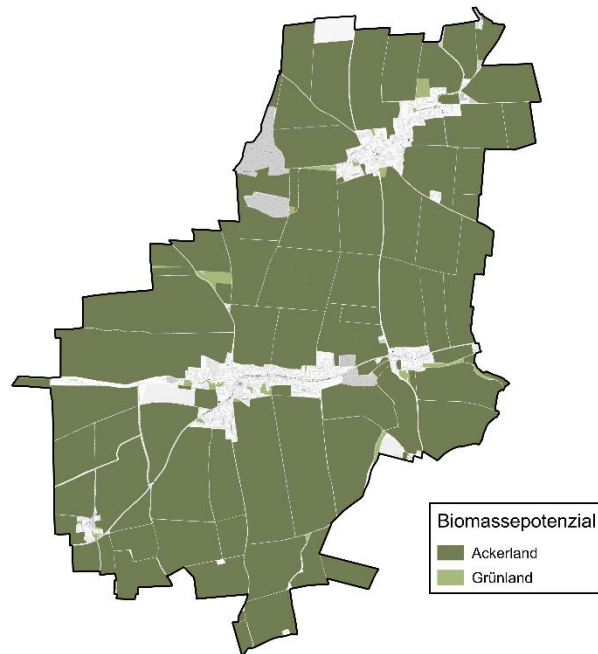


Abbildung 28: Biomassepotenzial auf Acker- und Grünflächen in Buchhofen, eigene Darstellung

Photovoltaik-Freifläche

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen innerhalb des Gemeindegebietes 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

Es gibt jedoch einige Kriterien, die nicht in die Analyse einbezogen werden konnten, entweder weil keine entsprechenden Daten verfügbar waren oder aufgrund von Datenschutz- bzw. Sicherheitsbedenken. Dazu gehören Aspekte wie Artenschutz, Altlasten, geplante Bauprojekte und regionale Planungen.

Alle Flächen, die weder als Ausschlussflächen noch als *geeignet* gelten, sind als *potenziell geeignet* gekennzeichnet. Aktuelle Eigentumsverhältnisse werden bei der Kategorisierung der Flächen nicht berücksichtigt.

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 29 zeigt das PV-Freiflächenpotenzial in Buchhofen. Dabei gelten die dunkelgrünen Flächen als *potenziell geeignet*. Die in lila dargestellten Flächen kennzeichnen Standorte

bereits bestehender PV-Freiflächenanlagen. Der daraus erwartbare jährliche Ertrag beläuft sich auf etwa 1.332.480 MWh/a.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Zubau auf geeigneten und potenziell geeigneten Freiflächen:

- **PV-Leistung:** 1.315,95 MWp
- **Erwartbarer Jahresertrag:** 1.322.480 MWh/a

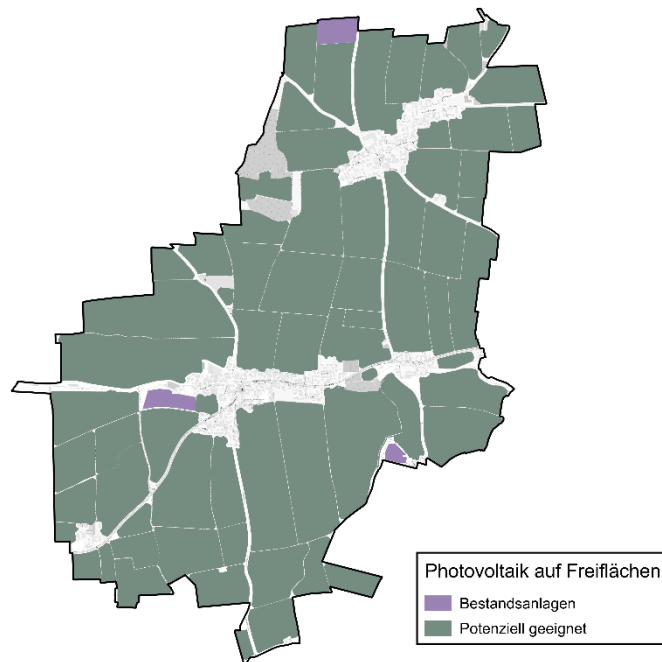


Abbildung 29: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

PV-Dachfläche

Die PV-Potenzialuntersuchung auf Dachflächen basiert genauso wie die Potenzialuntersuchung für Solarthermie auf den Untersuchungen des Bayerisches Vermessungsamtes [1]. Im Rahmen der Bewertung werden auch hier die Ausrichtung und Neigung der Flächen sowie die Größe der Dachflächen berücksichtigt. Auf Grundlage der ermittelten spezifischen installierbaren Leistung kann der erwartbare Jahresertrag unter Berücksichtigung der lokalen jährlichen Strahlungssumme bestimmt werden. Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- 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/ m² [Energieatlas]
- Wirkungsgrad: 22 %

Die berechneten Werte ergeben einen erwartbaren Jahresertrag von 20.497 MWh durch die Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Verglichen mit dem Buchhofener Stromverbrauch in Höhe von 2.428 MWh/a im Bilanzjahr 2023 würde dies bilanziell eine signifikante Überdeckung bedeuten.

Bei 40 % Umsetzungsquote ergibt sich ein erwartbarer Jahresertrag von **8.199 MWh**, der durch PV auf den Dachflächen erzeugt werden könnte.

Abbildung 30 zeigt das Ertragspotenzial für alle Dächer in Buchhofen. Dargestellt ist das technische Potenzial. Die größten Potenziale finden sich auf den Dächern im Ortszentrum von Buchhofen und Ottmaring.

Diese Methodik liefert eine fundierte Schätzung des PV-Potenzials auf den Dachflächen in Buchhofen. 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. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **PV-Leistung: 22,5 MWp**
- **Erwartbarer Jahresertrag (40 % Umsetzungsquote): 8.199 MWh/a**

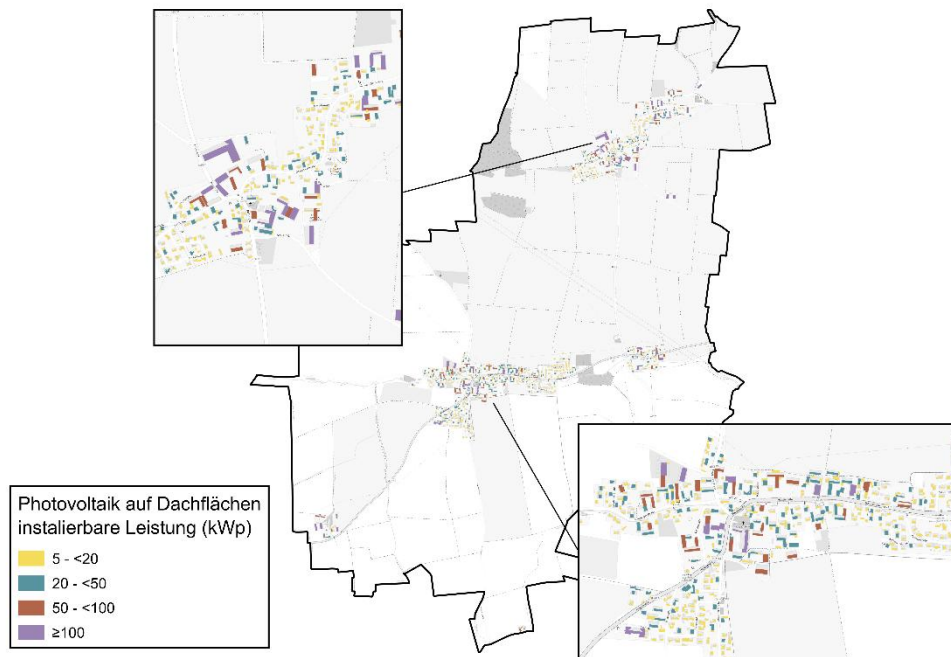


Abbildung 30: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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.

Der Ausbau von Windkraftanlagen wird im Wind-an-Land-Gesetz (WindBG) geregelt. Das Gesetz sieht vor, dass in allen Bundesländern Flächen zur Nutzung von Windenergie ausgewiesen werden. In Bayern sind 1,1 % der Flächen bis 2027 und 1,8 % der Flächen bis 2032 der 18 Planungsregionen als Windenergiefläche auszuweisen. Das Verfahren wird von den regionalen Planungsverbänden durchgeführt, Kommunen innerhalb der Verbände werden beteiligt. Aus diesem Verfahren ergeben sich die Vorranggebiete, die als Flächenpotenziale im Konzept aufgenommen werden.

Buchhofen liegt im Planungsverband Donau-Wald. Aktuell wird das Beteiligungsverfahren noch durchgeführt und die Fortschreibung der Windenergieflächen der Regionalplanung läuft derzeit. Die Fortschreibung des Planungsverbandes ist somit flächendeckend noch nicht abgeschlossen. Im Gemeindegebiet Buchhofen sind nach Billigungsbeschluss vom 10.07.2025 keine Windvorranggebiete vorhanden. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Buchhofen verfügt über keine Windkraftanlagen.**
- **Nach aktuellem Stand der Regionalplanung sind keine Windvorranggebiete in der Kommune vorhanden.**

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 Wohnimmobilien 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 Baualtersklasse 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 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, wie Wänden, Fenster und Dachflächen Standard U-Werte nach dem GEG zugeordnet. So wird der Wärmebedarf des Referenzgebäude nach GEG modelliert. Die U-Werte können der Tabelle 8 entnommen werden.

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

Die Auswahl der zu sanierenden 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 31 stellt die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Gebäude innerhalb der Baualtersklassen dar.

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

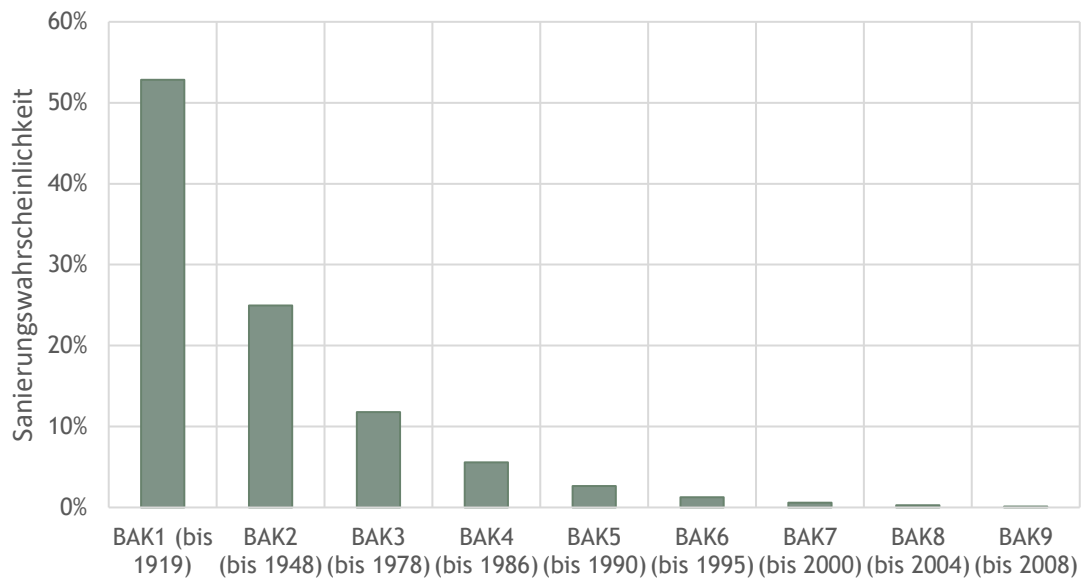


Abbildung 31: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung

Der Wärmebedarf der privaten Haushalte beträgt in Buchhofen im Betrachtungsjahr 2023 11.063 MWh/a. Für die Berechnung des Sanierungspotenzials wird ein Szenario entwickelt, welches auf einer ermittelten Sanierungsrate basiert. Diese gibt an, welcher Prozentsatz der Wohngebäude innerhalb eines Jahres energetisch saniert wird.

