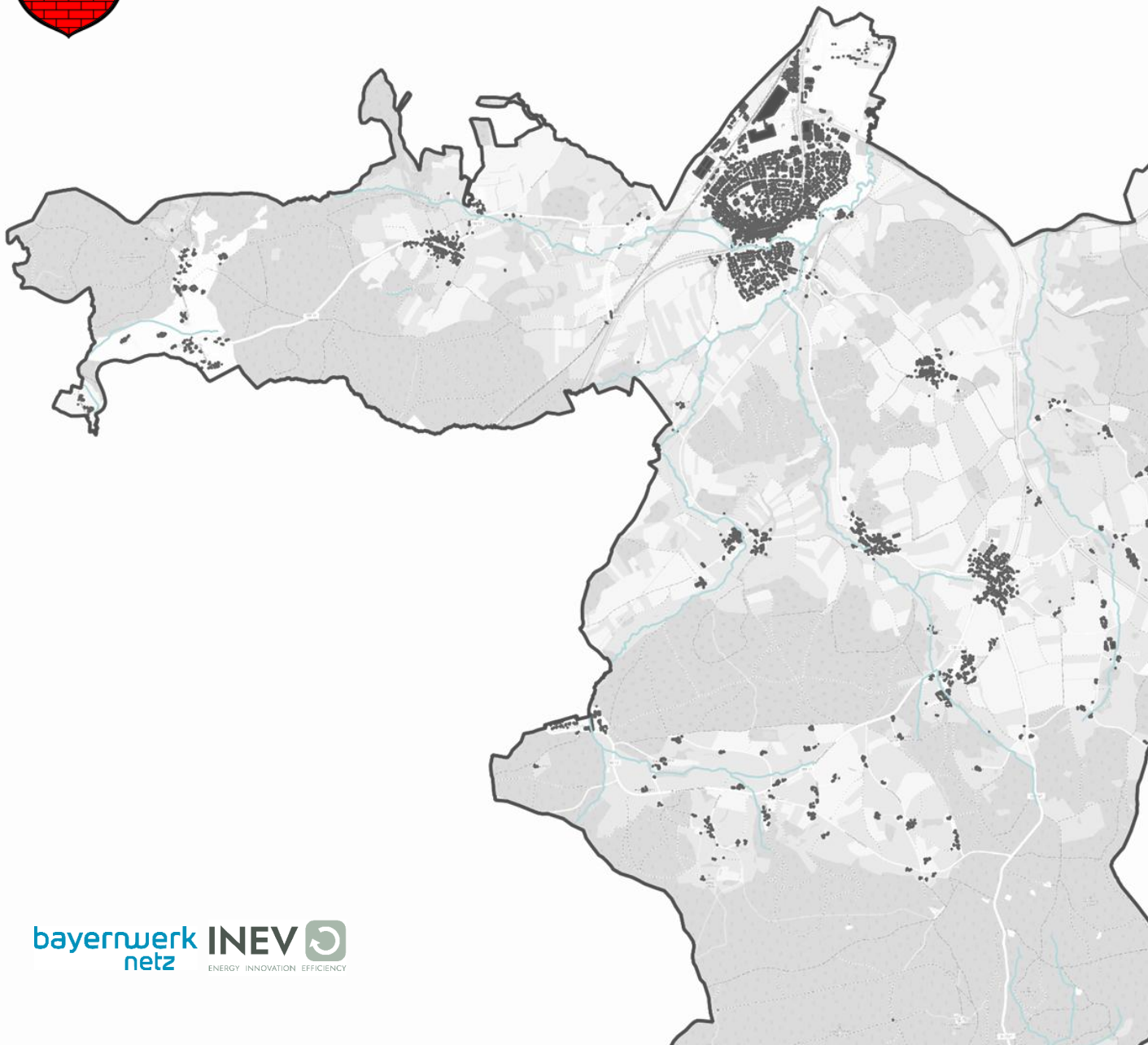


Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht



Waldershof



IMPRESSUM

Herausgeber:



Stadt Waldershof
Markt 1
95679 Waldershof
poststelle@waldershof.de
Ansprechpartner: Stefan Falter

Ersteller:

**bayernwerk
netz**

INEV
ENERGY INNOVATION EFFICIENCY

Bayernwerk Netz GmbH

Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg
www.bayernwerk.de
+49 9412 01 00
info@bayernwerk.de

**Institut für nachhaltige
Energieversorgung GmbH**

Anton-Kathrein-Straße 1
83022 Rosenheim
www.inev.de
+49 8031 271 680
info@inev.de

Projektleitung:

Tobias Eckardt (Bayernwerk Netz GmbH)
Adrian Hausner (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)

Stellvertretung:

Christina Albrecht (Bayernwerk Netz GmbH), Béla van Rinsum (Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH)

Projektteam:

Nils Schild, Odai Alasmar, Christina Spiegel, Sebastian Stöhr, Erik Jacobs, Patricia Pöhlmann, Lea Schmidtke, Antonia Paulus, Benedikt Schumann, Alexander Möller, Andreas van Eyken, Annina Oberrenner, Steffen Mayer, Lukas Matschiner, Zoé Weber

Version: V 1.0

Stand: August 2025

Gefördert nach:

Kommunalrichtlinie, Förderkennzeichen 67K28052
Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Waldershof
Projektträger Z-U-G gGmbH
Laufzeit: 01.09.2024 - 31.08.2025
www.klimaschutz.de/kommunalrichtlinie

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nationale
Klimaschutz-
initiative:

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	1
1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme	2
1.1 Wärmeplanungsgesetz und Kommunalrichtlinie	2
1.2 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz	4
1.3 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung	5
1.4 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze	5
1.4.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	5
1.4.2 BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM)	6
1.4.3 BEG Wohngebäude (BEG WG)	6
1.4.4 BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)	6
1.4.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	7
2 Bestandsanalyse	8
2.1 Datenerhebung und Energieinfrastruktur	8
2.1.1 Leitungsgebundene Energieversorgung	8
2.1.2 Dezentrale Wärmeversorgung	11
2.1.3 Großverbraucher	12
2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur	13
2.2.1 Bauliche Struktur in Waldershof	13
2.2.2 Ergebnis der Eignungsprüfung	14
2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz	16
2.4 Wärmebedarf	23
3 Potenzialanalyse	28
3.1 Wärmenetze	29
3.1.1 Detailbetrachtung Lengenfeld bei Groschlattengrün	31
3.1.2 Detailbetrachtung Gewerbepark	33
3.1.3 Detailbetrachtung Stadtmitte	35
3.1.4 Zwischenfazit Wärmenetzpotenzial	39
3.2 Gebäudenetze	40
3.3 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	43
3.3.1 Wärme	43
3.3.2 Strom	54
3.4 Effizienzpotenziale	58
3.4.1 Sanierung	58
3.4.2 KWK	61

3.5	Potenziale zur Nutzung von Abwärme	62
3.5.1	Industrie	62
3.5.2	Abwasser	63
3.5.3	Rechenzentren	64
3.6	Fazit Potenziale	65
4	Zielsetzung und Szenarienentwicklung	66
4.1	Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren und im Zieljahr	66
4.1.1	Gebietseinteilung über die Stützjahre	67
4.1.2	Gebietseinteilung im Zieljahr	74
4.2	Zielszenario	75
4.2.1	Wärmebedarf	77
4.2.2	Treibhausgasemissionen	79
4.2.3	Leistungsgebundene Versorgung	80
5	Umsetzungsstrategie	81
5.1	Fokusgebiete	81
5.1.1	Fokusgebiet 1: Lengenfeld	83
5.1.2	Fokusgebiet 2: Poppenreuth	85
5.2	Maßnahmenfahrplan für das gesamte Stadtgebiet	87
5.3	Controlling	88
5.4	Kommunikation	91
5.4.1	Beteiligung während der Erstellung der Wärmeplanung	91
5.4.2	Strategien für eine transparente und bürgernahe Kommunikation	92
5.5	Verstetigung	94
6	Fazit	96
	Verweise	97
	Glossar	99
	Anhang	100
A.	Maßnahmenkatalog	100

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung	3
Abbildung 2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung	5
Abbildung 3: Energieinfrastruktur in Waldershof: Standorte von Biogas- und Biomasseanlagen, Laufwasseranlagen sowie PV-Freiflächen (in Planung), bestehende Gebäude- oder Wärmenetze, Verlauf des Strom- und Gasnetzes, eigene Darstellung	9
Abbildung 4: Verlauf des Gasnetzes in Waldershof, eigene Darstellung	10
Abbildung 5: Verlauf des Stromnetzes und Standorte der Erzeugungsanlagen in Waldershof, eigene Darstellung	11
Abbildung 6: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher, eigene Darstellung	12
Abbildung 7: Überwiegender IWU-Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung	14
Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung	15
Abbildung 9: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung	17
Abbildung 10: Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	17
Abbildung 11: Treibhausgasausstoß nach Anwendungsbereich und Energieträgern, eigene Darstellung	18
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung	19
Abbildung 13: Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung	19
Abbildung 14: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung	20
Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung	21
Abbildung 16: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2022, eigene Darstellungen	22
Abbildung 17: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung	23
Abbildung 18: Wärmebedarf nach Hektarraster in Waldershof, eigene Darstellung	24
Abbildung 19: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Waldershof, eigene Darstellung	25
Abbildung 20: Wärmelinien dichten in Waldershof, eigene Darstellung	27
Abbildung 21: Potenzialpyramide, eigene Darstellung	28
Abbildung 22: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung	30
Abbildung 23: Detailbetrachtung Lengenfeld, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	32
Abbildung 24: Detailbetrachtung Gewerbepark, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	34
Abbildung 25: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe I, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	36
Abbildung 26: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe II, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	37
Abbildung 27: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe III, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	37
Abbildung 28: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe IV, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	38
Abbildung 29: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe V, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung	38
Abbildung 30: Funktionsprinzipien und Technologien der oberflächennahen Geothermie, eigene Darstellung	45
Abbildung 31: Standorteignung oberflächennaher Geothermie in Waldershof	45

Abbildung 32: Ertragspotenzial für Solarthermieranlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung	49
Abbildung 33: Standort der Bioenergieanlagen in Waldershof, eigene Darstellung	50
Abbildung 34: Biomassepotenzial in Waldershof, eigene Darstellung	52
Abbildung 35: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung	55
Abbildung 36: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung	56
Abbildung 37: Windkraftpotenzial, eigene Darstellung	57
Abbildung 38: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung	59
Abbildung 39: Szenario 1: jährlich 5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	60
Abbildung 40: Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung	60
Abbildung 41: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2030, eigene Darstellung	70
Abbildung 42: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2035, eigene Darstellung	71
Abbildung 43: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2040, eigene Darstellung	72
Abbildung 44: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2045, eigene Darstellung	73
Abbildung 45: Gebietseinteilung im Zieljahr 2045, eigene Darstellung	74
Abbildung 46: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13]	76
Abbildung 47: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	78
Abbildung 48: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	78
Abbildung 49: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Strom- und Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	79
Abbildung 50: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung	80
Abbildung 51: Übersicht der Fokusgebiete in Waldershof, eigene Darstellung	82
Abbildung 52: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter der Heizungen im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung	84
Abbildung 53: Gebäudetypen, Baualtersklassen und Wärmebedarf im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung	84
Abbildung 54: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter der Heizungen im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung	86
Abbildung 55: Gebäudetypen, Baualtersklassen und Wärmebedarf im Fokusgebiet Poppenreuth, eigene Darstellung	86
Abbildung 57: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung	88
Abbildung 58: Auftaktveranstaltung am 13.11.2024 im Rathaus in Waldershof, (Foto: Michael Hitzek)	92
Abbildung 59: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung	94

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Modulaufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	7
Tabelle 2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger in Waldershof	11
Tabelle 3: Datengrundlagen der Eignungsprüfung.....	13
Tabelle 4: Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [9]	25
Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [9]	27
Tabelle 6: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen	41
Tabelle 7: Ausführung der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung	59
Tabelle 8: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale, eigene Darstellung	65
Tabelle 10: Maßnahmenliste inkl. Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung	87
Tabelle 11: Übersicht Maßnahmenmonitoring und -controlling	90
Tabelle 12: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung ...	93

Vorwort

Die Stadt Waldershof liegt in der Oberpfalz im Landkreis Tirschenreuth. Das Verwaltungsgebiet umfasst 26 Ortsteile und zählt auf einer Fläche von 60,4 km² rund 4.300 Einwohner. Die Stadt liegt in den Naturparks Fichtelgebirge sowie Steinwald und ist dementsprechend ländlich geprägt. Im äußersten Nordosten schneidet die A93 das Stadtgebiet.

Aufgrund der zukünftigen Herausforderungen in der Wärmeversorgung hat sich die Stadt Waldershof bereits 2024 entschieden, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Instrument zur Umsetzung der Wärmewende und leistet einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz. Ziel der Wärmeplanung ist es, die Wärmeversorgung in Waldershof langfristig klimaneutral zu gestalten. Durch die systematische Analyse des aktuellen Wärmebedarfs,

die Identifikation von Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen sowie die Ausarbeitung einer Umsetzungsstrategie wird eine umfassende Planung geschaffen, um die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

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

1 Rechtlicher Rahmen und aktuelle Förderprogramme

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

Diese Pflicht wird mittels Landesrechts auf Kommunen übertragen. Zum Zeitpunkt des Starts der kommunalen Wärmeplanung in Waldershof bestand keine landesrechtliche Regelung zur Wärmeplanung. Die Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) ist am 2. Januar

2025 in Kraft getreten. Der bayrische Gesetzgeber greift im Wesentlichen die Vorgaben des Bundesgesetzes auf und regelt die Handlungsspielräume der Länder parallel dazu. Die Stadt Waldershof 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 Stadt Waldershof hat bereits im September 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 Stadt Waldershof profitiert durch die frühe Antragsstellung von einer 90 %-igen Förderquote und konnte mit der

kommunalen Wärmeplanung im Herbst 2024 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. Dieser Beschluss wurde am 21.09.2023 vom Stadtrat einstimmig gefasst. 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.



Abbildung 1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung, eigene Darstellung

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

- Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung
- Wärmenetzgebiete: Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaubereiche, Wärmenetzneubaugebiet
- Wasserstoffnetzgebiete
- Prüfgebiete

Daraufhin wird eine Umsetzungsstrategie entwickelt, die konkrete Maßnahmen enthält, um das Zielszenario zu erreichen. Gezielte Akteurs- und Bürgerbeteiligung dienen dazu, über das Projekt zu informieren, Bedenken aufzunehmen, Anregungen in die Planung einzubeziehen und einen möglichst breiten Konsens zu schaffen. Außerdem werden ein Controllingkonzept und eine Verstärkungsstrategie erarbeitet, um die kontinuierliche Umsetzung und Überwachung der Maßnahmen und nötigen Emissionsreduktionen sicherzustellen.

Eine Kommunikationsstrategie soll eine transparente Kommunikation nach außen über bevorstehende Maßnahmen des Wärmeplans sicherstellen.

Dekarbonisierung von Wärmenetzen

Das Wärmeplanungsgesetz regelt zudem die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze. Vorgesehen ist, dass der Anteil erneuerbarer Energien in diesen Netzen schrittweise 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 klimaneutral sein (§31 WPG). Zur Erreichung dieser Ziele sind Wärmenetzbetreiber gemäß §32 WPG verpflichtet, Dekarbonisierungs- bzw. Transformationspläne zu erstellen.