Bei einer umsetzbaren, jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % was einer Anzahl von 6 Wohngebäude pro Jahr entspricht, kann eine Wärmeeinsparung von 25,9 % bis 2045 erreicht werden. Bis 2045 können somit 8.199 MWh im Vergleich zum Bilanzjahr eingespart werden (vgl. Abbildung 32).

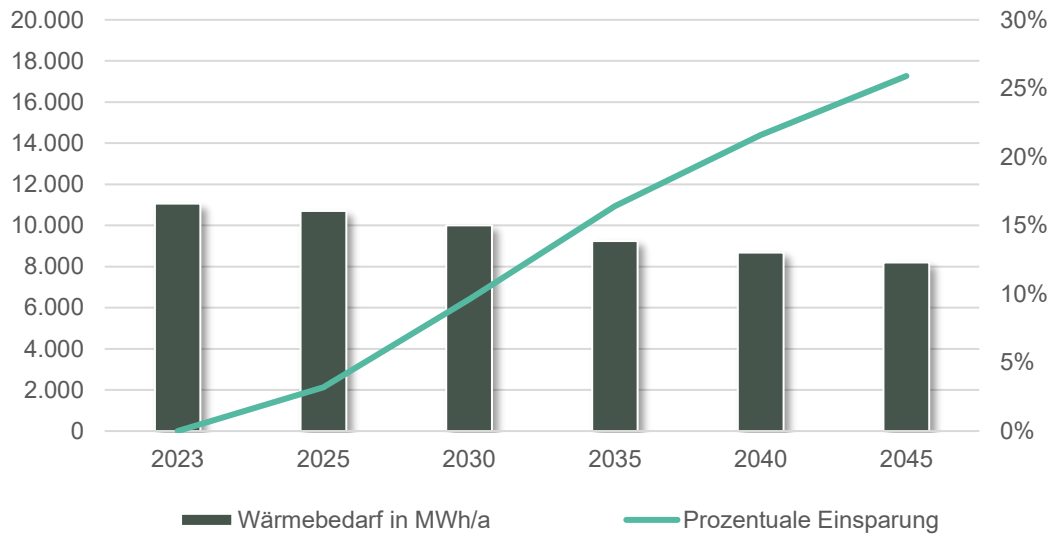


Abbildung 32: Jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

3.5.2 KWK

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 innovativen 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. So kann das Gesamtsystem effizient gestaltet werden.

- **In Buchhofen gibt es keine bestehende KWK-Anlage.**

3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Industrie

Die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, zusätzliche Wärmequellen für die kommunale Wärmeversorgung zu erschließen. In vielen Branchen, zum Beispiel in der chemischen Industrie oder Metallverarbeitung, entsteht bei Prozessen Wärme, die häufig ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird. Durch geeignete Technologien (Wärmetauscher oder -speicher, Wärmepumpen) kann diese Abwärme ausgekoppelt und für die Beheizung von Gebäuden oder die Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden.

- **In Buchhofen gibt es keine industrielle Abwärmequelle.**

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 Gemeindegebiet von Buchhofen kein Kanal einen Nenndurchmesser von mehr als 800 mm aufweist und auch kein mittlerer Trockenwetterabfluss von 15 l/s erreicht wird, ist das Potenzial für Buchhofen nicht relevant.

- **Die Nutzung der Abwärme aus Abwasser ist aufgrund zu geringer Kanalgrößen und mittleren Trockenwetterabflüssen nicht möglich.**

Rechenzentren

Rechenzentren sind spezialisierte Einrichtungen, die große Mengen an Daten speichern, verarbeiten und verwalten. Die Kühlung 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. Dabei ist die angewandte Art der Klimatisierung oder Kühlung zu prüfen, um das Potenzial weiter zu bewerten. Beispielsweise kann über wassergekühlte Systeme Abwärme leichter nutzbar gemacht werden als über luftgeführte Systeme.

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

3.7 Fazit Potenziale

Tabelle 9 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Effizienzsteigerung zusammen und bewertet sie hinsichtlich ihrer Relevanz für Buchhofen. Nachdem die untersuchten Wärmenetzgebiete als dezentrale Versorgungsgebiete eingestuft wurden, 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
Wärmenetze	Ottmaring	Gering	Niedrige Wärmeliniedichte, z.T. lockere Bebauung, keine kostengünstige Abwärme
	Buchhofen	Gering	Niedrige Wärmeliniedichte, z.T. lockere Bebauung, keine kostengünstige Abwärme
Wärme	Tiefe Geothermie	Gering	Nicht zielführend, da geologisch bedingt begrenztes Potenzial vorhanden
	Oberflächennahe Geothermie	Mittel	Als dezentrale Lösung zielführend, Nutzung von Erdwärmesonden aufgrund von Flächenrestriktionen ausgeschlossen
	Luft-Wärmepumpen	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Flusswärme	Gering	Kein geeignetes Gewässer vorhanden
	Solarthermie	Mittel	Als dezentrale Lösung insbesondere für Hybrid-Lösungen, insbesondere für Warmwassererzeugung und Heizungsunterstützung
	Biomasse Wald	Mittel	Kaum Waldflächen im Gemeindegebiet, jedoch überregionale Verfügbarkeit vorhanden
	Biogas	Gering	Keine Biogasanlage im Gemeindegebiet vorhanden
	Wasserstoff	Gering	Kein vorhandenes Gasnetz
Strom	Biomasse - Energiepflanze	Gering	Keine Biogasanlage vorhanden, Nutzung steht in Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung
	Aufdach - Photovoltaik	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Freiflächen - Photovoltaik	Mittel	Potenziell geeignete Flächen vorhanden, bereits sehr hoher Ausbaustand
	Wind	Gering	Keine Vorranggebiete vorhanden, zu geringe Windgeschwindigkeiten
Effizienz	Sanierung	Hoch	Realistisches Energieeinsparpotenzial bis 2045 von 26 %
	KWK	Gering	Keine Anlagen vorhanden
Abwärme	Industrie	Gering	Kein Abwärmepotenzial vorhanden
	Abwasser	Gering	Keine ausreichend großen Kanaldurchmesser
	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). Die Gemeinde hat über die gesetzlichen Anforderungen hinaus keine eigenen Ziele definiert. Das folgende Kapitel gliedert sich in zwei Teile: Die Einteilung des Gemeindegebiets 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/m²·a, 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 eine weiterführende Analyse und Validierung erforderlich.

4.1.1 Gebietseinteilung über die Stützjahre

Für das gesamte Gemeindegebiet Buchhofen 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 33 dargestellt ist, wird das gesamte Gemeindegebiet aufgrund seiner strukturellen Merkmale, darunter eine geringe Bebauungs- und Wärmebelegungsichte sowie das Fehlen potenzieller Ankerkunden als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet eingestuft. Auch für künftige Neubaugebiete wird aufgrund des niedrigen Wärmebedarfs eine dezentrale Versorgung als voraussichtlich geeignet bewertet. Diese Einschätzung gilt ebenfalls für die vertieft untersuchten Wärme- und Fokusgebiete (siehe Kapitel 3.1 und 5.1).

Eine detaillierte Darstellung der Entwicklung und Eignung der Versorgungsarten in den einzelnen Gebieten folgt im weiteren Verlauf dieses Kapitels.

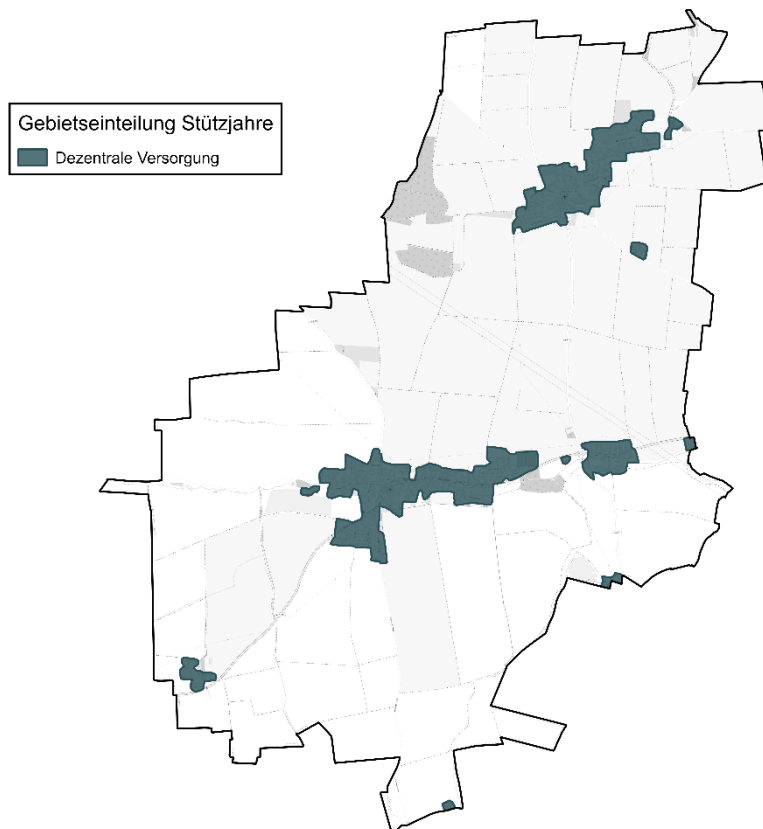


Abbildung 33: Gebietseinteilung in Wärmeversorgungsgebiete in Buchhofen über die Stützjahre, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

4.1.2 Gebietseinteilung im Zieljahr

Abbildung 34 zeigt 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 geringer bis hoher Eignung. 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

Auch im Jahr 2045 ist davon auszugehen, dass die Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung in allen Gebieten des Gemeindegebiets hoch bleibt. Durch energetische Sanierungen sowie den zunehmenden Ausbau von Wärmepumpen sinken der Wärmebedarf und die Anschlussbereitschaft weiter. Dadurch werden zentrale Versorgungslösungen auch künftig wirtschaftlich wenig attraktiv sein.

Vor diesem Hintergrund sind nahezu alle betrachteten Gebiete *sehr wahrscheinlich* für eine dezentrale Versorgung *geeignet*. Eine Ausnahme bildet das Fokusgebiet Ottmaring, das aufgrund im Vergleich günstigerer Indikatoren für eine netzgebundene Lösung nur als *wahrscheinlich geeignet* für eine dezentrale Versorgung bewertet wird.