1.2 Wärmeplanungsgesetz und Gebäudeenergiegesetz

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sind zentrale Elemente für den Umbau der deutschen Energieversorgung hin zu Nachhaltigkeit und Klimaneutralität. 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 klimaneutralen Energiequellen. Ab dem 1. Januar 2024 müssen Heizungen in Neubauten 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 auf 100 % Wasserstoff umgerüstet werden kann. Zum aktuellen Zeitpunkt ist in Waldershof eine derartige Versorgung mit Wasserstoff nicht möglich.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) soll Bürger sowie Unternehmen über die bestehenden und zukünftigen Optionen zur lokalen Wärmeversorgung informieren und das Stadtgebiet 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 - auch nach dem 1. Januar 2024 - bis zum Ablauf der Fristen für die kommunale Wärmeplanung eingebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass diese ab 2029 einen steigenden Anteil an erneuerbaren Energien aufweisen muss (§71i GEG):

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

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

1.3 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung

Obwohl der Wärmeplan selbst keine rechtliche Außenwirkung hat (§ 23 WPG), kann die Stadt 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 Stadt, 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 Stadt. Diese Festlegung verpflichtet jedoch nicht zur tatsächlichen Nutzung der ausgewiesenen Versorgungsart oder zum Bau entsprechender Wärmeinfrastrukturen.

1.4 Bundesförderungen für effiziente Gebäude und effiziente Wärmenetze

1.4.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

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 August 2025. 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.

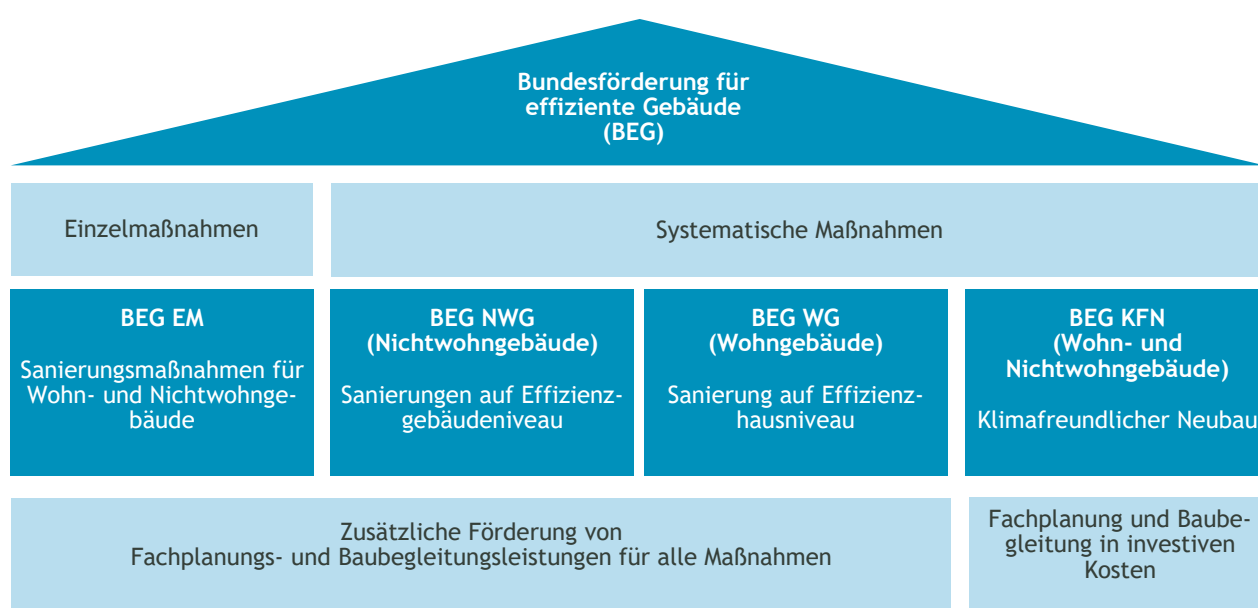


Abbildung 2: Aufbau und Förderinhalte der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), eigene Darstellung

1.4.2 BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Die BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM) deckt einzelne Modernisierungen in Bestandsgebäuden ab, z. B. Heizungsoptimierung, Dämmung und Installation erneuerbarer Energien, wobei die Förderung als Zuschuss oder Kredit mit Tilgungszuschuss erfolgt.

Einzelmaßnahmen können neben Wärmeerzeugungsanlagen auch die Errichtung und den Anschluss an Gebäudenetze oder Wärmenetze umfassen. Ein Gebäudenetz dient dabei der Wärmeversorgung von bis zu 16 Gebäuden und maximal 100 Wohneinheiten. Förderfähig sind das Netz selbst, alle zugehörigen Komponenten sowie notwendige Umfeldmaßnahmen, wobei die Förderquote vom Anteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz abhängt. So beträgt die Förderung für den Aufbau eines Gebäudenetzes 30 %, wenn mindestens 65 % der Wärme aus erneuerbaren Energien stammen.

1.4.3 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.

1.4.4 BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Die BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG) unterstützt vergleichbare Maßnahmen in Nichtwohngebäuden wie Gewerbe-,

Der Anschluss an ein solches Netz wird ebenfalls mit 30 % gefördert, sofern nur die Grundförderung nach BEG für den Gebäudeeigentümer gilt und es sich um Nichtwohngebäude oder unbewohnte Wohneinheiten handelt. Der Fördersatz steigt auf 50 %, wenn der Eigentümer das Gebäude selbst bewohnt und zusätzlich einen sogenannten Klimageschwindigkeitsbonus erhält. Bei einem Netzausbau von mindestens 65 % erneuerbarer Energien und einem Haushaltsjahreseinkommen unter 40.000 Euro ist eine Förderung von 70 % möglich. Die Höchstfördersätze für Wohngebäude liegen bei 30.000 Euro für die erste Wohneinheit, 15.000 Euro für die zweite bis sechste Einheit und 7.000 Euro für jede weitere. Dieselben Fördersätze gelten auch für dezentrale Wärmeerzeuger und den Anschluss an Wärmenetze.

Die Förderungen bestehen aus Zuschüssen oder Krediten und richten sich nach dem Effizienzhaus-Standard (z. B. Effizienzhaus 55, Effizienzhaus 40).

Industrie- und Bürogebäuden, ebenfalls nach Effizienzhaus-Standards und als Zuschüsse oder Kredite.

1.4.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze 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 50 % 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)

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

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 Waldershof 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 Bayrische Vermessungsamt bereitgestellt. Alle Abbildungen werden auf Grundlage der Open Street Map erstellt [4]. Weitere Informationen über den aktuellen Energieverbrauch, die Art der Heizsysteme, die Energiequellen sowie Infrastrukturdaten und Versorgungsleitungen werden direkt erhoben. Das Institut für nachhaltige Energieversorgung hat auf Basis der Systematik des Klimaschutz-Planers passgenaue Datenerhebungsbögen entwickelt. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren können die erforderlichen Daten erfasst werden. Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen in Waldershof wurde für das Kalenderjahr 2022 vorgenommen. Der zeitliche Versatz zwischen Bilanzjahr und Erstellungsjahr ist durch die Verfügbarkeit von Daten begründet.

Für die Bilanzerstellung wurden insbesondere folgende Datenquellen angesprochen:

- **Stromnetzbetreiber:**
Bayernwerk Netz GmbH

- **Gasnetzbetreiber:**
Energieversorgung Selb-Marktedwitz GmbH (ESM)
- **Wärmenetzbetreiber:**
Eigene Erhebung
- **Kehrbuchdaten:**
Landesamt für Statistik Bayern
- **Daten zu kommunalen Liegenschaften und Abwasser:**
Stadt Waldershof
- **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 Stadt Waldershof behandelt. Zunächst wird der Wärmedarf erhoben, die Energiestruktur analysiert und Großverbraucher räumlich verortet. Die Eignungsprüfung als grobe Einschätzung zu leitungsgebunden versorgten Gebieten ist das erste Ergebnis 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

Die Abbildung 3 zeigt eine Karte mit der Energieversorgung in der Stadt. Sie

beinhaltet die Standorte der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung durch PV-

Freiflächenanlagen, Wasserkraft, Biogas und Biomasse. Die Hochspannungs-Freileitung verbindet die Stadt Waldershof mit dem übergeordneten Stromnetz und spielt eine wichtige Rolle in der überregionalen Energieversorgung. Ebenso ist das Erdgasnetz im Ortskern dargestellt.

Die Abbildung 3 zeigt zudem das bestehende Gebäudenetz in Lengsfeld, das in direkter Nähe zu einer Biogasanlage verläuft. Dieses grenzt sich durch die Anzahl an angeschlossenen Gebäuden von

Wärmenetzen ab. Gebäudenetze, welche in Kapitel 5.2 ausführlich beschrieben werden, versorgen maximal 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten. Der Grenzwert ergibt sich aus den Förderrichtlinien der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) und der *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (BEG).

Zusätzlich ist der geplante Solarpark Wolfersreuth-Walbenreuth dargestellt.

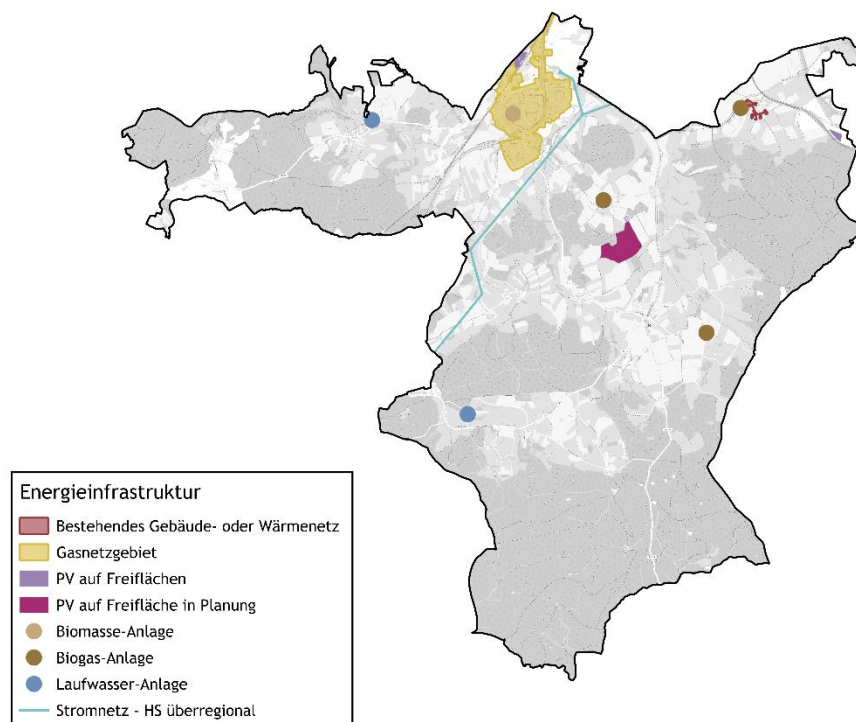


Abbildung 3: Energieinfrastruktur in Waldershof: Standorte von Biogas- und Biomasseanlagen, Laufwasseranlagen sowie PV-Freiflächen (in Planung), bestehende Gebäude- oder Wärmenetze, Verlauf des Stromnetzes sowie des Gasnetzgebietes, eigene Darstellung

Die Erdgasversorgung spielt eine tragende Rolle in der Wärmebereitstellung der Stadt Waldershof. Die Bestandsanalyse der Gasinfrastruktur beinhaltet eine detaillierte Erfassung der vorhandenen Gasleitungen, ihrer Verteilung sowie der Anschlussdichte in den verschiedenen Ortsteilen. Insgesamt hat das von der

Energieversorgung *Selb-Marktedwitz GmbH* betriebene Erdgasnetz eine Länge von rund 30 Kilometern. Die Analyse der Gasinfrastruktur hilft nicht nur dabei, den aktuellen Versorgungsgrad zu bestimmen, sondern gibt auch Aufschluss über die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des bestehenden Netzes im Hinblick auf

zukünftige Transformationsprozesse. Dies umfasst etwa die Möglichkeit, Teile des Netzes für die Einspeisung von Biogas oder die Nutzung von grünem Wasserstoff umzurüsten. Eine solche Bewertung der bestehenden Gasinfrastruktur bildet somit eine wichtige Grundlage für die Planung einer langfristigen Dekarbonisierungs-

strategie und die Optimierung der kommunalen Wärmeversorgung. Auf das Potenzial zur Umnutzung des Erdgasnetzes, beispielsweise zu einem Wasserstoffnetz, wird im Kapitel 3.3.1 eingegangen. In Abbildung 4 ist das mit Gas versorgte Gebiet dargestellt.

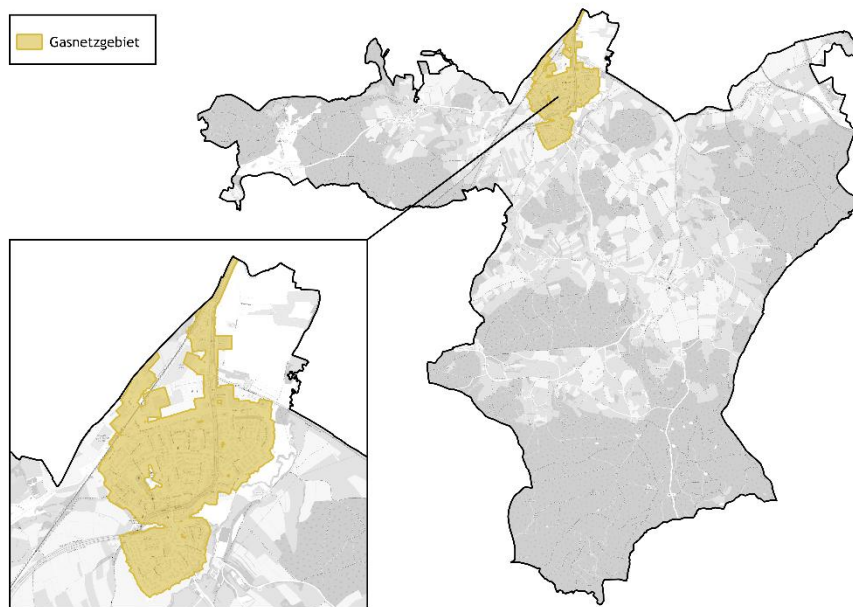


Abbildung 4: Verlauf des Gasnetzgebietes in Waldershof, eigene Darstellung

Die Stromversorgung bildet eine wichtige Grundlage für die Energieinfrastruktur und den Ausbau der erneuerbaren Energien in Waldershof und spielt eine entscheidende Rolle in der Wärmewende, insbesondere bei der Umstellung auf strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen. Die Bestandsanalyse der Strominfrastruktur umfasst eine Erhebung der bestehenden Stromnetze in den Ortsteilen. Potenzielle Engpässe, die durch einen erhöhten

Einsatz von Wärmepumpen oder anderen elektrischen Heizsystemen entstehen könnten, muss der Netzbetreiber langfristig zu verhindern wissen. Üblicherweise erfolgt bei zusätzlichem Strombedarf, etwa durch Wärmepumpen, ein Netzausbau zur Erweiterung der Kapazitäten, um Überlastungen zu verhindern. In Abbildung 5 sind die Stromnetze nach Spannungsebene dargestellt.