Wärmenetzgebiete

Wärmenetze kommen bevorzugt in Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte, kurzen Leitungswegen und Anschlussnehmern mit hohen Wärmeabnahmemengen, sogenannten Ankerkunden, zum Einsatz. Das untersuchte Fokusgebiet Ottmaring, das einen Teilbereich des Ortsteils Ottmaring umfasst, ist aufgrund niedriger Wärmeliniendichte oder fehlender Anschlussbereitschaft nur eingeschränkt relevant und hier als *wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft.

Trotz dieser Einschränkungen stellt Ottmaring innerhalb der Gemeinde das Gebiet mit den günstigsten Rahmenbedingungen dar. In den übrigen Ortsteilen sind die strukturellen Voraussetzungen deutlich ungünstiger. Daher werden die Gebiete als *sehr wahrscheinlich ungeeignet* eingestuft.

Wasserstoffnetzgebiete

In keinem der betrachteten Stützjahre sowie im Zielbild spielt Wasserstoff eine nennenswerte Rolle für die kommunale Wärmeversorgung in Buchhofen. Weder wirtschaftliche noch infrastrukturelle Voraussetzungen ermöglichen derzeit eine praktikable Nutzung. Zudem ist die zukünftige Entwicklung der Wasserstofftechnologie im Wärmesektor weiterhin mit großen Unsicherheiten behaftet. Auch wenn Wasserstoff vereinzelt als mögliche Lösung für die Wärmeversorgung diskutiert wird, erscheint dies unter den örtlichen Gegebenheiten in Buchhofen wenig realistisch. Darüber hinaus wäre eine solche Erzeugung aus heutiger Sicht wirtschaftlich nicht darstellbar und wird auch langfristig als wenig tragfähige Option eingeschätzt.

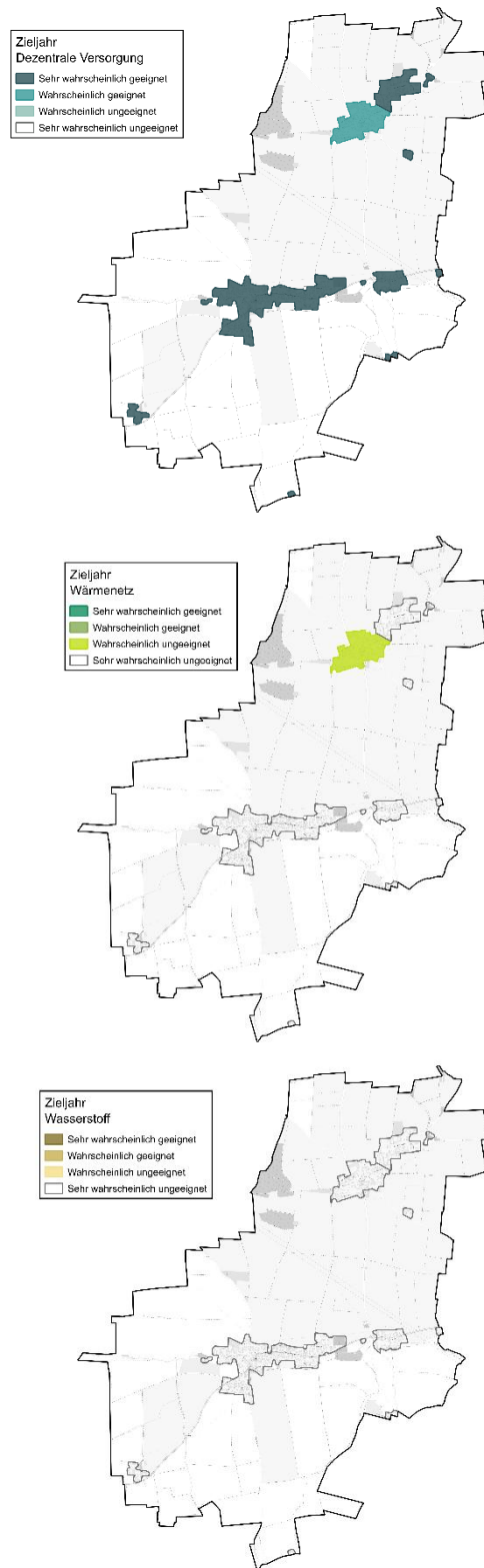


Abbildung 34: Eignung für jeweilige Versorgungsoption im Zieljahr 2045 in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

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 35) [19]. 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.

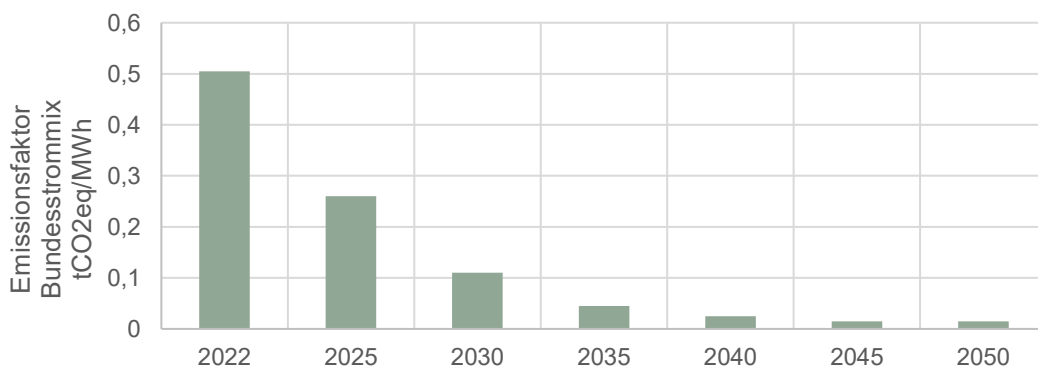


Abbildung 35: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13]

4.2.1 Wärmebedarf

Basierend auf der Energie- und Treibhausgasbilanz wird die zukünftige Wärme- und Stromversorgung in Buchhofen modelliert. Dabei werden Effizienzmaßnahmen umgesetzt, fossile Energieträger durch erneuerbare ersetzt und der Ausbau von Wärmepumpen berücksichtigt, was zu einem erhöhten Strombedarf führt.

Die Analyse zeigt, dass der Wärmebedarf über alle Sektoren von 12.030 MWh/a im Jahr 2023 auf 8.775 MWh/a im Jahr 2045 sinken wird. Diese Prognose berücksichtigt das Sanierungspotenzial im Sektor *Private Haushalte* (siehe Kapitel 3.5.1). Zusätzliche Maßnahmen, die zu einer Reduktion des Wärmebedarfs führen, sind im Kapitel 5.2 aufgeführt.

Neben der Reduktion des Wärmebedarfs werden fossile Energieträger durch erneuerbare ersetzt. Wichtige Faktoren sind dabei der Ausbau von Wärmepumpen, Biomasse und Solarthermie. Abbildung 36 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren *Private Haushalte* (PHH), *Gewerbe, Handel und Dienstleistung* (GHD), *Industrie* (IND) sowie *kommunale Einrichtungen* (KOMM). Deutlich zu erkennen ist dabei auch die Einsparung im Endenergiebedarf durch Sanierungen auf Seiten der *Privaten Haushalte*.

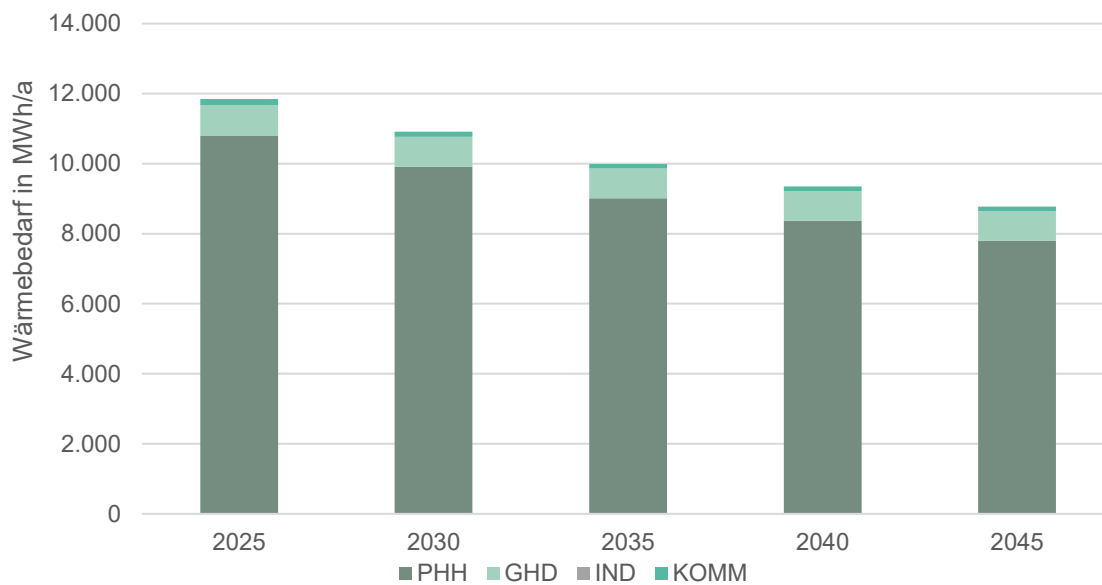


Abbildung 36: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Abbildung 37 veranschaulicht die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs und des Energieträgermixes bis 2045. Fossile Energieträger wie Erdöl und Flüssiggas werden sukzessiv ersetzt, sodass ihr Anteil kontinuierlich sinkt. Gleichzeitig steigt der Anteil erneuerbarer Energieträger, sodass am Ende vor allem Wärmepumpen, Biomasse und Solarthermie dominieren.

Tabelle 10 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs und des Anteils an erneuerbaren Energien über die Stützjahre.

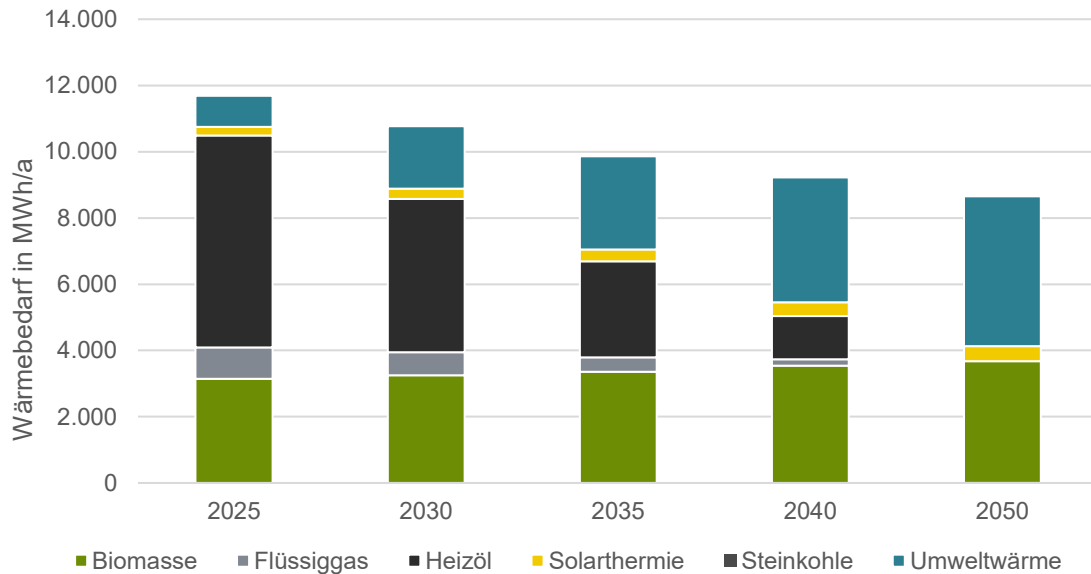


Abbildung 37: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 10: Entwicklung des Wärmebedarfs und Anteil erneuerbarer Energien über die Stützjahre, eigene Darstellung

	2023	2025	2030	2035	2040	2045
Endenergiebedarf in MWh/a	12.030	11.848	10.909	9.994	9.348	8.775
Anteil erneuerbarer Energien in %	35	38	51	67	84	100

4.2.2 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern zeigt Abbildung 48 die Veränderungen der Treibhausgasemissionen. Die Analyse berücksichtigt die jeweiligen Emissionsfaktoren der Energieträger sowie deren prognostizierte Entwicklung gemäß dem Technikkatalog [19].