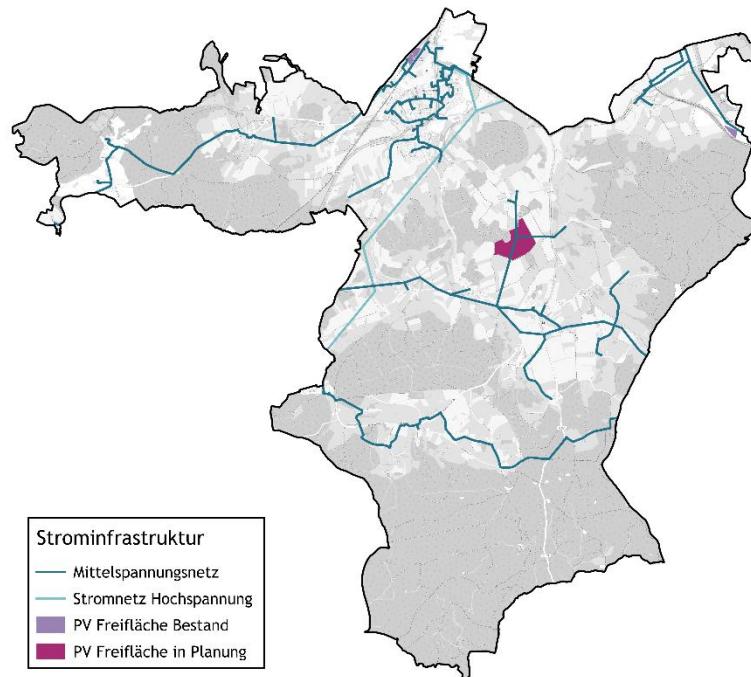


Abbildung 5: Verlauf des Stromnetzes und Standorte der Erzeugungsanlagen in Waldershof, eigene Darstellung

2.1.2 Dezentrale Wärmeversorgung

Die dezentralen Wärmeerzeuger wurden über das Landesamt für Statistik Bayern erhoben.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Anzahl der im Bilanzjahr 2022 betriebenen dezentralen Heizkessel. Erdgas-Kessel

überwiegen mit 646, gefolgt von 430 Öl- und 164 Scheitholzkesseln. Pellets und Flüssiggaskessel spielen eine untergeordnete Rolle. Wärmepumpen sind nicht flächendeckend erfasst.

Tabelle 2: Kesseltypen und Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger in Waldershof

Kesseltyp	Anzahl	Kesseltyp	Anzahl
Erdgas	646	Flüssiggas	16
Öl	430	Sonstige Biomasse	2
Scheitholz	164	Hackschnitzel	1
Pellets	85	Kohle	0

2.1.3 Großverbraucher

Abbildung 6 zeigt eine standortbezogene Darstellung der Großverbraucher in Waldershof. Die Firmen *MECO Maschinen-Electro-Companie GmbH*, *Scherdel Waldershof GmbH & Co.KG*, *FLZ Logistikzentrum GmbH & Co.KG*, *Ambros Schmelzer und Sohn GmbH & Co. KG* sowie *Schraml Metallverarbeitung GmbH & Co. KG*

wurden dabei als relevante Großverbraucher identifiziert. Im Zuge der Bestandsanalyse wurden Verbrauchs- und Abwärmedaten der Großverbraucher angefragt. Sofern eine Rückmeldung erfolgte, wurden die bereitgestellten Daten in die Energie- und Treibhausgasbilanz integriert.

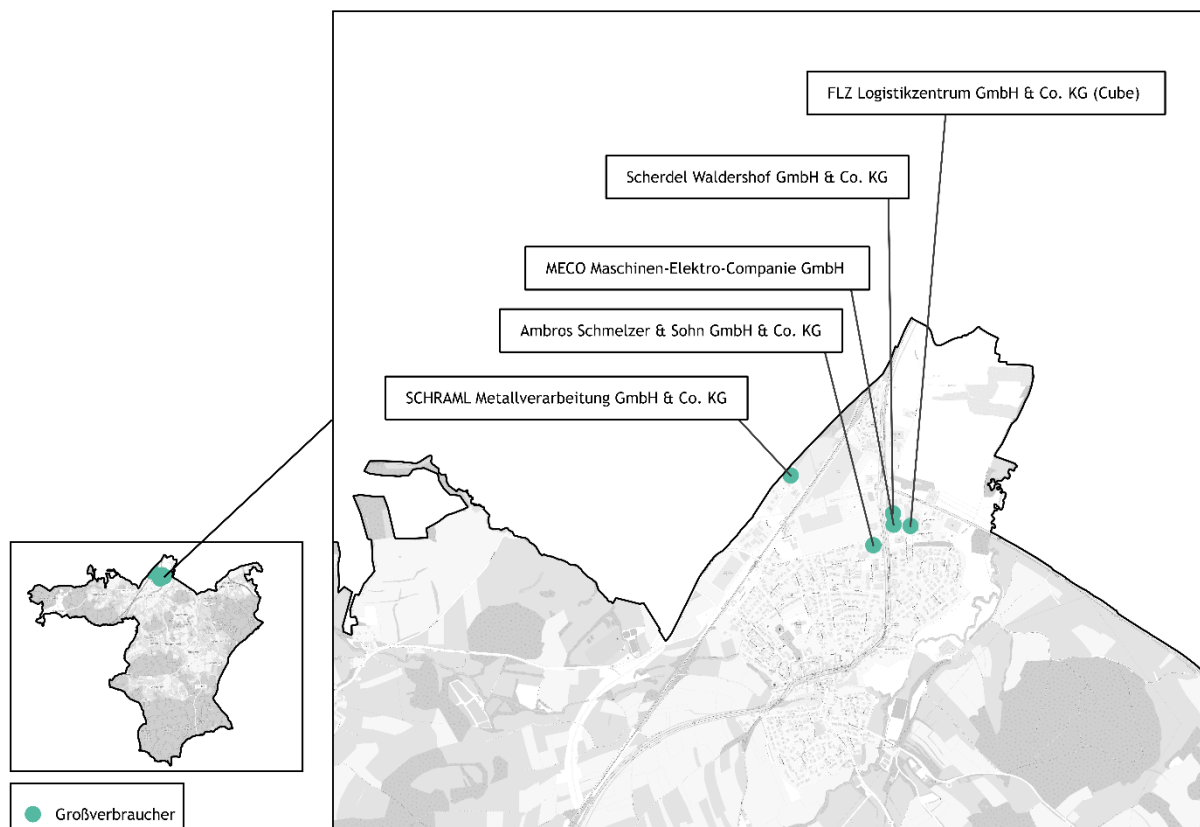


Abbildung 6: Standortbezogene Darstellung der identifizierten Großverbraucher, eigene Darstellung

2.2 Eignungsprüfung und bauliche Struktur

Ein erster Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist die Eignungsprüfung. Diese identifiziert Teilgebiete, 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 2.4 detailliert erläutert. Tabelle 3 zeigt die wichtigsten Informationsgrundlagen gemäß dem Leitfaden Wärmeplanung [5], die in die Eignungsprüfung einfließen. 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 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 Waldershof

Zunächst werden die verschiedenen Siedlungsstrukturen und Gebäudetypen analysiert. Nutzungsarten und Gebäudetypen werden auf Basis von Geodaten identifiziert. Für die georeferenzierte Darstellung kommen sowohl die tatsächliche Nutzung als auch Gebäudegeometriemodelle (LoD2-Daten) zum Einsatz. Diesen ist eine Gebädefunktion zugeordnet, sodass zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden

unterschieden werden kann. Als weiterer Aspekt werden im Bereich der Wohngebäude die IWU-Gebäudetypen (Klassifikation typischer Wohngebäude in Deutschland, die vom *Institut Wohnen und Umwelt* entwickelt wurde) ermittelt [6]. Dafür wird in folgende Typen unterschieden:

- **Einfamilienhäuser**
Freistehendes Wohngebäude mit 1

bis 2 Wohnungen, meist 2-geschossig

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

Stadtgebiet von Waldershof. Nichtwohngebäude sind hauptsächlich in den Gewerbegebieten der Stadt zu erkennen. Die Gewerbegebiete sind geprägt von kleineren und mittelständischen Unternehmen aus verschiedenen Branchen wie Logistik, Metall- und Elektroindustrie oder dem klassischen Handwerk. Die Siedlungsstruktur von Waldershof wird zu mehr als 82 % von Einfamilienhäusern, kleinen Mehrfamilienhäusern und Reihenhäuser geprägt. Vereinzelt finden sich auch große Mehrfamilienhäuser. Die Wohngebäude sind, bis auf das Stadtzentrum, häufig von Gärten und landwirtschaftlichen Flächen umgeben.

Abbildung 7 zeigt die vorwiegenden Gebäudetypen auf Baublockebene im

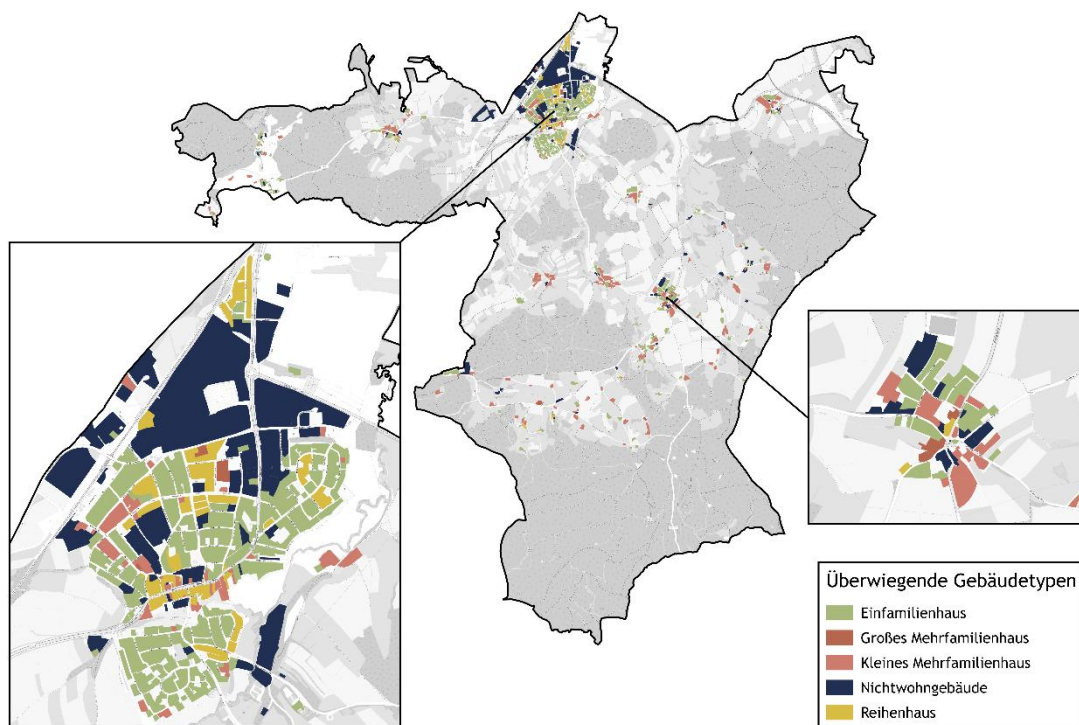


Abbildung 7: Überwiegender IWU-Gebäudetyp auf Baublockebene, eigene Darstellung

2.2.2 Ergebnis der Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung zeigt, dass der Hauptort Waldershof und Lengenfeld geeignete Voraussetzungen aufweisen, so dass eine leitungsgebundene Wärmeversorgung in diesen Gebieten erstmal möglich erscheint.

Trotz einer geringen Entfernung zum geplanten Wasserstoffkernnetz, hat Wasserstoff als Ersatzenergieträger im Gasnetz zunächst kein Potenzial in der Stadt Waldershof, da industrielle Abnehmer kaum vorhanden sind und Wasserstoff im Sektor

private Haushalte aktuell keine Rolle spielt.

Das Wasserstoffkernnetz bezeichnet ein zentrales Pipeline- und Speichernetzwerk, das den Transport und die Verteilung von Wasserstoff als nachhaltigen Energieträger zwischen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern sicherstellt.

Das Ergebnis der Eignungsprüfung ist Abbildung 8 zu entnehmen. Gebäude, die eine große Entfernung zu den potenziell geeigneten Gebieten aufweisen, sind für die dezentrale Versorgung vorgesehen (blau markiert). Potenziell geeignete Gebiete sind in grün hervorgehoben, hier ist eine nähere Betrachtung im weiteren Verlauf der Wärmeplanung erforderlich.

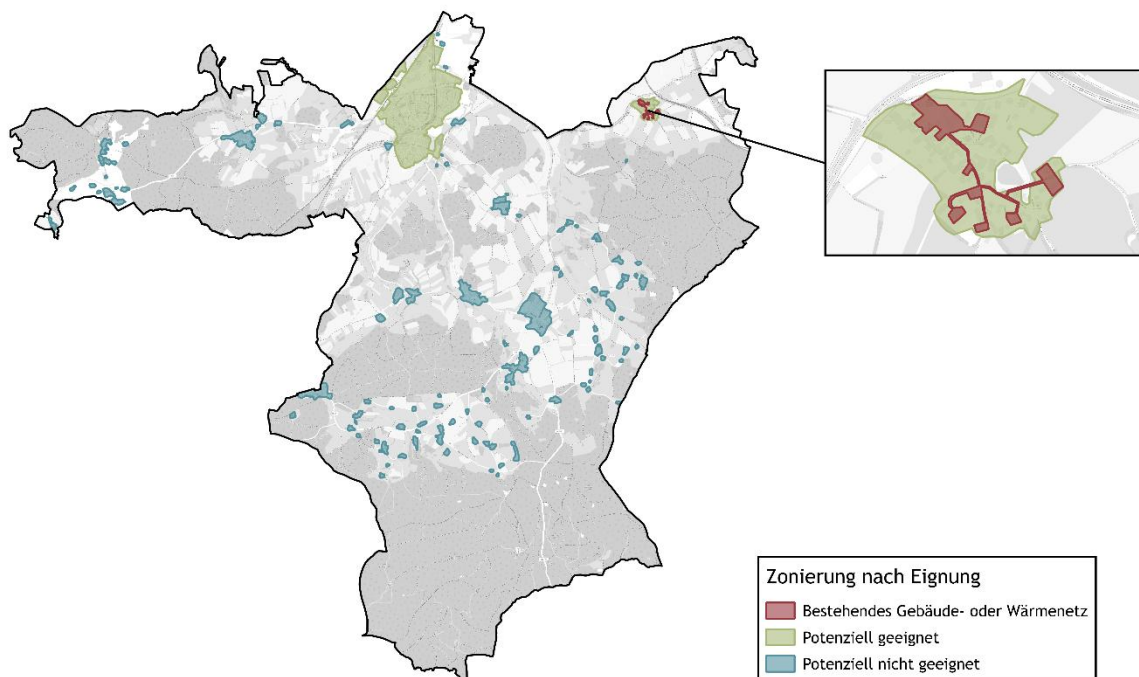


Abbildung 8: Ergebnisdarstellung der Eignungsprüfung, eigene Darstellung

2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanzierung zeigt den aktuellen Energie- und Wärmeverbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen in der Stadt auf. Mit der Bilanz lassen sich die größten Emissionsquellen und Potenziale für Einsparungen identifizieren und Fortschritte durch umgesetzte Maßnahmen in folgenden Jahren nachvollziehen. Die Energie- und Treibhausgasbilanz für die Stadt Waldershof wurde für das Jahr 2022 nach der *Bilanzierungs-Systematik Kommunal* (BISKO) erstellt [7]. 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 Stadtgebiet anfallen, nach den folgenden Sektoren zu bilanzieren:

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

Die sektorenscharfe Aufteilung der Verbrauchsdaten erhöht den Detaillierungsgrad und ermöglicht die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. „Industrie“ umfasst produzierendes Gewerbe und Großverbraucher, die sich durch eine gewisse Anzahl an Mitarbeitern und einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf von anderen Verbrauchergruppen unterscheiden. In Waldershof sind diese überwiegend in den Gewerbegebieten im Ortskern vertreten.

„Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ beinhaltet alle Verbräuche der kleineren Gewerbebetriebe wie Büros oder Einzelhandel.

Nicht energiebedingte Emissionen der Land-, Forst- sowie Abfallwirtschaft

werden nach BISKO nicht bilanziert. Durch die Verrechnung der Endenergieverbräuche mit den entsprechenden Emissionsfaktoren der Energieträger werden die Treibhausgasemissionen (THG) pro Jahr in Tonnen CO₂-Äquivalenten (tCO₂eq) ausgewiesen. Dabei werden auch die Vorketten der Energieträger berücksichtigt.

Abhängig von der Datenquelle wird im *Klimaschutz-Planer* eine Datengüte zugewiesen. Primärdaten aus Direkterhebungen weisen eine hohe Datenqualität auf. Sekundärdaten, die auf Vergleichs- oder Hochrechnungen basieren, haben eine geringere Datengüte, darunter fallen beispielsweise Daten aus Modellen, wie dem Verkehrsmodell TREMOD (*Transport-Emission Modell*). Die Datengüte der jeweiligen Eingabewerte sind im Klimaschutz-Planer gewichtet. Durch eine direkte Erhebung der Daten wird die Aussagekraft der Energie- und Treibhausgasbilanz verstärkt.

Im *Klimaschutz-Planer* sind Endenergieverbräuche und Emissionen des Straßen- und des Schienenverkehrs hinterlegt. Diese Daten basieren auf dem Emissionsberechnungsmodell TREMOD des *Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg* (ifeu), mit dem die Verbräuche des Verkehrs kommunenspezifisch abgebildet werden.

Die Daten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung übermittelt. Der Strom- und Erdgasverbrauch der Sektoren konnte über den jeweiligen Netzbetreiber erhoben werden. Da für die Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Waldershof eine hohe Anzahl an Daten direkt erhoben werden konnten, weist die Bilanz eine hohe Datengüte auf.

Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren

Der Endenergieverbrauch der Stadt Waldershof im Jahr 2022 beträgt insgesamt 96.683 MWh/a. Dies umfasst gemäß BSKO-Systematik alle Endenergieverbräuche im kommunalen Gebiet, also Wärme, Strom und Kraftstoffe aus dem Verkehrssektor. Abbildung 9 veranschaulicht die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche.

Abbildung 10 zeigt die Verteilung innerhalb der Sektoren. Mit 36,7 % entfällt der größte Anteil auf Private Haushalte. Es folgen Verkehr mit 36,6 %, Industrie mit 13,0 % Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit 12,5 %. Mit einem Anteil von 1,2 % nehmen Kommunale Einrichtungen eine deutlich untergeordnete Rolle ein, welche für eine Kommune typisch ist.

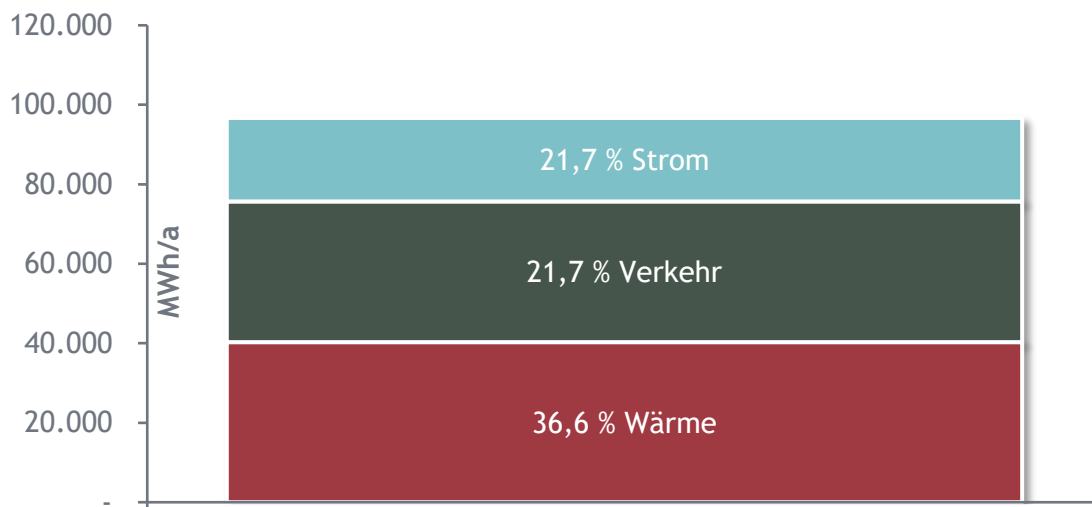


Abbildung 9: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereich, eigene Darstellung

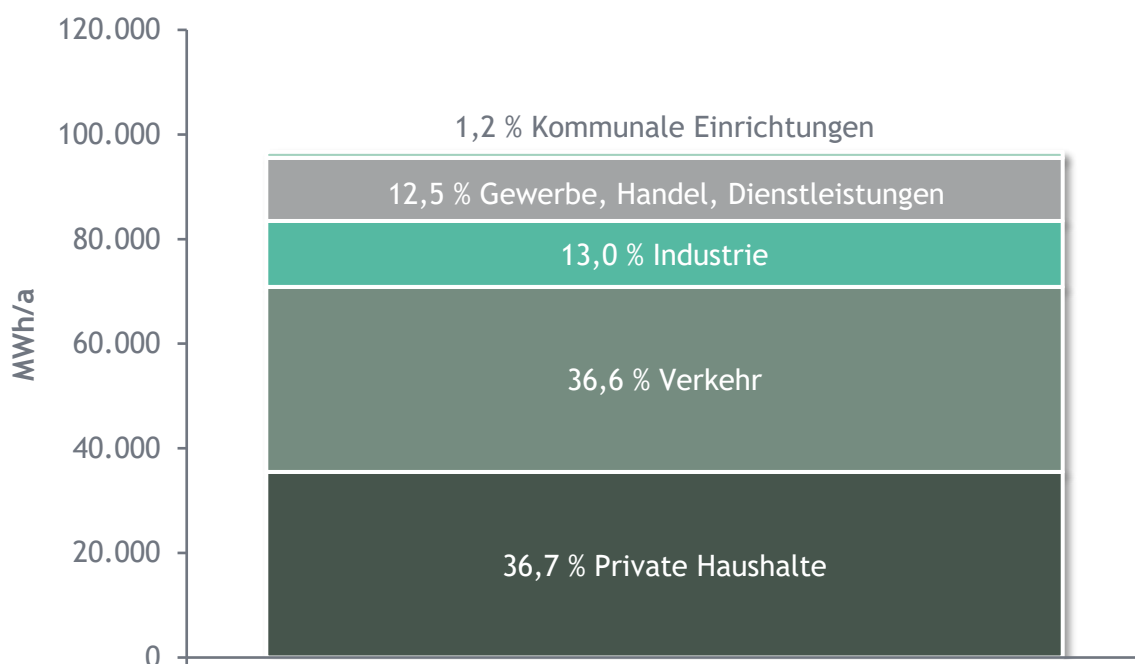


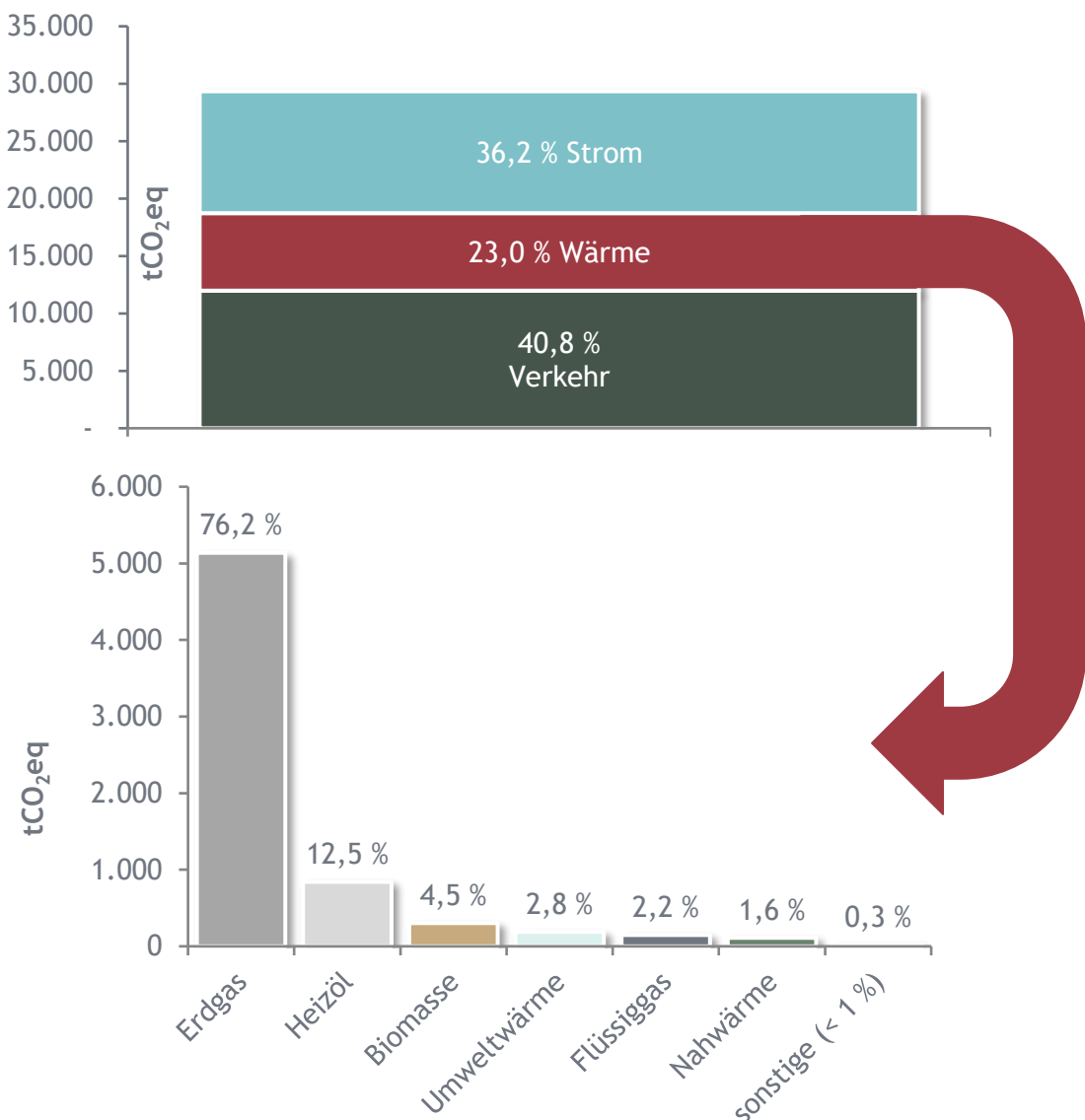
Abbildung 10: Endenergieverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

Treibhausgasemissionen nach Anwendungsbereich und Energieträgern

Die gesamten Treibhausgasemissionen der Stadt Waldershof betragen im Jahr 2022 29.332 tCO₂eq. Abbildung 11 zeigt den Anteil der Anwendungsbereiche am gesamten Treibhausgasausstoß. Dabei macht der Bereich Verkehr mit 40,8 % einen wesentlichen Teil aus. 23,0 % der Treibhausgase werden durch den Verbrauch von Wärme verursacht. Strom erzeugt mit 36,2 % den zweitgrößten Anteil an Treibhausgasemissionen im Stadtgebiet. Betrachtet man den Wärmesektor genauer, macht Erdgas

den größten Teil mit 76,2 % aus. Es folgen Heizöl mit 12,5 %, Biomasse mit 4,5 %, Umweltwärme mit 2,8 %, Flüssiggas mit 2,2 % und Nahwärme mit 1,6 %. Sonstige Energieträger weisen einen Anteil von 0,3 % auf.

Der Anteil von Biomasse spiegelt die geringen Treibhausgasauswirkung dieses Energieträgers wider, da die Nutzung von Biomasse zum Heizen in Waldershof nach Erdgas an zweiter Stelle steht (siehe Kapitel Wärmeverbrauch nach Energieträgern).



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

Abbildung 11: Treibhausgasausstoß nach Anwendungsbereich und Energieträgern, eigene Darstellung

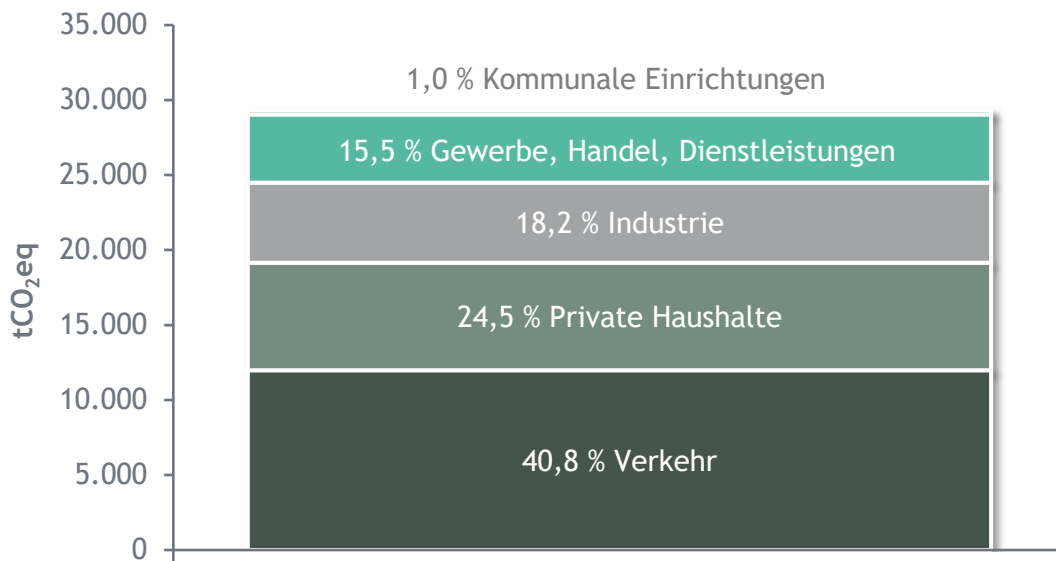
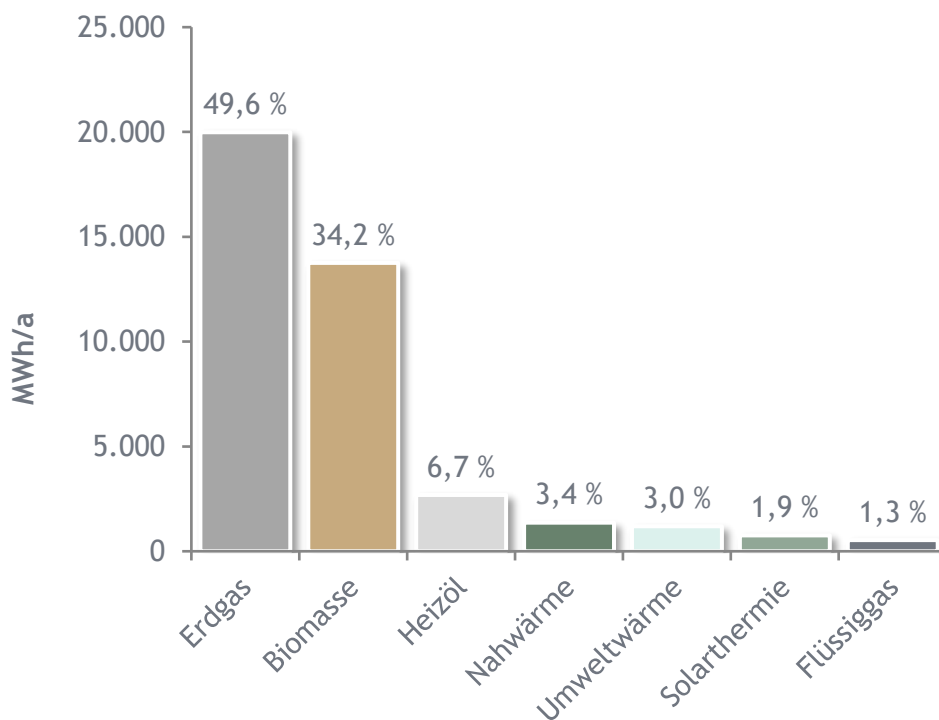


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Sektoren, eigene Darstellung

Wärmeverbrauch nach Energieträgern

Der hohe Prozentsatz von Erdgas, bezogen auf die Treibhausgasemissionen, spiegelt sich auch in der Zusammensetzung des Wärmeverbrauchs wider. Abbildung 13 zeigt die verwendeten Energieträger des Wärmeverbrauchs der Stadt Waldershof, dieser beläuft sich auf 40.277 MWh/a.