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 2045 stammen überwiegend aus der Nutzung von Biomasse (siehe Abbildung 38). Tabelle 11 zeigt die Treibhausgasemissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf im jeweiligen Stützjahr.

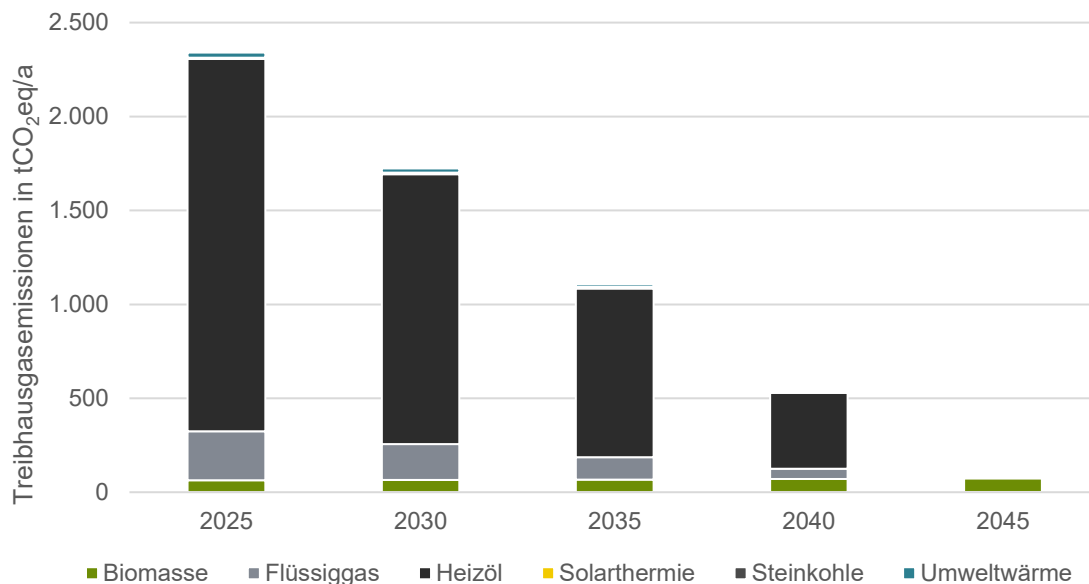


Abbildung 38: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

Tabelle 11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen über die Stützjahre 2025, 2030, 2035, 2040, 2045

	2023	2025	2030	2035	2040	2045
Treibhausgasemissionen in tCO ₂ eq/a	2.596	2.382	1.740	1.113	552	93

4.2.3 Leitungsgebundene Versorgung

Wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert, ist im Gemeindegebiet derzeit kein Bau eines Wärmenetzes geplant. Aufgrund der dezentralen Siedlungs- und Versorgungsstruktur wird auch in der Szenarienbetrachtung weiterhin von einer überwiegend dezentralen Wärmeversorgung ausgegangen. Entsprechend wird bis zum Jahr 2045 kein Ausbau von Wärmenetzen angenommen.

Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung ist diese Annahme jedoch regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls an veränderte technische, wirtschaftliche oder regulatorische Rahmenbedingungen anzupassen.

5 Umsetzungsstrategie

Der folgende Abschnitt beschreibt die Strategie zur Umsetzung einer nachhaltigen Wärmeversorgung für Buchhofen. 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 der Gemeinde Buchhofen 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 39 sind die Fokusgebiete Mandndorf und Ottmaring dargestellt. Diese Gebiete wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsanalyse, wie Baualtersklassen, Wärmebedarf und Energieträger sowie der durch die Potenzialanalyse festgelegte Möglichkeiten ausgewählt. Daneben spielt die hohe Priorität und Aktualität dieser Gebiete in der Gemeindeentwicklung und Wärmewende der Gemeinde Buchhofen eine große Rolle. Im Folgenden werden die Fokusgebiete im Detail beschrieben, um diese Maßnahmen zu konkretisieren und eine Verwertbarkeit der Ergebnisse für die kommunalen Wärmeplanung in Buchhofen sicherzustellen.

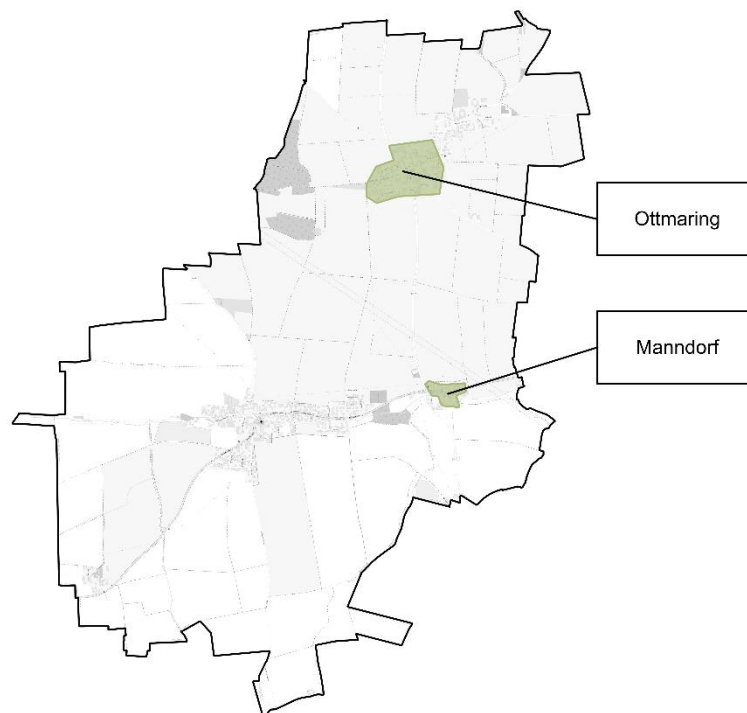


Abbildung 39: Übersicht der Fokusgebiete in Buchhofen, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

5.1.1 Fokusgebiet 1: Manddorf

Das Fokusgebiet Manddorf liegt im Osten von Buchhofen und umfasst den gesamten Siedlungsbereich. Die Gebäudestruktur besteht aus 24 Gebäuden, von denen rund 85 % auf Ein- und Mehrfamilienhäuser entfallen. Die übrigen 15 % sind Nichtwohngebäude, die dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zuzuordnen sind (siehe Abbildung 40).

Die Bausubstanz ist überwiegend der Baualtersklasse 1949–1978 zuzurechnen, wobei der gesamte Bestand vor 1987 errichtet wurde (siehe Abbildung 41). Aus dieser Struktur resultiert ein jährlicher Gesamtwärmebedarf von 787 MWh bei einem durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf von 123 kWh/m²·a pro Bruttogeschossfläche.

Ein Gas- oder Wärmenetz gibt es nicht. Stattdessen wird das Gebiet über dezentrale Lösungen versorgt. Abbildung 42 zeigt dabei auf Baublockebene, dass im nördlichen Teil Heizöl überwiegt, während südlich der Bundesstraße feste Biomasse (in Form von Einzelraum- und Zentralfeuerstätten) überwiegt.

Das Alter dieser Heizsysteme ist fortgeschritten, mit einem Median von über 20 Jahren. Von einem zeitnah anstehenden Heizungstausch ist an einigen Stellen auszugehen.

Der Anteil von Wärmepumpen kann nur indirekt über die Stromverbrauchsdaten des Netzbetreibers geschätzt werden, da sie über das *Landesamt für Statistik* nicht separat erfasst werden. Eine genaue Verortung im Fokusgebiet ist daher nicht möglich. Für die Gesamtgemeinde liegt ihr Beitrag zur Wärmeversorgung bei 6,3% (vgl. Kapitel 2.3.3).

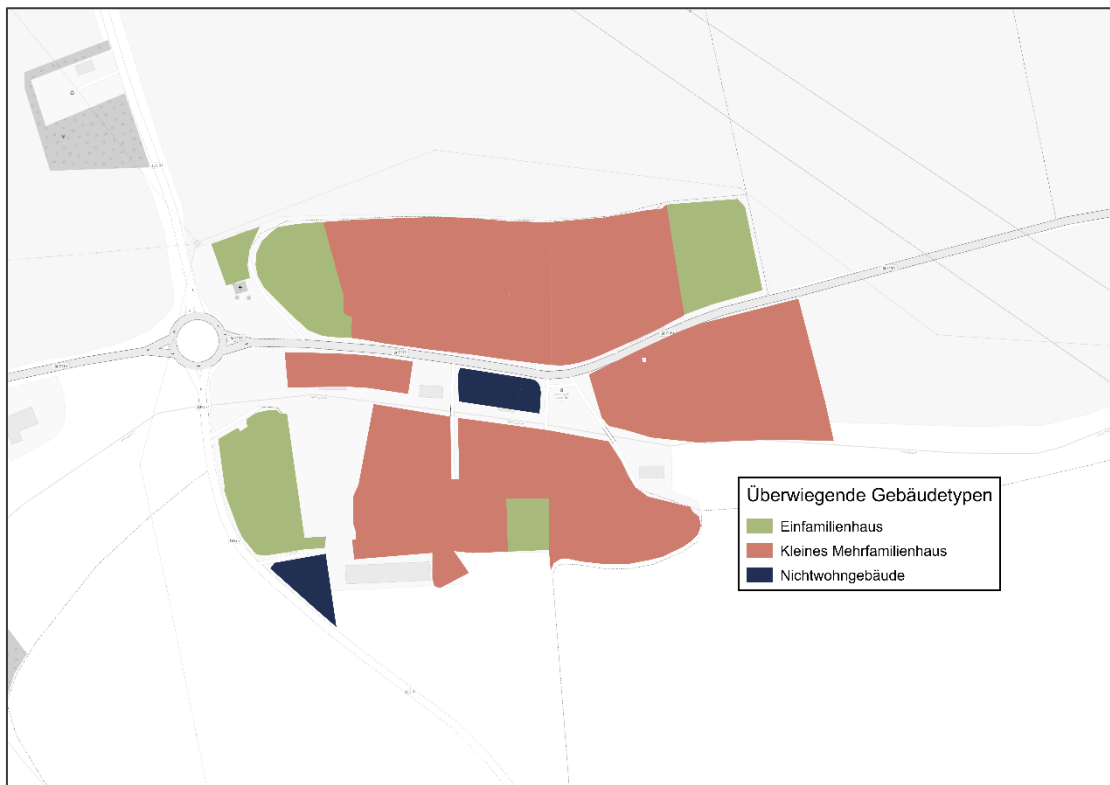


Abbildung 40: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Manddorf auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