Erdgas überwiegt mit einem Anteil von 49,6 %, gefolgt von Biomasse mit 34,2 %. Heizöl folgt mit einem Anteil von 6,7 %. Auch Nahwärme mit 3,4 %, Umweltwärme mit 3,0 %, Solarthermie mit 1,9 % und Flüssiggas mit 1,3 % tragen einen Beitrag zum Wärmeverbrauch.



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

Abbildung 13: Wärmeverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung

Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern

Aus der Zusammensetzung der Energieträger ergibt sich, dass der Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung am gesamten Wärmeverbrauch bei 42,4 % liegt (Abbildung 14). Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung stellt damit ein hohes Treibhausgasreduktionspotenzial dar. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen unter anderem Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme. Bundesweit lag der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung

im Jahr 2022, laut Umweltbundesamt, bei 17,9 %. Auch wenn der erneuerbare Anteil der Energieträger der Stadt Waldershof den Bundesdurchschnitt übertrifft, werden dennoch 57,6 % der Wärmemenge über fossile Energieträger gedeckt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer konsequenten Dekarbonisierung des Wärmesektors, um eine Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen.

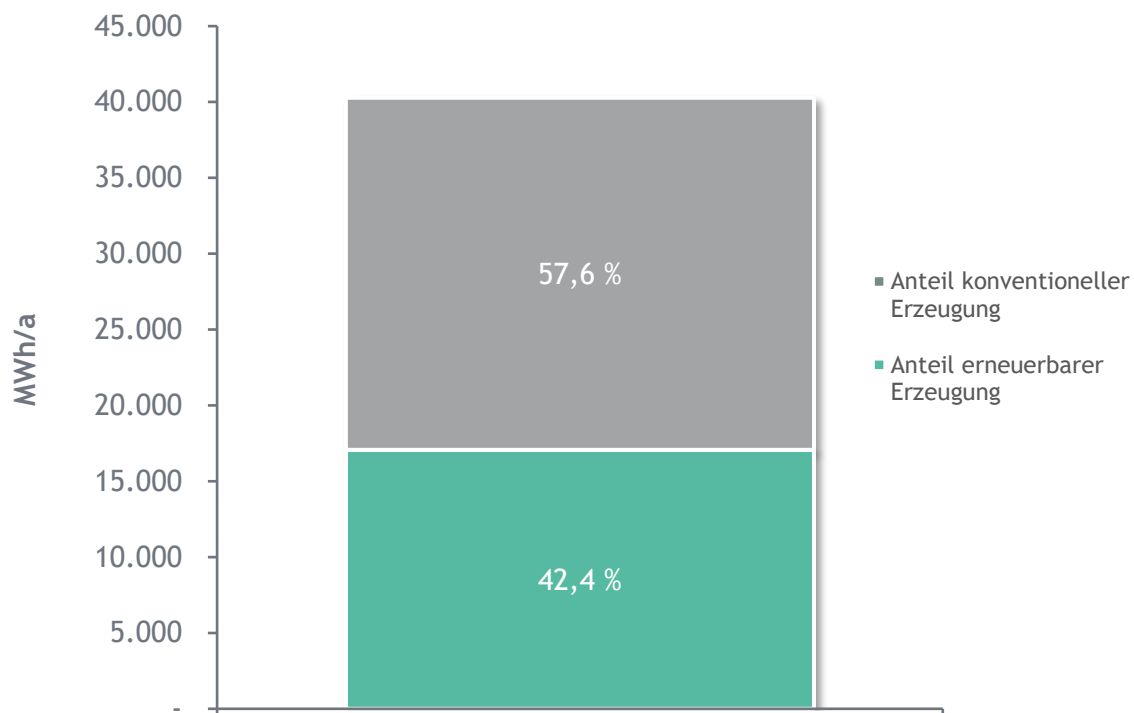


Abbildung 14: Anteil des erneuerbaren Wärmeverbrauchs, eigene Darstellung

Wärmeverbrauch nach Sektoren

Abbildung 15 zeigt die sektorale Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Stadt Waldershof. Der größte Wärmeverbrauch ist dem Sektor Private Haushalte mit einem Anteil von 74,6 % am gesamten Wärmeverbrauch zuzuordnen. Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen folgt mit einem Anteil von 13,0 % als zweitgrößter Wärmeverbraucher, gefolgt von dem Sektor Industrie mit 10,3 %. Der Sektor Kommunale Einrichtungen weist einen niedrigen Anteil von 2,0 % am Wärmeverbrauch auf.

Diese Verteilung spiegelt die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten der Stadt

wider, die überwiegend durch Wohnbebauung geprägt ist. Abgesehen von den Gewerbegebieten Südlich der Ludwig-Hüttner-Straße, östlich der Marktedwitzer Straße und Nördlich der Bahnlinie Nürnberg-Eger sowie einzelnen größeren Betrieben im Stadtgebiet ist das Vorkommen von Gewerbe und Industrie im Stadtgebiet vergleichsweise gering.

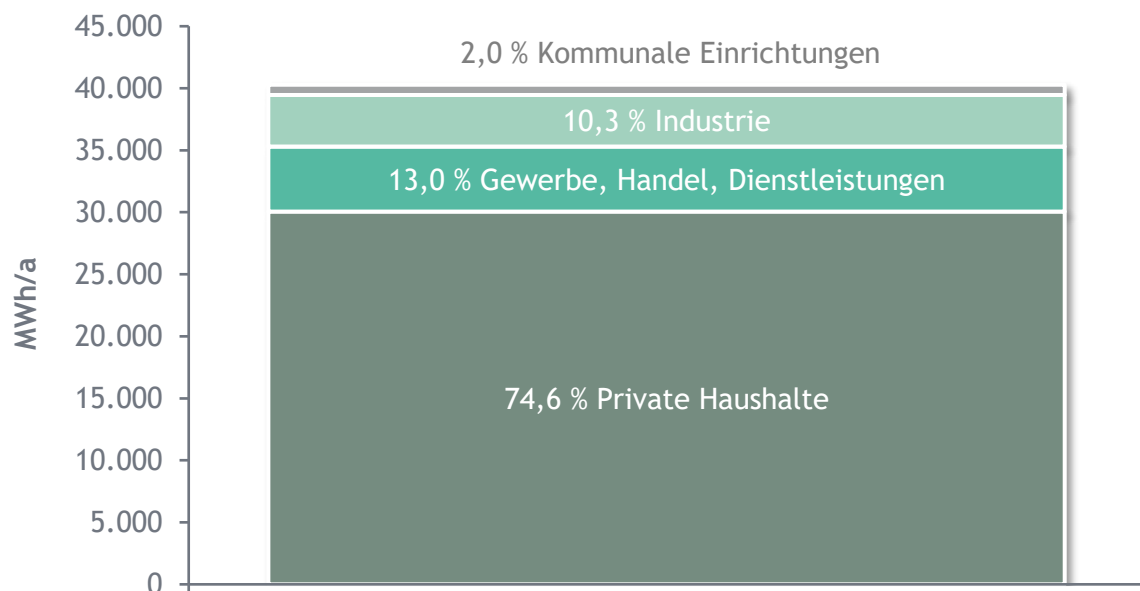


Abbildung 15: Wärmeverbrauch nach Sektoren, eigene Darstellung

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien in der Stadt Waldershof erzeugen bilanziell 67,6 % (Stand: 2022) des Gesamtstromverbrauchs. Der Bundesdurchschnitt liegt im Bilanzjahr, laut Umweltbundesamt, bei 46,3 %. Der gesamte Stromverbrauch beläuft sich auf 21.004 MWh/a. Die Bedeutung von Erneuerbaren Energien ist vor allem auf einen großen Anteil von Photovoltaik sowie

Biomasse und in kleinem Teil Biogas zurückzuführen.

Abbildung 16 zeigt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Photovoltaik dominiert mit der Erzeugung von 7.000 MWh/a, dicht gefolgt von Biomasse mit 6.868 MWh/a. Biogas verantwortet 330 MWh/a und Wasserkraft 5 MWh/a. Die Angaben beziehen sich auf das Bilanzjahr 2022.

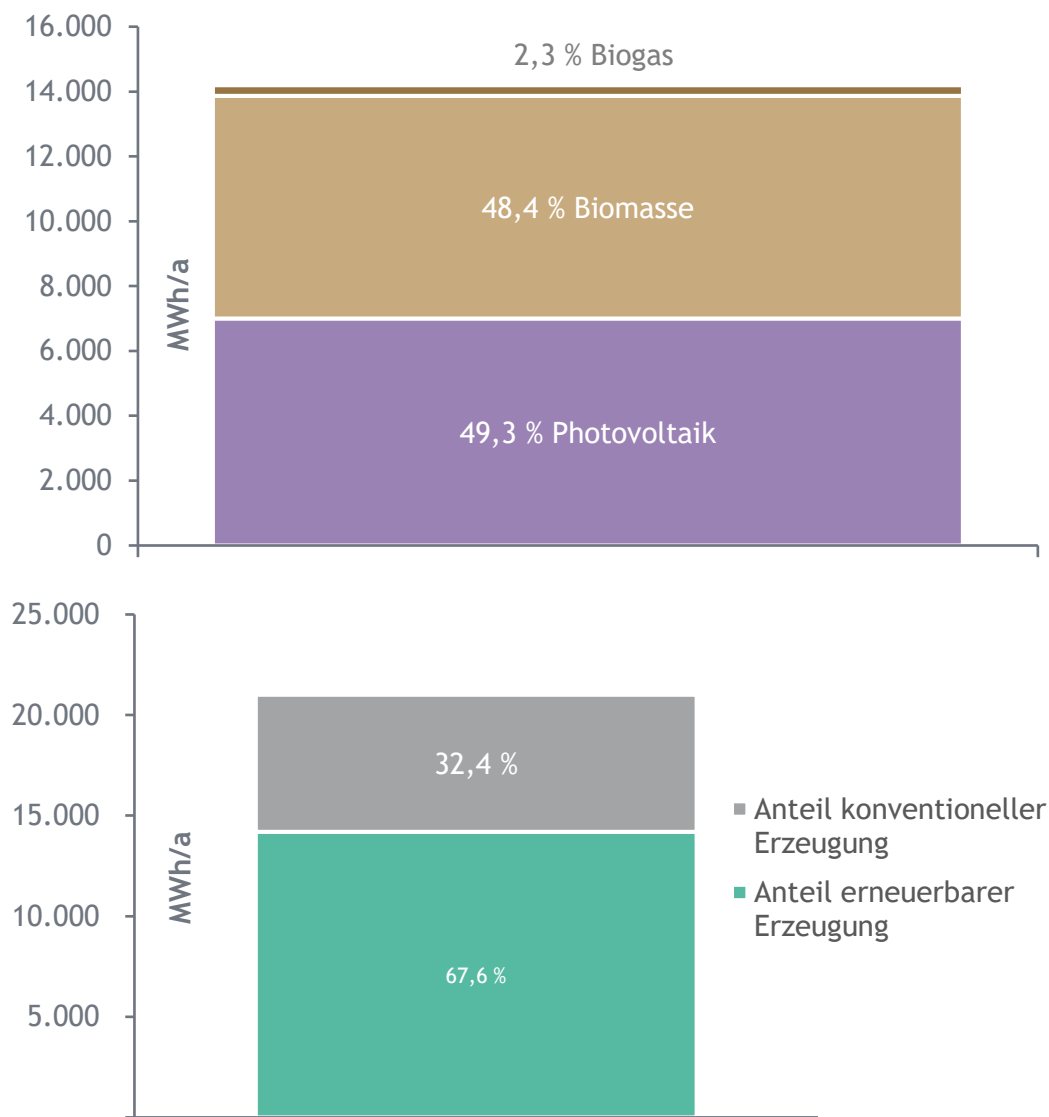


Abbildung 16: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und Anteil am Gesamtstromverbrauch im Bilanzjahr 2022, eigene Darstellungen

2.4 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist ein zentraler Aspekt der Wärmeplanung und der Bestandsanalyse. Der Wert wird berechnet durch die Verschneidung von Baualtersklassen und LoD2-Daten. Die Level-of-Detail Stufe 2 Daten (LoD2-Daten) sind 3D-Gebäudemodelldaten, die durch die Bayerische Vermessungsverwaltung zur Verfügung gestellt werden. Die Baualtersklassen sind Bestandteil der Zensus 2011-Daten. Die Daten liegen deutschlandweit in einem 100x100 m-Raster vor. Die Einteilung in Baualtersklassen beruht auf baugeschichtlichen Entwicklungen, wie das Inkrafttreten von Verordnungen (z.B. Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung). Über Energiebedarfskennwerte für Wohngebäude und deren Volumen werden den Gebäuden spezifische Heizbedarfe zugeordnet. Die Kennwerte sind dem

Leitfaden Energieausweis entnommen und berücksichtigen den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr ($\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$) [8].

Deutlich erkennbar ist der hohe Anteil älterer Gebäude. In Abbildung 17 ist die überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene dargestellt. 75 % des Gebäudebestands wurden vor 1979 errichtet und entsprechen oft nicht den heutigen energetischen Standards. Die mangelnde Wärmedämmung von Fassaden, Dächern und Fenstern sowie veraltete Heizsysteme führen zu einem erhöhten Energieverbrauch und beeinträchtigen die Energieeffizienz. Vor diesem Hintergrund spielt die energetische Sanierung des Altbestands eine wichtige Rolle in der kommunalen Wärmeplanung von Waldershof.