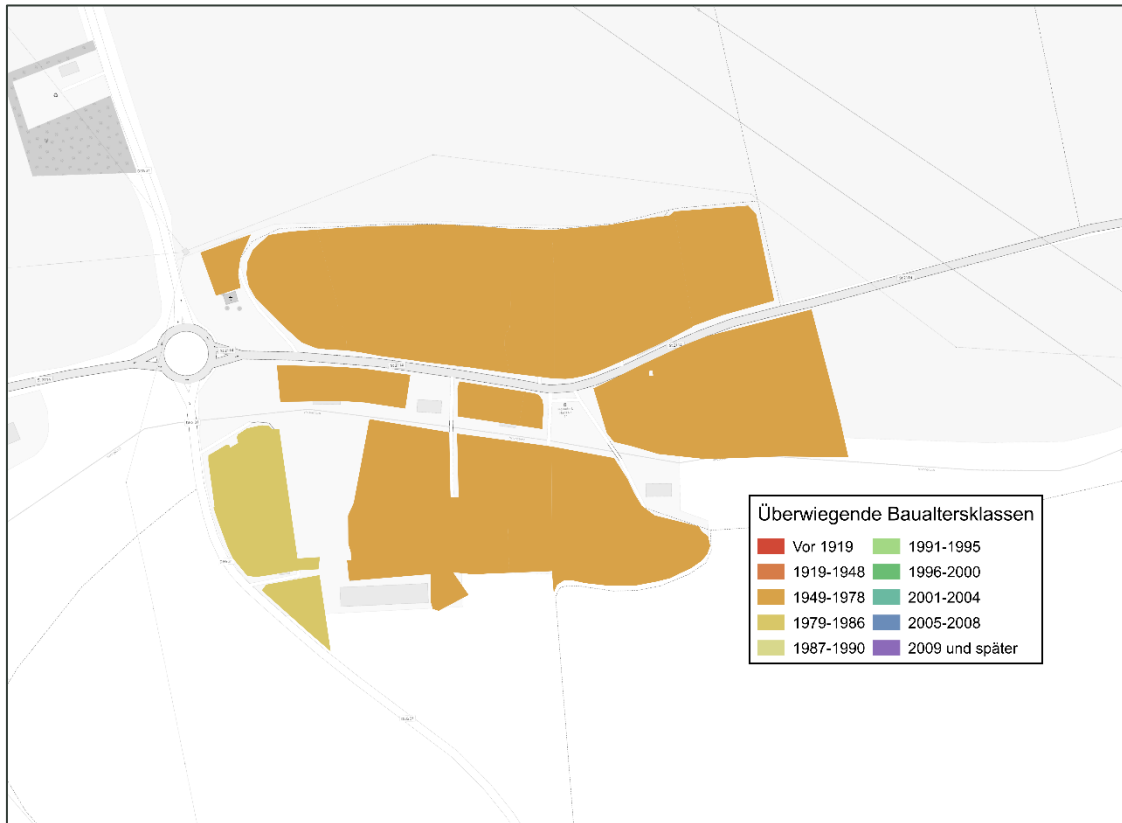


Abbildung 41: Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Mannsdorf auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]



Abbildung 42: Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock gewichtet nach Leistungsklasse im Fokusgebiet Mannsdorf, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

Möglicher Wärmenetzneubau

Eine Analyse der Eignung für ein Wärmenetz zeigt, dass bei einer potenziellen Trassenlänge von 870 Metern eine Wärmelinienichte von 908 kWh/m·a erreicht würde. Dieser Wert liegt selbst bei einer zugrunde gelegten Anschlussquote von 100 % unter dem für einen wirtschaftlichen Betrieb erforderlichen Schwellenwert 1.000 kWh/m·a (gilt für 60 % Anschlussquote)

Zudem wurde gezeigt, dass bereits Teile des Fokusgebiets mit erneuerbaren Energien in Form von Biomasse versorgt werden, eine Umstellung auf ein Wärmenetz ist an dieser Stelle als unwahrscheinlich einzustufen.

Eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz wird daher als nicht wirtschaftlich eingestuft. Für die zukünftige Wärmeversorgung in Mandndorf liegt der Fokus folglich auf dezentralen Lösungen. Das Potenzial verschiedener dezentraler Optionen wird in dem Kapitel 3.4 behandelt.

Kennzahlen:

- **Angeschlossene Gebäude:** 24
- **Trassenlänge:** 870 m
- **Wärmebedarf:** 790 MWh/a (100 % Anschlussquote)
474 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- **Wärmelinienichte:** 908 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
545 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

➔ Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet



Abbildung 43: Detailbetrachtung Fokusgebiet Mandndorf, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung nach [20], Hintergrundkarte [4]

5.1.2 Fokusgebiet 2: Ottmaring

Der Ortsteil Ottmaring, im Norden der Gemeinde Buchhofen gelegen, stellt ein weiteres Fokusgebiet dar. Während der gesamte Ortsteil in Kapitel 3.1.1 untersucht wird, konzentriert sich die Detailanalyse auf den älteren Teil, insbesondere im Bereich um die Grundschule. Die Siedlungsstruktur ist ländlich geprägt und umfasst 32 Gebäude.

Der Gebäudebestand besteht zu 55 % aus Einfamilienhäusern, ergänzt durch 24 % Reihen- und Mehrfamilienhäuser. Rund 21 % der Gebäude sind Nichtwohngebäude, zu denen neben kleineren und mittelständischen Unternehmen auch kommunale Einrichtungen wie die Grundschule zählen (siehe Abbildung 44).

Hinsichtlich der Baualtersklassen dominieren Gebäude aus dem Zeitraum 1949 bis 1978, gefolgt von Bauten, die vor 1919 errichtet wurden. 36 % der Gebäude wurden nach 2009 errichtet und befinden sich im Neubaugebiet im westlichen Teil des Ortsteils. 32 % der Gebäude stammen aus der Zeit vor 1919, der Rest wurde zwischen 1919 und 1990 gebaut (siehe Abbildung 46). Aufgrund der Baualtersstruktur beträgt der Wärmebedarf in dem Gebiet 2.939 MWh im Jahr.

Die Wärmeversorgung im Fokusgebiet basiert überwiegend auf Heizöl und fester Biomasse. Aufgrund statistischer Geheimhaltung können für einzelne Baublöcke keine detaillierten Angaben zu den verwendeten Energieträgern gemacht werden. Abbildung 46 zeigt die räumliche Verteilung der Energieträger. Besonders im Neubaugebiet überwiegen regenerative Energieträger in Form von fester Biomasse. Wärmepumpen können räumlich nicht exakt zugeordnet werden, ihr Anteil dürfte jedoch vergleichsweise hoch sein, da in Neubaugebieten der gesetzlich vorgeschriebene Anteil von 65 % erneuerbarer Energien bereits erfüllt sein muss.

Die fossilen Heizungen mit Heizöl sind im Median zwischen 23 und 30 Jahren alt. Angesichts dieses Alters ist in naher Zukunft mit einem notwendigen Austausch der Anlagen zu rechnen.

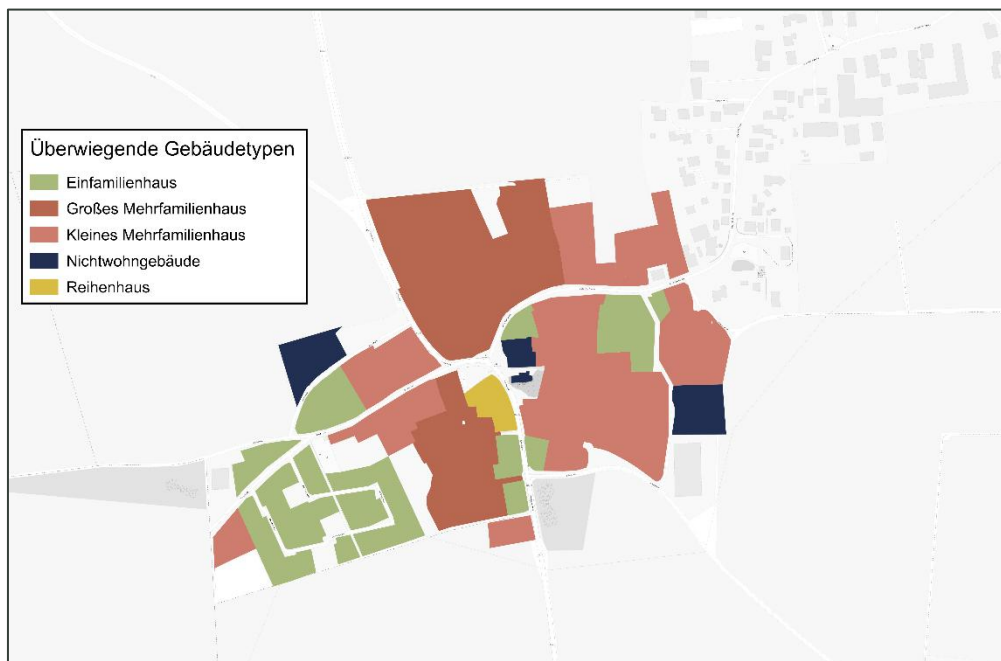


Abbildung 44: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen im Fokusgebiet Ottmaring auf Baublöckebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

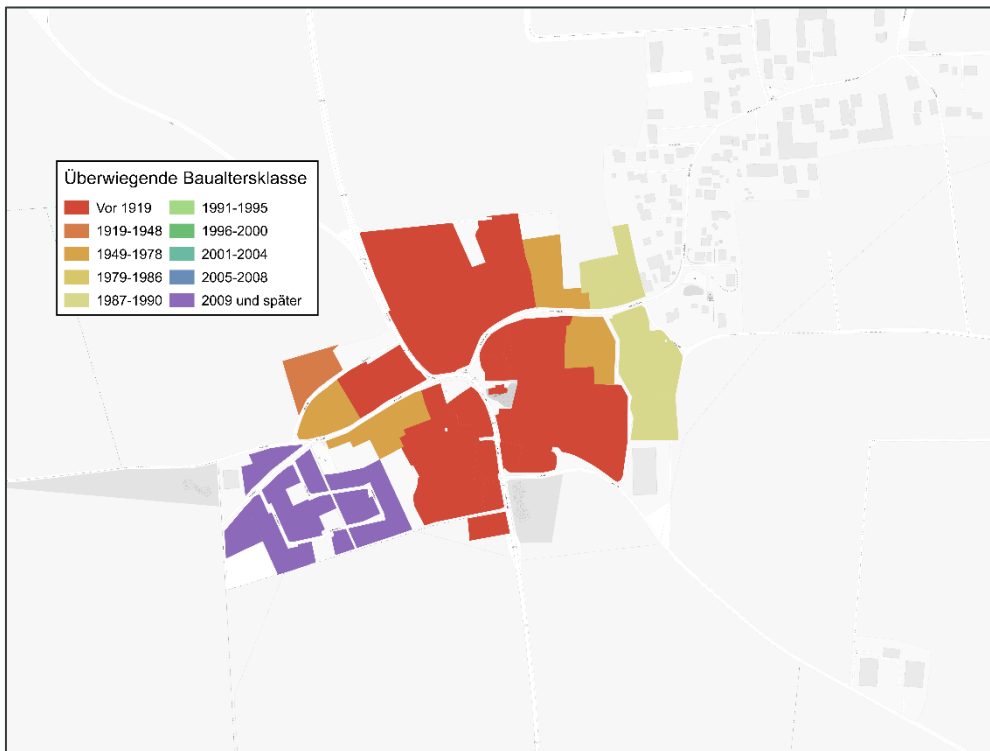


Abbildung 45 Überwiegende Baualtersklassen im Fokusgebiet Ottmaring auf Baublockebene, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]



Abbildung 46: Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock gewichtet nach Leistungsklasse im Fokusgebiet Ottmaring eigene Darstellung nach [20], Hintergrundkarte [4]

Möglicher Wärmenetzneubau

Ottmaring als größeres Wärmenetz wurde bereits in einem früheren Kapitel untersucht. Die Indikatoren zeigten jedoch, dass eine Umsetzung als Wärmenetz wirtschaftlich nicht tragfähig ist.