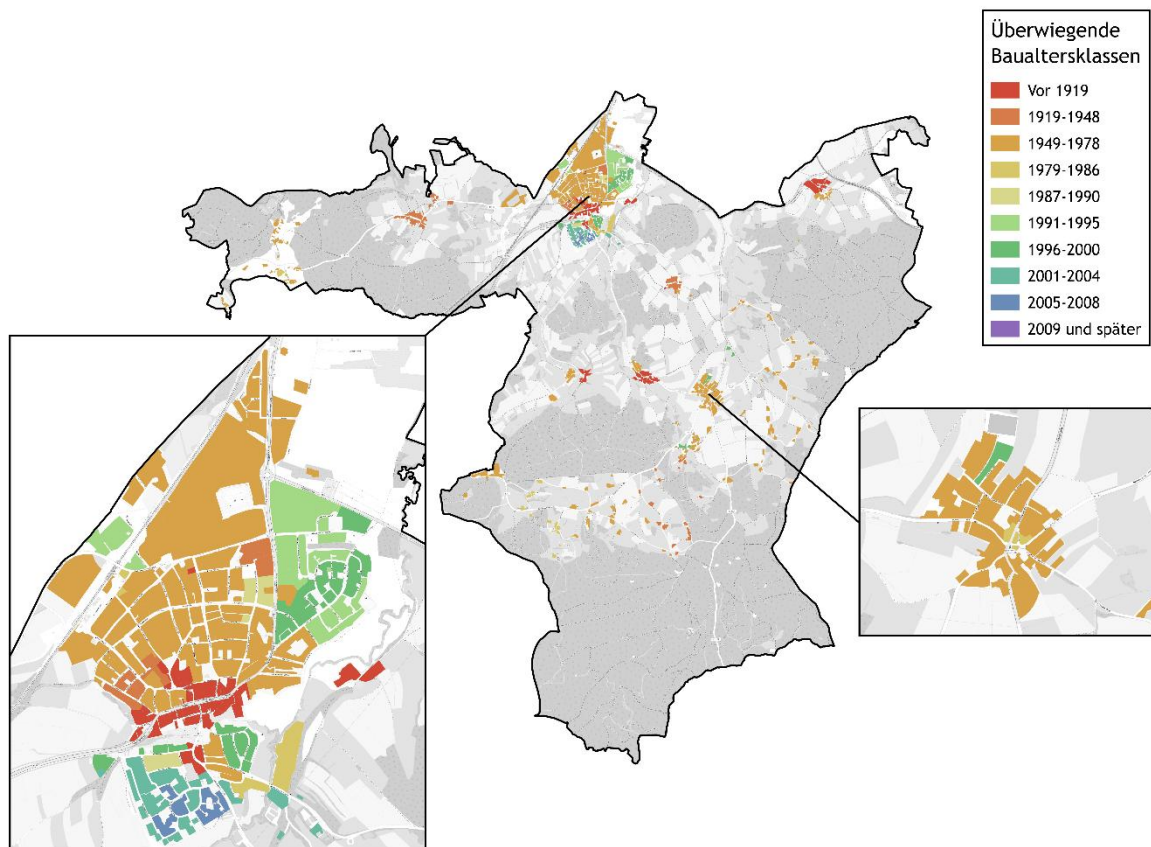


Abbildung 17: Überwiegende Baualtersklasse auf Baublockebene, eigene Darstellung

In der Stadt wird der Wärmebedarf durch die Vielzahl an Wohngebäuden, insbesondere Einfamilienhäuser und kleine Mehrfamilienhäuser, und die ansässigen Unternehmen bestimmt. Typischerweise liegen die Wärmebedarfsschwerpunkte im Innenstadtbereich, da hier eine verdichtete Bebauung vorliegt, während in den Außengebieten und Weilern oft mit größerem Abstand gebaut wird, so auch in Waldershof. Der Wärmebedarf im Hektarraster wird für die folgenden Berechnungen auf gebäudescharfe Ebene skaliert. Zur datenschutzkonformen Darstellung wird der Wärmebedarf auf Baublockebene abgebildet. Die Aggregation erfolgt nach natürlichen Unterbrechungen wie Infrastruktur (Schiene-, Straßen-, Wasserwege).

Die Analyse umfasst sowohl den Energieverbrauch für Raumwärme als auch für Warmwasser. Dadurch gelingt die Identifizierung von Hotspots mit besonders hohem

Bedarf, die für zukünftige Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung oder dem Ausbau von Wärmenetzen relevant sind.

Eine genaue Erfassung der vorhandenen Wärmestrukturen hilft nicht nur bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmebedarfs, sondern zeigt auch Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Wärmequellen auf. In Abbildung 18 und Abbildung 19 wird der Wärmebedarf der Stadt Waldershof als Hektarraster und aggregiert dargestellt. Der Wärmebedarf spiegelt die bauliche Struktur der Stadt wider. Bei der Einordnung des Wärmebedarfs gibt der Leitfaden zur Wärmeplanung des Bundes eine Orientierung [9]. Demnach ist eine Eignung für Wärmenetze ab 70 MWh pro Hektar und Jahr in Neubaugebieten und ab 415 MWh pro Hektar und Jahr für konventionelle Netze gegeben (siehe Tabelle 4).

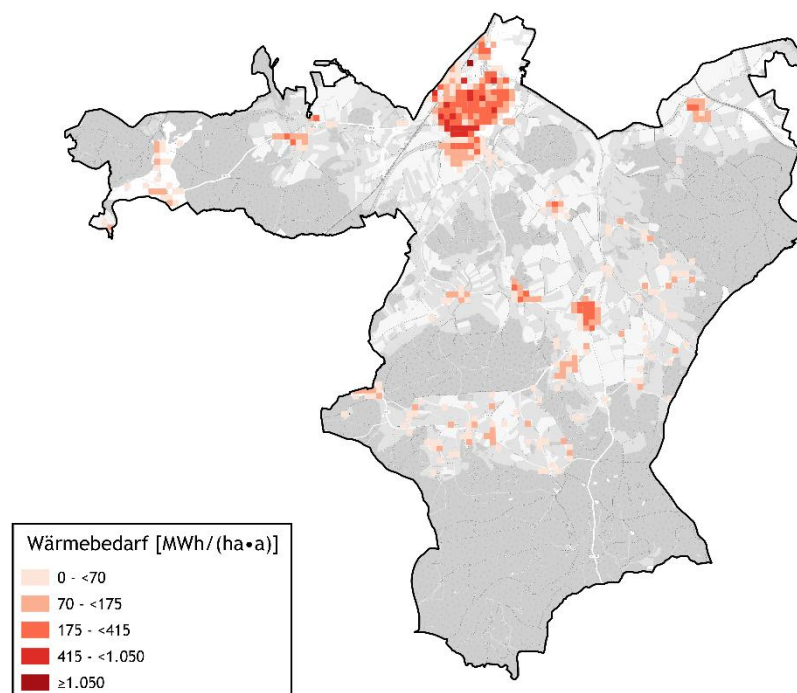


Abbildung 18: Wärmebedarf nach Hektarraster in Waldershof, eigene Darstellung

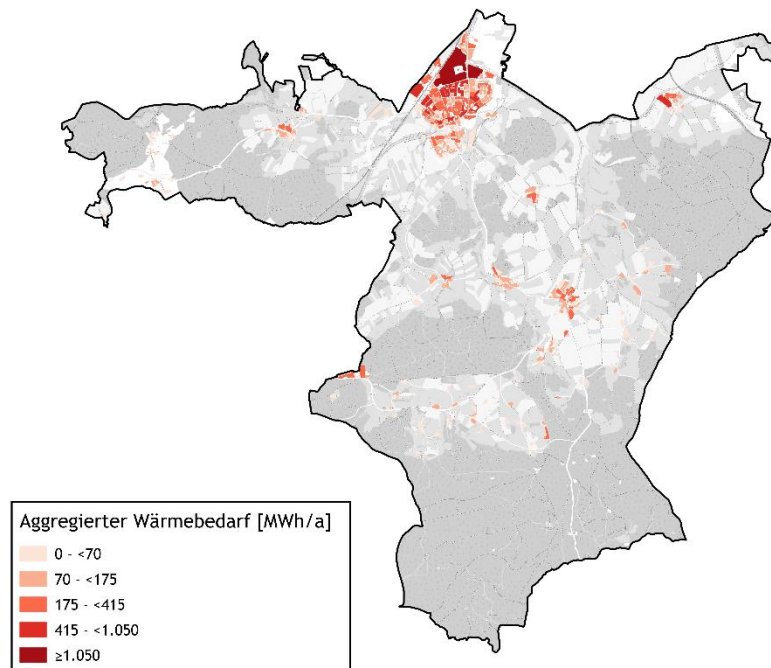


Abbildung 19: Aggregierter Wärmebedarf auf Baublockebene in Waldershof, eigene Darstellung

Tabelle 4: Einschätzung zur Eignung für Wärmenetze nach Wärmedichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [9]

Wärmedichte [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

Nachdem der Wärmebedarf der Stadt analysiert wurde, dient die Wärmelinien-dichte als Beschreibung der Wärmebe-darfsmenge pro Trassenmeter eines poten-ziellen Wärmenetzes. Der Kennwert ver-anschaulicht die linearen Bedarfsvertei-lung, indem die Linien die Intensität des Wärmebedarfs in den verschiedenen Be-reichen der Stadt 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 Re-lation zur Infrastruktur und den bestehen-den Bebauungsstrukturen zu setzen. Dar-aus kann eine erste Indikation einer Wärmelinien-dichte, der Auslastung einer mög-lichen zentralen Wärmeversorgung, abge-leitet werden.

In Abbildung 20 sind die Wärmeliniendichten in unterschiedlichen Farbtintensitäten angelegt, die den Grad der Nachfrage visualisieren: Von Rot für Gebiete mit höchstem Bedarf über Gelb für mittlere bis hin zu Grün für niedrige Wärmebedarfe. Diese farbliche Einteilung erleichtert eine schnelle Orientierung und gibt auf einen Blick Aufschluss über die Verteilung des Bedarfs.

So lassen sich Zonen mit dichter Besiedlung oder höherer gewerblicher Nutzung, die typischerweise eine stärkere Wärmenachfrage aufweisen, leicht von weniger dicht besiedelten Gebieten unterscheiden. Die jeweilige Einordnung ist in Tabelle 5 zusammengefasst.

Dabei wird deutlich, dass insbesondere der Ortskern von Waldershof durch hohe Wärmeliniendichten heraussticht.

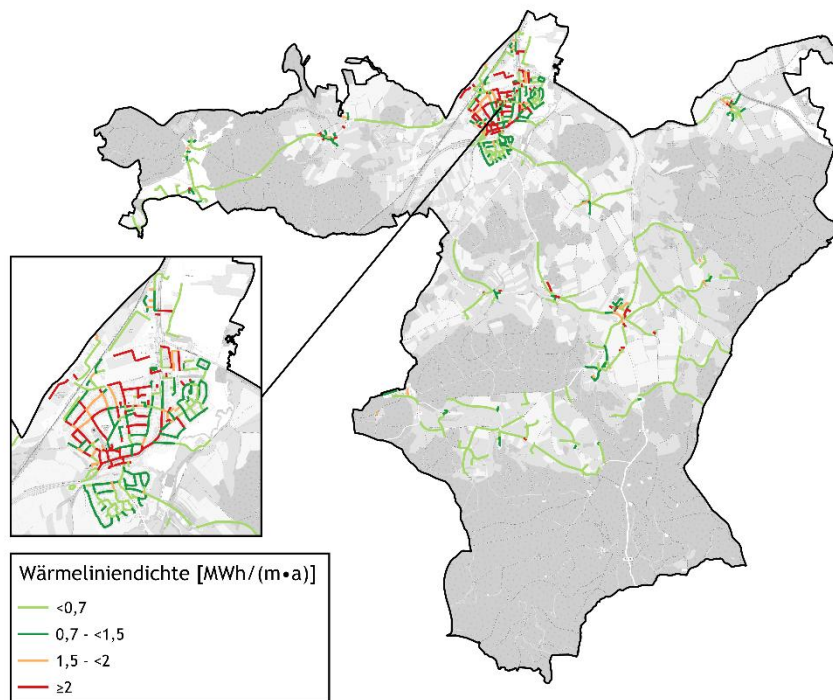


Abbildung 20: Wärmelinien-dichten in Waldershof, eigene Darstellung

Tabelle 5: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte, entnommen aus Leitfaden Wärmeplanung des Bundes [9]

Wärmelinien-dichte [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)

3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse stellt einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung dar und liefert wesentliche Erkenntnisse zur Realisierung einer klimaneutralen 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 Stadt Waldershof 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-Gebäudemodelldaten, 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 21 dargestellt.

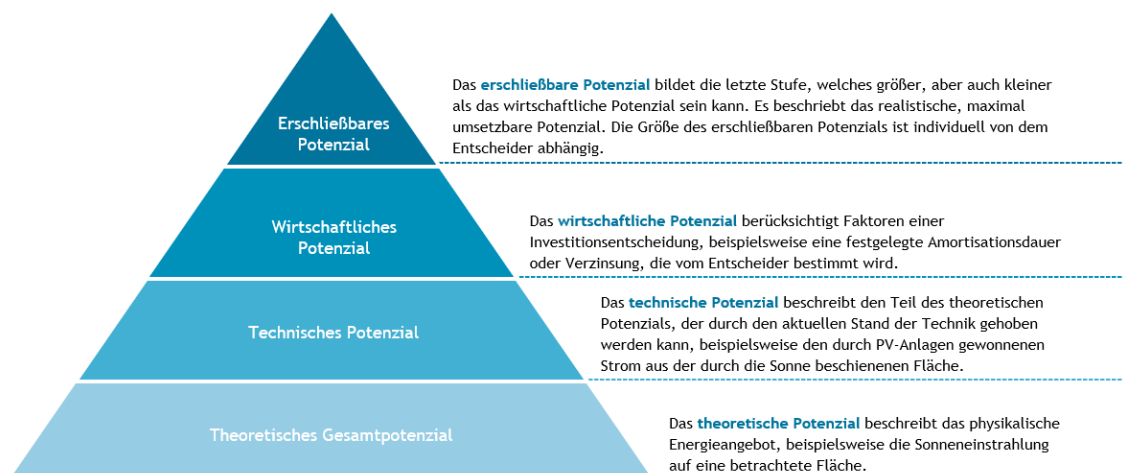


Abbildung 21: Potenzialpyramide, eigene Darstellung

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.

3.1 Wärmenetze

Wärmenetze sind Infrastrukturen zur zentralen Versorgung von Gebäuden mit Wärmeenergie. In einem Wärmenetz wird die erzeugte Wärme über ein Rohrleitungssystem von zentralen Erzeugungsanlagen, wie Blockheizkraftwerken, Geothermieranlagen oder Großwärmepumpen, zu den angeschlossenen Gebäuden transportiert. Diese Technologie erlaubt eine effiziente Wärmeherzeugung, da zentrale Anlagen oft höhere Wirkungsgrade erzielen, insbesondere durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung nachhaltiger Energiequellen wie Geothermie oder Abwärme. Beim Transport entstehen zwar unvermeidbare Wärmeverluste, doch durch die zentrale Erzeugung lassen sich Ressourcen effizienter nutzen. Wärmenetze werden bevorzugt in dichtbesiedelten Gebieten mit hohem Wärmebedarf eingesetzt, wo sie wirtschaftlich und technisch besonders vorteilhaft sind.

Für die Planungen zur möglichen Einführung von Wärmenetzen in Waldershof wurden detaillierte Untersuchungen durchgeführt. Dabei erfolgte eine Zonierung des Stadtgebiets anhand des in Kapitel 2.4 beschriebenen Wärmekatasters, um die unterschiedlichen Wärmebedarfe und Strukturen besser analysieren zu können. Dabei werden zusammenhängende Gebiete mit einem hohen Wärmebedarf zusammengefasst.

Für alle Gebiete werden beispielhafte Wärmenetze modelliert. Dafür werden zunächst die Wärmebedarfe der jeweiligen Gebiete ermittelt. Um das Potenzial zu ermitteln, wird im ersten Schritt mit einer Anschlussquote von 100 Prozent ausgegangen. Ergänzend wird ein möglicher

Trassenverlauf des Wärmenetzes entlang des Straßennetzes herangezogen.

So kann für die jeweiligen Ausbaubereiche eine Wärmelinienendichte angegeben werden. Die Wärmelinienendichte in kWh/m·a ist ein Indikator für die Auslastung der Wärmeverteilung sowie für die Verhältnismäßigkeit der Netzkosten. Die Wärmelinienendichte wird für die Einteilung von Gebieten in zentrale oder dezentrale Versorgung herangezogen. Bei einer hohen Wärmelinienendichte (in kWh/m·a) kann davon ausgegangen werden, dass sich die Gebiete eher für eine Versorgung über Wärmenetze eignen, da je errichtetem Trassenmeter mehr Wärmeabnahme erfolgt. Eine Wärmelinienendichte von über 1.500 kWh/m·a gilt in der Regel als guter Hinweis auf die wirtschaftliche Realisierbarkeit eines Wärmenetzes. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wärmelinienendichte immer projektspezifisch zu bewerten ist, auch Wärmelinienendichten ab 1.200 kWh/m·a können zielführend sein. Im Folgenden werden die Ergebnisse der beschriebenen Untersuchung dargestellt. Gebiete mit einer geringeren Wärmelinienendichte als 1.000 kWh/m·a werden nicht näher beschrieben, da diese in der Regel unwirtschaftlich sind. Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt neben der Wärmelinienendichte von zahlreichen weiteren Faktoren ab. Dazu gehört die Wahl geeigneter Energieträger für die Wärmeherzeugung, die Ausgestaltung effizienter Betreibermodelle sowie das Engagement und die Unterstützung seitens der Kommune und der Verwaltung. In Abbildung 22 sind die Gebiete grün markiert, die näher analysiert wurden, da sie als einzige eine Wärmelinienendichte von über 1.000 kWh/m·a aufweisen.

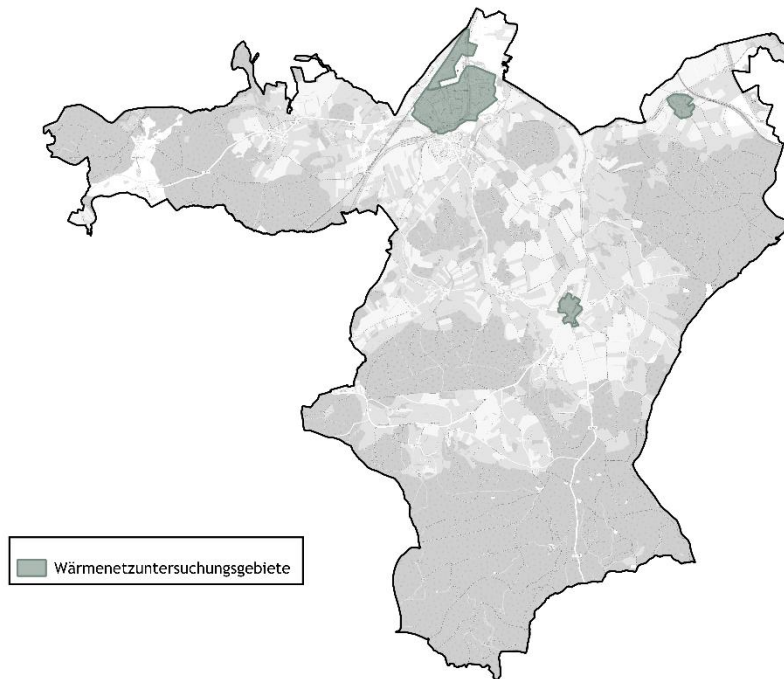


Abbildung 22: Wärmenetzuntersuchungsgebiete, eigene Darstellung

3.1.1 Detailbetrachtung Lengenfeld bei Groschlattengrün

Das Betrachtungsgebiet ist im nord-östlichen Teil des Stadtgebiets zu verorten. Etwa 37 % der Gebäude sind Einfamilienhäuser, 16 % entfallen auf Nichtwohnbäude, die überwiegend im betrachteten Gewerbegebiet liegen. Mehrfamilienhäuser sind gemäß der IWU-Kategorisierung sind zu 42 % vorhanden. Nahezu die gesamte Bausubstanz stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV), dem Vorläufer des heutigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Rund 42 % der Gebäude wurden zwischen 1949 und 1978 errichtet, die restlichen 58 % sind in den Jahren vor 1919 gebaut worden. Aufgrund dieser Baujahre verzeichnet der Ortsteil einen sehr hohen spezifischen Wärmebedarf, bezogen auf die brutto Geschossflächen der Gebäude, von 144 kWh/m² pro Jahr.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes in Lengenfeld ist in Abbildung 23 dargestellt. Der Darstellung kann entnommen werden, dass bereits ein bestehendes Nahwärmenetzes, welches durch eine Biogasanlage gespeist wird, vorhanden ist. Im Folgenden wurde eine mögliche Erweiterung betrachtet und dessen Wirtschaftlichkeit bewertet.

Die Analyse der Indikatoren deutet darauf hin, dass der Ausbau des bestehenden Wärmenetzes unter den aktuellen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich umsetzbar ist. Bei einer Anschlussquote von 100 % beträgt die Wärmelinienendichte 749 kWh/m·a. Unter Annahme einer realistischen Anschlussquote kann sich dieser Wert weiter auf 449 kWh/m·a reduzieren

und liegt damit deutlich unter dem Richtwert von 1.200 kWh/m·a.

Ursache hierfür ist insbesondere die geringe Bebauungsdichte, welche nicht durch den hohen Wärmebedarf je Gebäude ausgeglichen werden kann. Selbst bei einer Fortschreibung des Wärmeplans in fünf Jahren wird der Aufbau eines Wärmenetzes voraussichtlich keine wirtschaftlich tragfähige Lösung darstellen, da infolge energetischer Sanierungen mit einem weiter sinkenden Wärmebedarf zu rechnen ist.

Nach Ablauf der Einspeisevergütung für die Biogasanlage, Ende 2026, soll das bestehende Wärmenetz außerdem auf Hack-schnitzel als Energieträger umgerüstet werden, da ein wirtschaftliches Betreiben anschließend vermutlich nicht mehr gegeben ist.

Unter Berücksichtigung dieser wesentlichen Faktoren muss festgestellt werden, dass das betrachtete Gebiet als dezentrales Versorgungsgebiet im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes einzustufen ist.

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst:

- **Angeschlossene Gebäude: 43**
- **Trassenlänge: 1,6 km**
- **Wärmebedarf: 1.207 MWh/a**
- **Wärmelinienendichte: 749 kWh/m·a**

Aufgrund der geringen Wärmelinienendichte wird dieses Gebiet als dezentrales Gebiet eingestuft.



Abbildung 23: Detailbetrachtung Lengendorf, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.2 Detailbetrachtung Gewerbepark

Das Betrachtungsgebiet liegt im Norden der Stadt. Mit einem Anteil von 40 % stellen Reihenhäuser den größten Teil des Gebäudebestands dar, gefolgt von Einfamilienhäusern mit rund 38 %. Nichtwohngebäude machen 19 % aus, während Mehrfamilienhäuser gemäß der IWU-Kategorisierung lediglich 3 % umfassen. In diesem Gebiet wurden 93 % der Gebäude vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV) in Jahr 1978 errichtet. 7 % der Gebäude wurden zwischen 1991 und 1995 errichtet. Aufgrund des im Gewerbepark ansässigen Logistikzentrums der *Pending System GmbH & Co.KG (Cube)* ergibt sich ein Wärmebedarf von 3.830 MWh/a. Das Unternehmen wurde im Rahmen der Datenerhebung berücksichtigt und fungiert nach Abschluss der Datenanalyse als Ankerkunde. Damit wird deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes maßgeblich von seiner Beteiligung abhängt. Da jedoch kein Abwärmepotenzial seitens des Unternehmens vorhanden ist, müsste der gesamte Wärmebedarf vollständig durch eine externe erneuerbare Wärmequelle gedeckt werden.

Die Detailbetrachtung eines möglichen Wärmenetzes im Gewerbepark ist in Abbildung 24 dargestellt. Die Darstellung verdeutlicht, dass der zentrale Bereich des Wärmenetzes aufgrund seiner Größe der Gebäude einen erheblichen Einfluss auf die Wärmelinienichte und somit die Wirtschaftlichkeit hat.

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst:

- **Angeschlossene Gebäude: 69**
- **Trassenlänge: 3,1 km**
- **Wärmebedarf: 3.830 MWh/a**
- **Wärmelinienichte: 1.251 kWh/m·a**

Die Analyse der Indikatoren zeigt, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den derzeitigen Rahmenbedingungen grundsätzlich wirtschaftlich realisierbar erscheint. Bei einer Anschlussquote von 100 % beträgt die Wärmelinienichte 1.251 kWh/m·a. Gemäß den in Kapitel 5.1 definierten Richtwerten gilt eine Wärmelinienichte ab 1.200 kWh/m·a als potenziell wirtschaftlich.

Neben der Wärmelinienichte haben weitere Faktoren wie die Verfügbarkeit von Fördermitteln, die Art des Wärmeerzeugers und 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.

Angesichts dieser positiven Ausgangslage empfiehlt es sich, das Projekt weiter zu analysieren, mit dem Unternehmen auszutauschen und anschließend möglicherweise eine Machbarkeitsstudie durchzuführen. Diese kann dazu beitragen, die spezifischen wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen detailliert zu bewerten, mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren und eine solide Entscheidungsgrundlage für die Realisierung des Wärmenetzes zu schaffen.

Das betrachtete Gebiet wird deshalb als Wärmenetzgebiet im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes eingestuft.

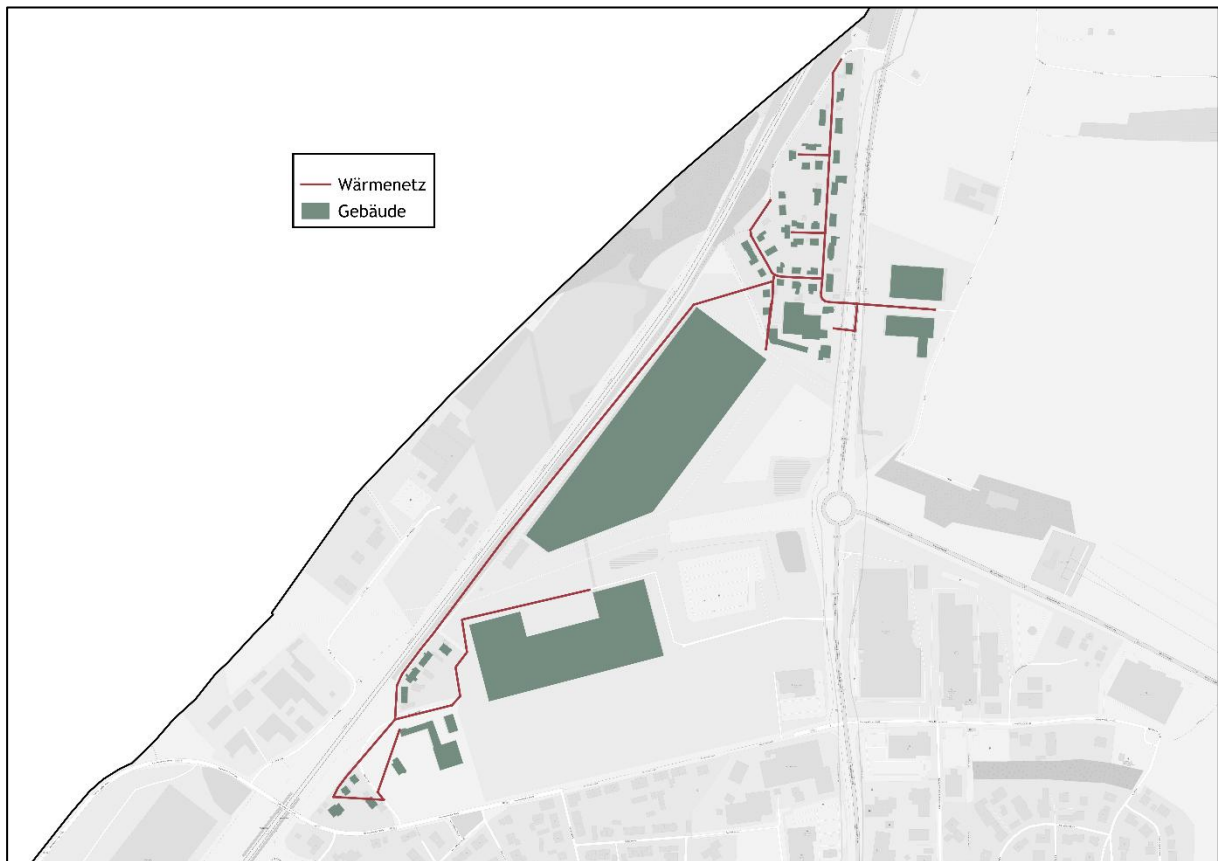


Abbildung 24: Detailbetrachtung Gewerbepark, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.3 Detailbetrachtung Stadtmitte

Das Betrachtungsgebiet liegt im Zentrum der Stadt. Mit rund 37 % stellen Einfamilienhäuser den größten Anteil am Gebäudebestand. Es folgen Reihenhäuser mit 28 %, Mehrfamilienhäuser mit 19 % und Nichtwohngebäude, die 16 % ausmachen. Ein großer Teil der Bausubstanz (77 %) stammt aus der Zeit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchV), dem Vorläufer des heutigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) im Jahr 1978. Der Ortsteil verzeichnet einen spezifischen Wärmebedarf, bezogen auf die brutto Geschossflächen der Gebäude, von 130 kWh/m² pro Jahr und liegt damit im charakteristischen Wertebereich eines durchschnittlichen Wohngebäudes. Die folgenden Abbildungen zeigen eine detaillierte Darstellung möglicher Ausbaustufen eines Wärmenetzes im Ortskern. Die Kennwerte verdeutlichen, dass vor allem die Bereiche der Gewerbeflächen entlang der Marktreidwitzer Straße, das Senioren-Servicehaus sowie die Grundschule aufgrund ihres hohen Wärmebedarfs einen erheblichen Einfluss auf die Wärmelinienindichte und somit die Wirtschaftlichkeit haben, diese wurden daher bereits in die kleineren Ausbaustufen integriert. Nachfolgende werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst:

Ausbaustufe I:

- **Angeschlossene Gebäude: 62**
- **Trassenlänge: 2,9 km**
- **Wärmebedarf: 5.842 MWh/a**
- **Wärmelinienindichte: 1.595 kWh/m·a**

Ausbaustufe V:

- **Angeschlossene Gebäude: 574**

- **Trassenlänge: 13,0km**
- **Wärmebedarf: 25.939 MWh/a**
- **Wärmelinienindichte: 1.393 kWh/m·a**

Die Analyse dieser relevanten Indikatoren legt nahe, dass der Aufbau eines Wärmenetzes im betrachteten Gebiet unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich sein kann. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei maßgeblich abhängig von der jeweiligen Ausbaustufe des Netzes sowie der Anschlussquote, die in der aktuellen Modellrechnung mit 100 % angenommen wurde. In der Praxis ist jedoch eher von einer realistischen Anschlussquote von etwa 60 % auszugehen. Diese Kenngrößen beeinflussen direkt die resultierende Wärmelinienindichte. Je größer die Netzstruktur bei gleichbleibendem Wärmebedarf dimensioniert ist, desto geringer fällt die Wärmelinienindichte aus, was zu steigenden spezifischen Kosten für die angeschlossenen Gebäude führt. Gemäß den in Kapitel 5.1 definierten Richtwerten gilt eine Wärmelinienindichte von mindestens 1.200 kWh/m·a als wirtschaftlich. Vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen erscheint es sinnvoll, den Ausbau des Wärmenetzes in Ausbaustufen zu planen. Diese Herangehensweise ermöglicht es, in einem ersten Schritt ein technisch und wirtschaftlich tragfähiges Teilnetz umzusetzen, Erfahrungen im Betrieb zu sammeln und schrittweise auf weitere Abschnitte auszuweiten. Zu diesem Zwecke wurde kürzlich eine Machbarkeitsstudie in diesem Bereich begonnen. Ein gestufter Ausbau reduziert das Investitionsrisiko und erlaubt eine bessere Anpassung an reale Anschlussquoten sowie die tatsächliche Nachfrageentwicklung im Zeitverlauf. Neben der Wärmelinienindichte wirken sich weitere Faktoren erheblich auf die

Wirtschaftlichkeit aus. Hierzu zählen insbesondere die Verfügbarkeit und Höhe öffentlicher Fördermittel, die Auswahl und Effizienz des Wärmeerzeugungssystems, der Einsatz innovativer Technologien wie beispielsweise Power-to-Heat, Solarthermie oder Großwärmepumpen sowie das gewählte Betreibermodell. Letzteres beeinflusst die langfristige Wirtschaftlichkeit besonders stark, da es sowohl die Kostenstruktur als auch das Investitionsrisiko und die Betriebssicherheit maßgeblich

bestimmt. Darüber hinaus können sich Änderungen der klimapolitischen Rahmenbedingungen, wie insbesondere eine weiter steigende CO₂-Bepreisung fossiler Energieträger, zusätzlich positiv auf die Attraktivität eines Wärmenetzes auswirken. Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse wird das betrachtete Gebiet (Ausbaustufe V, Abbildung 29) daher im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes als potenzielles Wärmenetzgebiet eingestuft.