In einem kleineren Umgriff wird nun der ältere Teil des Gebiets betrachtet. Das Neubaugebiet wird nicht berücksichtigt, da die Gebäude und Heizungen dort noch sehr jung sind und der Anteil erneuerbarer Energien relativ hoch ist.

Das Untersuchungsgebiet wird damit weiter eingegrenzt. Der gesamte Wärmebedarf beträgt 1.879 MWh/a, die Trassenlänge liegt bei 1,5 km. Daraus ergibt sich eine Wärmelinien-dichte von 1.250 kWh/m·a. Bei einer Anschlussquote von 60 % entspricht dies einer Wärmelinien-dichte von 750 kWh/m a, während der wirtschaftliche Schwellenwert bei 1.000 kWh/m a liegt.

Die 60 % sind als pauschale Annahme zu verstehen. Wird beispielsweise die Grundschule als Ankerkunde an das Netz angeschlossen, kann dies die Wirtschaftlichkeit positiv beeinflussen. Da jedoch keine weiteren Indikatoren wie das Vorhandensein von Infrastruktur oder eine günstige Abwärmequelle für eine Umsetzung sprechen, überwiegt die zu niedrige Wärmelinien-dichte.

Aus diesem Grund wird auch dieses Gebiet als dezentrales Gebiet eingestuft, obwohl es unter allen betrachteten Gebieten die besten Voraussetzungen bietet. Hier sind vor allem dezentrale Optionen zu bevorzugen, wobei kleinteiligere nachbarschaftliche Lösungen wie Gebäudenetze oder genossenschaftlich betriebene Netze dennoch wirtschaftlich umsetzbar sein können.

Kennzahlen:

- **Angeschlossene Gebäude:** 49
- **Trassenlänge:** 1,5 km
- **Wärmebedarf:** 1.879 MWh/a (100 % Anschlussquote)
1.127 MWh/a (60 % Anschlussquote)
- **Wärmelinien-dichte:** 1.250 kWh/m·a (100 % Anschlussquote)
750 kWh/m·a (60 % Anschlussquote)

➔ **Einteilung als dezentrales Versorgungsgebiet**

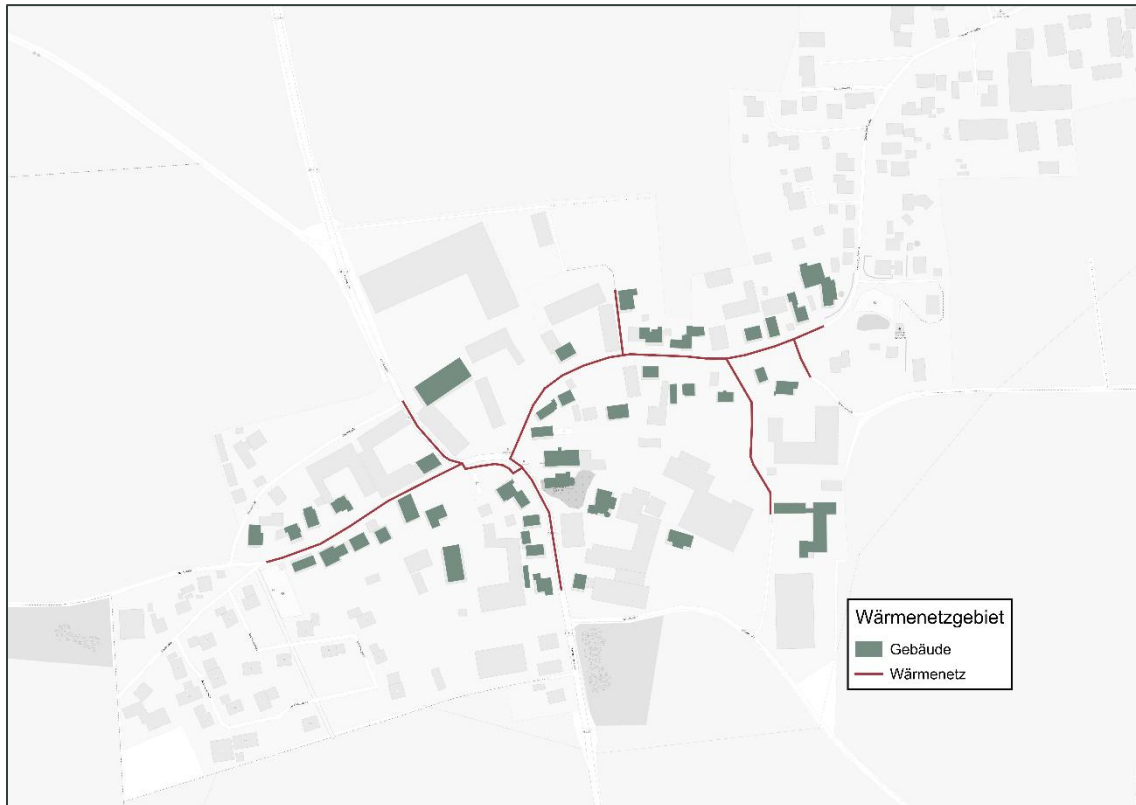


Abbildung 47: Detailbetrachtung Fokusgebiet Ottmaring, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung, Hintergrundkarte [4]

5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Gemeindegebiet

Auf Grundlage der analysierten und identifizierten Potenziale sowie der definierten Fokusgebiete wurden gemeinsam mit der Gemeinde konkrete Maßnahmen entwickelt. Diese Maßnahmen sind detailliert in Maßnahmensteckbriefen dokumentiert, die im Anhang einsehbar sind.

Die Maßnahmen wurden den Handlungsfeldern *Verbrauchen & Vorbild*, *Regulieren* sowie *Motivieren & Beraten* zugeordnet. Diese Gliederung spiegelt den Grad der direkten Einflussnahme der Kommune wider, der von Maßnahmen im eigenen Wirkungsbereich (*Verbrauchen & Vorbild*) bis zur Informationsvermittlung (*Motivieren & Beraten*) reicht.

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 der Gemeinde. So wurde sichergestellt, dass die Maßnahmen praxisnah, zielgruppengerecht und nachhaltig wirksam gestaltet sind. In Tabelle 12 sind die Einflüsse der einzelnen Sektoren auf den Wärmesektor dargestellt.

Tabelle 12: Maßnahmenliste inklusive Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung

Handlungsfeld	Maß.-Nr.	Beschreibung	Maßnahmen-typ	Effekt im jeweiligen Sektor	Umsetzungszeitraum
	-	Sanierungspotenzial	Minderung	26%	2023 – 2045
Verbrauchen & Vorbild	VV2	Einführen eines Energiemanagementsystems in kommunalen Liegenschaften	Minderung	20%	2027 – 2031
	VV3	Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften	Minderung	15%	2026 – 2038
	VV15	Solarstrategie für kommunale Liegenschaften	Keinen Einfluss		2026 – 2038
Regulieren	R3	Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Regionalplanung	Keinen Einfluss		laufend
	R5	Controlling Konzept	Keinen Einfluss		laufend
Motivieren & Beraten	MB16	Öffentlichkeitsarbeit: Laufendes Informationsangebot für Bürger und Unternehmen	Minderung	2%	2026 - 2041
	MB17	Information über dezentrale Versorgungsmöglichkeiten	Minderung	5%	2026 - 2036

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.

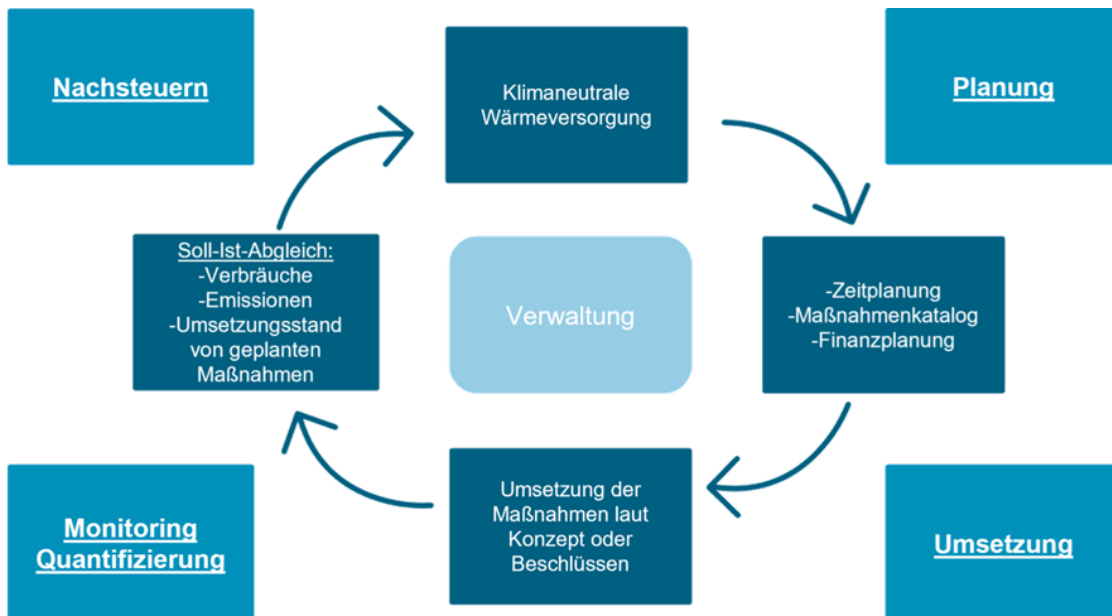


Abbildung 48: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung

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 2023 für die Gemeinde Buchhofen 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 zu berücksichtigen. Die geplanten Ziele und spezifischen Maßnahmen für die Gemeinde Buchhofen 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 Gemeindeverwaltung 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.

Die nachfolgende Tabelle 13 zeigt eine mögliche Übersicht, wie das Maßnahmenmonitoring und -controlling in der Verwaltung niedrigschwellig umgesetzt werden kann. Dabei wird in den ersten Spalten das Ziel der Maßnahme und der Indikator zur Bewertung festgelegt. Während des Maßnahmenmonitorings werden dann in den weiteren Spalten der Ist-Wert mit dem Soll-Wert verglichen, Ursachen analysiert und Korrekturmaßnahmen sowie nächste Schritte definiert.

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 Gemeindeverwaltung 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

Die Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung bildet einen zentralen Baustein der Kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Buchhofen. Sie schafft Transparenz, fördert Akzeptanz und sorgt dafür, dass fachliche Expertise, lokale Erfahrungen und wirtschaftliche Interessen systematisch in den Planungsprozess einfließen. Durch die strukturierte Einbindung relevanter Institutionen, Unternehmen, Sachverständiger und politischer Entscheidungsträger konnte eine breite Wissensbasis aufgebaut werden, die die Erarbeitung einer lokal tragfähigen und langfristig umsetzbaren Wärmeversorgungsstrategie ermöglicht. Gleichzeitig dient die Beteiligung als Grundlage, um die Bevölkerung frühzeitig über Ziele, Potenziale und Herausforderungen zu informieren und die spätere Umsetzung zu erleichtern.

Chronologischer Ablauf des Beteiligungsprozesses

Der Beteiligungsprozess erstreckte sich über das Jahr 2025 und den Jahresbeginn 2026 und wurde durch verschiedene dialogorientierte Formate strukturiert. Die Auftaktveranstaltung zur Kommunalen Wärmeplanung fand bereits im Juli 2025 im Rathaus Moos statt.

Über die ganze Laufzeit fanden Abstimmungen mit Verwaltung, politischen Gremien und Fachakteuren statt. Diese dienten vor allem der Vorbereitung der Bestandsanalyse und Potenzialbewertung.

Am 27.01.2026 fand im Rathaus Moos zusammen mit der VG Moos das Akteurstreffen statt, zu dem zentrale Großabnehmer, Energieversorger, Wärmenetzbetreiber eingeladen wurden. Vertreter und Bürgermeister der Gemeinde diskutierten mit dem Projektteam über Potenziale und Anforderungen einer zukünftigen Wärmeversorgung. Schwerpunkte waren dabei die Identifikation möglicher technischer Optionen zur Wärmeerzeugung sowie die Bewertung bestehender und zukünftiger erneuerbarer Energiequellen. Zudem wurden erste Überlegungen zur räumlichen Gebietseinteilung gemäß den Vorgaben der Kommunalen Wärmeplanung vorgestellt und diskutiert.

Bei der öffentlichen Gemeinderatssitzung am 05.03.2026 wurden dem Gemeinderat ausführlich die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt. Zusätzlich fand am 11.03.2026 in der KULTUR Wirtschaft in Ottamring eine Bürgerinformationsveranstaltung statt. Dort wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung, die erarbeiteten Szenarien sowie die finale Gebietseinteilung präsentiert. Zusätzlich informierte der Bezirkskaminkehrermeister und Energieberater Josef Fritsch über moderne Heizungstechnologien, sinnvolle Sanierungsmaßnahmen und aktuelle Fördermöglichkeiten. Dadurch wurde ein direkter Praxisbezug für private Haushalte geschaffen. Die Bürgerinnen und Bürger hatten dadurch Gelegenheit, Fragen zu stellen und sich vollumfänglich zu informieren.

Beteiligte Akteure und ihre Rollen

Der Beteiligungsprozess umfasste eine breite Gruppe relevanter institutioneller, wirtschaftlicher und technischer Akteure:

Die Verwaltung der VG Moos nahm eine koordinierende Rolle ein. Sie verantwortet die strategische Ausrichtung der Wärmeplanung, die Abstimmung mit dem Projektteam sowie die Umsetzung kommunaler Aufgaben im Bereich Öffentlichkeitsarbeit und politischer Entscheidungsfindung.

Beteiligungsformate im Überblick

Zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Dialogs kamen unterschiedliche Formate zum Einsatz: Zentrale Elemente waren die Akteurstreffen, die als breite Austauschplattform dienten und in denen technische, wirtschaftliche und politische Fragen gemeinsam diskutiert wurden. Sie ermöglichten eine frühzeitige Erfassung von Interessenlagen, potenziellen Konflikten und Synergiepotenzialen. Ergänzend fanden Jour Fixe-Termine und Fachabstimmungen zwischen Verwaltung und Projektteam statt. Diese Treffen dienten der laufenden Fortschreibung des Arbeitsstandes und der vertieften Bearbeitung technischer Fragestellungen. Die Sitzungen politischer Gremien begleiteten den Planungsprozess. Die Bürgerinformationsveranstaltung am 12. März 2026 stellte schließlich den Abschluss und war ein wesentlicher Bestandteil der Informationskampagne und Öffentlichkeitsbeteiligung dar.

Transparenz und Öffentlichkeitsarbeit

Um eine hohe Transparenz während des gesamten Planungsprozesses sicherzustellen, wurden alle wesentlichen Informationen bereitgestellt und öffentlich kommuniziert. Die Gemeinde informierte regelmäßig (Presseartikel und Homepage) die Projektfortschritte und anstehende Termine. Darüber hinaus wurden wesentliche Projektergebnisse sowie zentral relevante Karten, Zeitpläne und inhaltliche Einschätzungen dokumentiert und fortlaufend aktualisiert

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 Gemeinde-Infobriefe) auch soziale Medien, wie *Facebook*, *LinkedIn* oder *Instagram* zu nutzen. Zusätzlich wird der Reiter auf der Gemeindeeigenen Website zur Wärmeplanung weiter ausgebaut und laufend aktualisiert. Für die Belange der Wärmeplanung wird das Funktionspostfach genutzt. 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 in den zweimal jährlich erscheinenden Gemeinde-Infobriefen, 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
Gemeinde-Infobriefe	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

Die Gemeindeeigene Website sollte als zentrale Informationsplattform dienen. Alle relevanten Inhalte – von Plänen über Termine bis hin zu häufig gestellten Fragen – müssen stets aktuell und leicht zugänglich sein. Zudem können hier Online-Umfragen und Konsultationen bereitgestellt werden, um Meinungen von Bürgern für eine fortwährende Beteiligung einzuholen.

Die Gemeinde-Infobriefe können Zwischenschritte und Meilensteine darstellen. Durch den halbjährlichen Turnus bietet diese Plattform eine gute Option zum regelmäßigen Informieren, die auch die mittel- bis langfristigen Maßnahmen der Wärmeplanung gut abdecken kann. Mit der Platzierung der Artikel an einer einheitlichen Stelle mit einheitlichem Design entsteht ein hoher Wiedererkennungswert. Die Möglichkeit zur Ansprache aller Gemeindeglieder sollte unbedingt genutzt werden.

Soziale Medien spielen indes auch eine zentrale Rolle, da eine flexible und interaktive Ansprache ermöglicht wird. Plattformen wie *Facebook*, *LinkedIn* und *Instagram* bieten die Möglichkeit, Ankündigungen, Kurzvideos zu einzelnen Schritten der Planung oder Umfragen unkompliziert zu verbreiten und in den Dialog mit der Bevölkerung zu treten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das aktive Zuhören. Die Anliegen der Öffentlichkeit sollten ernst genommen werden und die Gemeindeverwaltung sollte Möglichkeiten für Kommentare und einen Dialog schaffen – sei es per E-Mail, über ein Kontaktformular auf der gemeindeeigenen Website oder durch die Informationsveranstaltungen. Auf diese Weise kann die Gemeindeverwaltung 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 Gemeinde als praktische Hilfestellung.

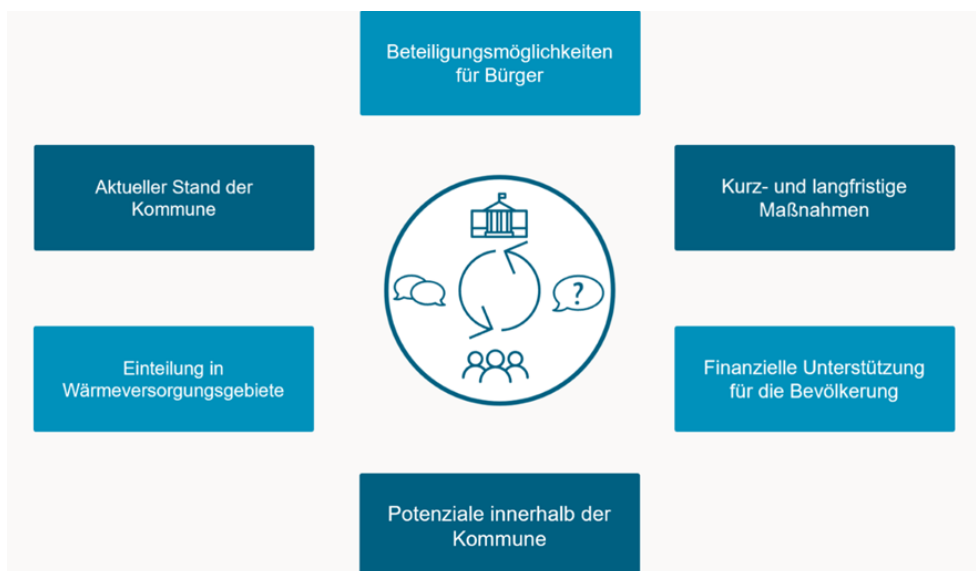


Abbildung 49: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung

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 in Zusammenarbeit mit *Bayernwerk Netz* und *INEV* erstellt. Da die Wärmeplanung als strategisches Planungsinstrument ähnlich wie der Flächennutzungs- oder Bebauungsplan fungiert, wird empfohlen, die Fortführung ebenfalls in diesem Fachbereich zu belassen. 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 Konnexitätszahlungen in Aussicht. Diese Ausgleichszahlungen gelten auch rückwirkend für bereits abgeschlossene Wärmeplanungen und sollen die Mehrbelastung der Kommunen vollständig kompensieren.

Es wird empfohlen, im entsprechenden Fachbereich eine Teilzeitstelle für die Wärmeplanung 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 der Gemeinde Buchhofen bildet eine strategische Grundlage für die langfristige Transformation der Wärmeversorgung hin zur Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045. Der vorliegende Bericht liefert eine detaillierte Bestandsaufnahme, analysiert die energetische Ausgangssituation und zeigt Potenziale für erneuerbare Energien sowie Effizienzmaßnahmen im Gemeindegebiet auf. Dabei wurden unterschiedliche Siedlungsstrukturen, bestehende Energieinfrastrukturen und sektorale Anforderungen berücksichtigt. Auf dieser Basis wurde das Gemeindegebiet in verschiedene Versorgungsgebiete unterteilt und ein Zielszenario wie auch eine konkrete Umsetzungsstrategie entwickelt.

Die Analyse der Ausgangslage verdeutlicht den bestehenden Handlungsbedarf. Im Bilanzjahr 2023 betrug der Wärmebedarf in Buchhofen 12.030 MWh, wovon lediglich 34,8 % durch erneuerbare Energieträger gedeckt wurden. Der größte Anteil des Wärmeverbrauchs entfällt auf den Sektor der privaten Haushalte. Insgesamt ist der Wärmesektor maßgeblich für den Ausstoß von Treibhausgasemissionen verantwortlich, der im Jahr 2023 insgesamt 2.596 tCO₂eq/a betrug.

Aus der Bestands- und Potenzialanalyse ergibt sich, dass das Gemeindegebiet auch zukünftig vorrangig dezentral versorgt werden. Eine leitungsgebundene Versorgung ist eher unwahrscheinlich.

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.

Das Zielszenario verdeutlicht, dass die Treibhausgasneutralität nur durch die Kombination aus Bedarfsreduktion und dem Wechsel der Energieträger erreichbar ist. Für Buchhofen wird ein Rückgang des Wärmebedarfs von 11.848 MWh/a (2025) auf 8.775 MWh/a (2045) modelliert. Dies resultiert aus Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand sowie den mit der Kommune abgestimmten Maßnahmen und der schrittweisen Umstellung auf erneuerbare Energieträger in dezentral versorgten Gebieten. So werden die Treibhausgasemissionen des Wärmesektors von 2.382 tCO₂eq/a (2025) auf 93 tCO₂eq/a (2045) sinken.

Mit dieser Planung hat die Gemeinde Buchhofen einen wichtigen ersten Schritt hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung vollzogen. In den kommenden Jahren gilt es, auf dieser Grundlage konkrete Maßnahmen zu priorisieren, Fördermittel gezielt zu nutzen, die Kommunikation mit der Bürgerschaft zu intensivieren und den begonnenen Transformationsprozess kontinuierlich weiterzuentwickeln. Die im Wärmeplanungsgesetz vorgesehene Fortschreibung im Fünfjahresrhythmus ermöglicht es, neue technologische Entwicklungen, regulatorische Rahmenbedingungen sowie veränderte lokale Gegebenheiten fortlaufend zu berücksichtigen.

Die kommunale Wärmeplanung bietet damit nicht nur eine planerische Orientierung, sondern auch die Chance, die energetische Zukunft der Gemeinde 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] S. Greif, „Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland,“ Technische Universität München TUM, München, 2023.
- [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, „Temperaturverteilungen in Bayern (Tiefe Geothermie),“ 27.08.2025. [Online].
- [15] Deutscher Wetterdienst, „Rasterdaten der vieljährigen mittleren Jahressummen für die Globalstrahlung auf die horizontale Ebene basierend auf Boden- und Satellitenmessungen,“ [Online].
- [16] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Wald im Wandel, 2022.
- [17] 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.
- [18] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Faustzahlen, 2025.
- [19] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wunsch 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.

- [20] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Erhebung von Kehrbuchdaten,“ [Online]. Available: https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/bauen_wohnen/energie/technische_hinweise_49311_20240205.pdf.
- [23] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, „Marktstammdatenregister,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Startseite/Impressum>.

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. Das Temperaturniveau 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

10.1 Maßnahmenkatalog

Die folgenden Abschnitte zeigen den individuellen Maßnahmenkatalog für Buchhofen, 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.

Einführung eines Energiemanagementsystems in kommunalen Liegenschaften mit Optimierung des Eigenverbrauchs

Verbrauchen & Vorbild (VV2)

Investiv, Strategisch

Die Implementierung eines Energiemanagements für kommunale Liegenschaften in Buchhofen 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 umgesetzt. Daraus resultieren auch monetäre Ersparnisse.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Einbindung 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
- Beteiligung der Gebäudenutzenden durch Bereitstellung von Informationen und Anreizen zur Unterstützung von Energieeinsparungen
- Regelmäßige Berichterstattung und Ableitung von Optimierungsstrategien

Zielgruppe

- Verwaltung
- Gebäudenutzer

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Gemeindeverwaltung
- Gebäudemanagement

Weitere Akteure

- Hausmeistern
- Liegenschaftsverantwortlicher
- Kämmerei
- Regionale Energieagentur
- Technische Dienstleister

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung
- Fördermittel: Halbe Personalstelle über Kommunalrichtlinie (Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

- Ca. 15.000€ ohne Förderung

Zeitlich

- Mittelfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- 20 % Energieeinsparung bei kommunalen Liegenschaften

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. Zusätzlich kann die Nutzungsintensität (Anzahl Nutzer der Liegenschaft) einbezogen werden. Ein Sanierungsfahrplan nach festen Kriterien schafft Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen

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

- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Bau- und Liegenschaftsmanagement
- Gemeindeverwaltung

Weitere Akteure

- Energieberater
- Planungsbüros
- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

- Ca. 5 Arbeitstage

Zeitlich

- Kurzfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- 15 % Energieeinsparung bei kommunalen Liegenschaften

Solarstrategie für kommunale Liegenschaften und Optimierung des Eigenverbrauchs

Verbrauchen & Vorbild (VV15)

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 der Titel im Bereich nachhaltiger Energieversorgung gestärkt werden.

Beschreibung

Die Solarstrategie enthält für jede Liegenschaft einen Steckbrief des Potenzials und der Dimensionierung der geplanten Anlage, sodass die Ergebnisse transparent und vergleichbar dargestellt werden. Dies zielt auf Gebäude ab, die noch nicht mit Solarenergie versorgt werden. Auch Speicher sind zu berücksichtigen, um den Eigenverbrauch zu steigern. Anhand der Steckbriefe können Prioritäten abgeleitet werden, um kontinuierlich zuzubauen. Die Priorisierung der PV-Installationen soll eng mit der Erstellung eines Sanierungsfahrplans abgestimmt werden.

Bei bestehenden PV-Aufdachanlagen auf Liegenschaften ist der Eigenverbrauch ebenfalls zu optimieren:

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

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Planung
- Ausschreibung

Zielgruppe

- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Gemeindeverwaltung

Weitere Akteure

- Planungsbüros

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

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

Zeitlich

- Kurzfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- Nicht quantifizierbar

Controllingkonzept

Regulieren (R5)

Organisatorisch, Strategisch

Ziel der Maßnahme ist die systematische Überprüfung und Fortschreibung der kommunalen Klimaziele durch ein strukturiertes Controllingkonzept mit Fokus auf Klimaneutralität bis spätestens 2045.

Beschreibung

Das Controllingkonzept stellt sicher, dass die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans und weiterer Klimaschutzmaßnahmen strategisch begleitet und regelmäßig überprüft wird. Es beinhaltet einen langfristigen Zeitplan zur Zielerreichung der Klimaneutralität bis 2045 sowie ein Verfahren zur regelmäßigen Fortschreibung des Klimaaktionsplans.

Wesentliche Bestandteile sind das Monitoring von energiebedingten und nicht-energiebedingten Emissionen, die Bewertung von Maßnahmenfortschritten und die Definition geeigneter Indikatoren. So können frühzeitig Steuerungsimpulse gesetzt und Prioritäten angepasst werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Definition der Zieljahre und Zwischenziele
- Erstellung eines strukturierten Controllingkonzepts inkl. Zuständigkeiten
- Aufbau eines Monitoringsystems für Emissionen und Maßnahmen
- Verknüpfung mit kommunaler Haushalts- und Investitionsplanung
- Regelmäßige Berichtserstellung und Fortschreibung des Klimaaktionsplans
- Politische Beschlussfassung und transparente Kommunikation

Zielgruppe

- Gemeindeverwaltung
- Bauamt

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Gemeindeverwaltung

Weitere Akteure

- Fachbereiche mit Maßnahmenverantwortung
- Externe Monitoring-Dienstleister
- ggf. Gemeinderat und Öffentlichkeitsarbeit

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung
- Haushaltsmittel
- Fördermittel aus Klimaschutzprogrammen (z. B. KRL, Kommunalrichtlinie)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

- Ca. 10 Arbeitstage

Zeitlich

- Kurzfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- Nicht quantifizierbar

Öffentlichkeitsarbeit: Laufendes Informationsangebot für Bürger und Unternehmen

Motivieren & Beraten (MB16)

kommunikativ

Die Informationen zu den Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde sollen leicht zugänglich sein und alle Bürger erreichen. Dasselbe gilt für Informationen und Hinweise zur Umsetzung eigener Maßnahmen und Förderungsmöglichkeiten. Dafür ist die Nutzung verschiedener Kanäle der Öffentlichkeitsarbeit erforderlich.

Beschreibung

Durch den niedrigschwelligen Zugang zu Informationen und Förderprogrammen wird erwartet, dass sowohl Effizienzpotenziale als auch die Umrüstung von Wärmeerzeugern vermehrt genutzt werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

Mögliche Kommunikationswege sind die Tageszeitung, Website der Gemeinde, soziale Medien und Flyer/Plakate. So kann z.B. durch QR-Codes der Zugang zu den Informationen der Gemeinde-Website erleichtert werden, auf welcher der Umsetzungsstand geplanter Maßnahmen und Hinweise zum klimabewussten Handeln und Förderungsmöglichkeiten geteilt werden. Darüber hinaus sind die Zielgruppen im Rahmen von Kampagnen, Aktionen und Veranstaltungen zu informieren, zu motivieren und zu beteiligen.

Zu teilende Informationen:

- Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde
- Aufklärung zur Umsetzung von Maßnahmen
- Informationsveranstaltungen
- Information an Bürger zu Energie und Klimaschutz
- Tipps zum Energiesparen
- Verlinkung zu Verbraucheraufklärung und Fördermöglichkeiten
- Möglichkeiten für regionales Engagement aufzeigen

Zielgruppe

- Einwohner
- GHD

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Öffentlichkeitsarbeit
- Marketing und Social Media

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

- ca. 5 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

- Kurzfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- 2 % Energieeinsparung bei privaten Haushalten und Gewerbe, Handel & Dienstleistung

Information über dezentrale Versorgungsmöglichkeiten

Motivieren & Beraten (MB17)

kommunikativ

Informationen über dezentrale Versorgungsmöglichkeiten und Förderungen können als Hilfestellung für Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Infoveranstaltungen oder Kampagnen nach außen getragen werden. Ziel ist es Bürgerinnen und Bürger beim Wärmeerzeugertausch zu unterstützen.

Beschreibung

Durch Informationsveranstaltungen, Vorträge und begleitende Kampagnen werden Bürgerinnen und Bürger sowie lokale Akteure über Chancen und Vorteile dezentraler Energieversorgungsformen (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse, Nahwärmelösungen) informiert. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen, Entscheidungshilfen zu geben und die Akzeptanz für die Umsetzung vor Ort zu erhöhen. Für die Umsetzung können lokale Energieagenturen oder Energieberater hinzugezogen werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Themenauswahl und inhaltliche Aufbereitung zu relevanten dezentralen Versorgungstechnologien
- Planung und Organisation von Informationsveranstaltungen (z. B. Vortragsabende, Bürgerdialoge, Praxisbeispiele)
- Entwicklung und Durchführung begleitender Informationskampagnen (Flyer, Broschüren, Online-Beiträge, soziale Medien)
- Einbindung von Fachreferenten, lokalen Energieberatern und Praxisakteuren zur Veranschaulichung
- Bereitstellung von Informationsmaterialien und weiterführenden Beratungsangeboten
- Dokumentation und Auswertung der Veranstaltungen zur kontinuierlichen Verbesserung

Zielgruppe

- Einwohner
- GHD

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Öffentlichkeitsarbeit
- Marketing und Social Media

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

- ca. 5 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

- Kurzfristig

Priorität

- Hoch

Effekt (Wärme) im jeweiligen Sektor:

- 5 % Energieeinsparung bei privaten Haushalten und Gewerbe, Handel & Dienstleistung