Abbildung 25: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe I, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

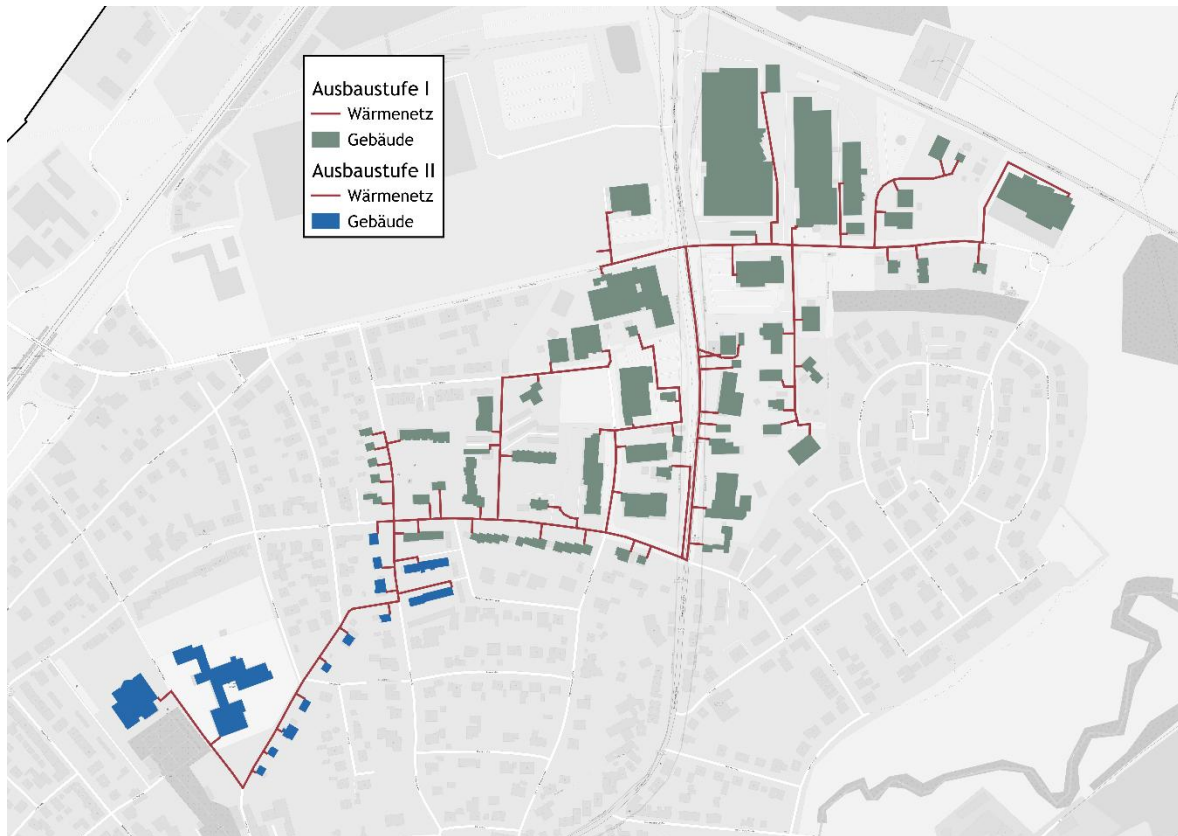


Abbildung 26: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe II, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

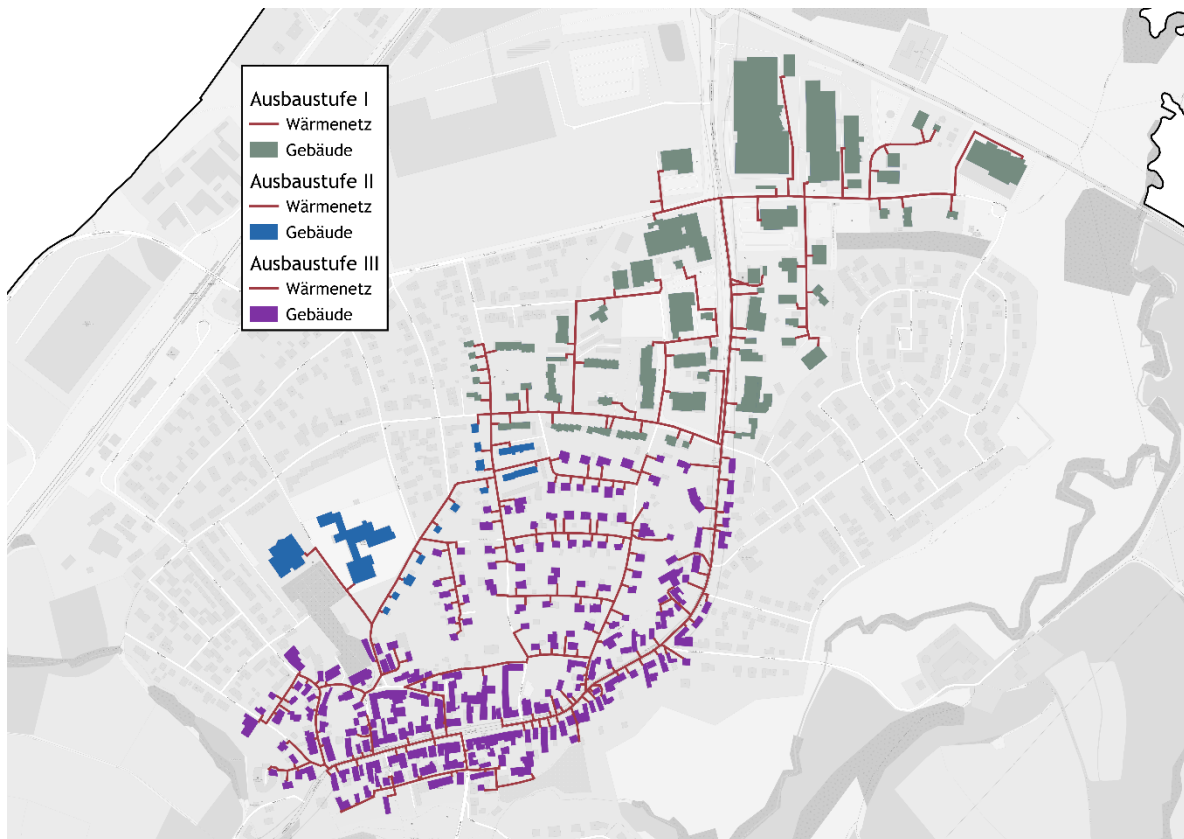


Abbildung 27: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe III, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung



Abbildung 28: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe IV, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung



Abbildung 29: Detailbetrachtung Stadtmitte Ausbaustufe V, möglicher Trassenverlauf eines Wärmenetzes, eigene Darstellung

3.1.4 Zwischenfazit Wärmenetzpotenzial

Die Analyse der einzelnen Gebiete zeigt, dass in zwei der drei untersuchten Bereiche die Wärmeliniendichte ausreicht, um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu betreiben. Die beiden Gebiete können Wärmeliniendichten von über 1.200 kWh/m·a erreichen, der als Richtwert für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen gilt.

In der Stadtmitte von Waldershof ergibt die Analyse eine günstige Ausgangslage. Mit einer Wärmeliniendichte von 1.595 kWh/m·a wird der wirtschaftlich relevante Schwellenwert von 1.200 kWh/m·a durch die Einbindung relevanter Großverbraucher in Ausbaustufe I überschritten. Ausbaustufe II kann durch die Schule eine Wärmeliniendichte von 1.652 kWh/m·a erreichen. In Ausbaustufe III wurde das dicht besiedelte Wohngebiet im Süden berücksichtigt und ein Wert von 1.682 kWh/m·a erreicht. In Ausbaustufe IV vergrößert sich das Netz um das weniger dicht bebaute Wohngebiet im Osten und die Wärmeliniendichte sinkt auf 1.429 kWh/m·a, welche weiterhin auf einen wirtschaftlichen Betrieb hindeutet. Die finale Ausbaustufe V schließt nun auch das ebenfalls weniger dicht besiedelte Wohngebiet im Nordwesten des Gebiets ein und der Kennwert sinkt weiter auf 1.393 kWh/m·a und bleibt damit weiterhin

über dem Richtwert von 1.200 kWh/m·a. Das Gebiet wird daher als Wärmenetzgebiet im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes eingestuft. Der nächste Schritt sollte die Auswertung der Machbarkeitsstudie sein, um technische und wirtschaftliche Details zu konkretisieren.

In Lengenfeld hingegen fällt die Wärmeliniendichte mit 749 kWh/m·a bereits bei einer unrealistisch hohen Anschlussquote von 100 % unter den Schwellenwert. Unter Annahme realistisch erreichbarer Anschlussquoten verschärft sich dieses Bild deutlich. Gründe hierfür liegen insbesondere in der geringen Bebauungsdichte. Lengenfeld wird daher als dezentrales Versorgungsgebiet eingestuft.

Im Gewerbepark im Norden von Waldershof liegt die Wärmeliniendichte mit 1.251 kWh/m·a über dem Wirtschaftlichkeitsrichtwert. Hauptverantwortlich dafür ist das Logistikzentrum der *Pending System GmbH & Co. KG (Cube)* das einen erheblichen Teil des Wärmebedarfs abdeckt. Die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes ist maßgeblich durch diesen Ankerkunden geprägt. Aufgrund der strukturellen Eignung wird das Gebiet als Wärmenetzgebiet gemäß Wärmeplanungsgesetz eingestuft.

3.2 Gebäudenetze

Eine mögliche Alternative zu Wärmenetzen stellen Gebäudenetze dar. Sie sind kleiner im Maßstab und bilden eine effiziente Lösung für die Wärmeversorgung, bei der zwei bis sechzehn Gebäude oder bis zu 100 Wohneinheiten über eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage versorgt werden. Der Grenzwert ergibt sich aus den Förderrichtlinien der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) und der *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (BEG). Wärmenetze transportieren erzeugte Wärme über ein weit verzweigtes Leitungsnetz und eignen sich besonders für großflächige, dicht besiedelte Gebiete mit hohem Wärmebedarf. Gebäudenetze hingegen sind kompakter ausgelegt und dienen der gemeinsamen Versorgung mehrerer zusammenhängender 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 Wärmenetz technisch oder wirtschaftlich nicht umsetzbar wäre.

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 Nutzer führt. Zudem reduzieren sich Wärmeverluste durch die Nähe der Verbraucher. 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.

Tabelle 6: Aspekte verschiedener Betriebsmodelle bei Gebäude- und Wärmenetzen

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

Besonders Genossenschaften als Betreibermodell ermöglichen Bürgerbeteiligung, fördern lokale Lösungen und sorgen für eine transparente Verwaltung. Die Gründung einer Genossenschaft erfolgt 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.

3.4 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

3.4.1 Wärme

Das Kapitel „Wärme“ der Potenzialanalyse widmet sich der Identifikation und Bewertung aller relevanten Wärmequellen, die zur klimaneutralen Wärmeversorgung innerhalb der Stadt beitragen können. Da der Wärmesektor maßgeblich zur Erreichung der lokalen und nationalen Klimaziele beiträgt, ist die Erschließung

nachhaltiger Wärmequellen eine Kernaufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Die nachfolgend untersuchten Wärmequellen umfassen eine Bandbreite von erneuerbaren Ressourcen bis hin zu innovativen Technologien, die einen zentralen Beitrag zur Reduktion fossiler Brennstoffe leisten können.

Luft-Wärmepumpen

Die Luft-Wärmepumpe ist eine bewährte Technologie, die Wärme aus der Umgebungsluft in nutzbare Heizenergie umwandelt. Sie funktioniert nach dem Prinzip, dass die in der Luft enthaltene Wärmeenergie durch einen Kältemittelkreislauf genutzt wird, um Gebäude zu beheizen oder Warmwasser zu bereiten. Die Luft-Wärmepumpe saugt die Außenluft an, leitet sie durch einen Verdampfer, in dem das Kältemittel die Wärme aufnimmt und verdampft. Im nächsten Schritt wird das dampfförmige Kältemittel in einem Kompressor verdichtet, was zu einem Temperaturanstieg führt. Dieser Dampf wird dann in einem Kondensator wieder verflüssigt, wobei Wärme an das Heizsystem abgegeben wird.

Ein wesentlicher Vorteil von Luft-Wärmepumpen ist ihre Flexibilität und einfache Installation, da sie keine tiefen Erdarbeiten benötigen und in der Regel auf bestehenden Gebäuden oder in neuen Bauvorhaben eingesetzt werden können. Sie sind besonders effizient in milden Klimazonen und können sowohl für die Heizung als auch für die Kühlung von Räumen verwendet werden, indem sie die Betriebsweise umkehren.

Aufgrund der geringen Restriktionen bietet die Luft-Wärmepumpe ein gutes Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme in Waldershof. Die Installation von Luft-Wärmepumpen ist im Vergleich zur Nutzung von Geothermie kostengünstig, da keine Erdarbeiten notwendig sind, was sie zu einer attraktiven Option für Hausbesitzer und gewerbliche Anwender macht.

Die Stromnetzkapazität in Waldershof ermöglicht eine umfassende Integration von Luft-Wärmepumpen, dafür ist gegebenenfalls ein Ausbau der Netzkapazitäten notwendig. Zudem können intelligente Steuerungssysteme eingesetzt werden, um die Betriebszeiten der Wärmepumpen optimal auf Zeiten mit hoher Stromverfügbarkeit, etwa durch Photovoltaikanlagen, abzustimmen.

Das Ergebnis lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Das Stromnetz in Waldershof kann den zusätzlichen Bedarf durch Luft-Wärmepumpen abdecken.**
- **Die Installation benötigt keine aufwendigen Erdarbeiten und lässt sich sowohl in bestehenden Gebäuden als auch in Neubauten integrieren.**

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 30 dargestellt werden. Ähnlich wie im zuvor beschriebenen Kapitel werden auch bei der oberflächennahen Geothermie Wärmepumpen eingesetzt, die das zur Verfügung stehende Temperaturniveau anheben.

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 Waldershof liegt die mittlere Wärmeleitfähigkeit bis zwei Meter Tiefe bei 1,0 bis 1,8 W/m·K. In 100 Meter Tiefe weist der Boden eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 2,6 bis zu 3,2 W/m·K auf, was gute Bedingungen für die Wärmeentnahme schafft [10]. 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, zur Wärmepumpe leiten. Während Kollektoren horizontal in wenigen Metern Tiefe verlegt werden, sind Körbe vertikal angeordnet und eignen sich besonders für Grundstücke mit begrenztem Platz. Die Wärmepumpe erhöht die Temperatur der gewonnenen Wärme, um sie für die Heizung oder Warmwasserbereitung nutzbar zu machen.

Die **Grundwasser-Wärmepumpe** nutzt 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.

Erdwärmesonden erschließen die Erdwärme in größerer Tiefe (typischerweise bis zu 250 m), indem sie vertikale Bohrungen nutzen, durch die ein Wärmeträgermedium zirkuliert. Diese Systeme sind effizienter, da die Temperatur in tieferen Bodenschichten konstanter bleibt, und eignen sich besonders für größere Gebäude oder bei höherem Wärmebedarf. Die Ergebnisse zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Waldershof lassen sich folgendermaßen beschreiben:

- **Es bestehen kaum Flächenrestriktionen für Erdwärmekollektoren.**
- **Potenzielle Grundwasser-Wärmepumpen Standorte sind in Waldershof teilweise hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch und daher eingeschränkt.**
- **Die Standorteignung von Erdsonden ist wie in Abbildung 31 erkennbar großflächig möglich.**
- **Der Boden in Waldershof weist eine Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 1,0 bis zu 1,8 W/m·K auf, was keine optimalen Bedingungen für die Wärmeentnahme schafft.**

Diese Kapazität spricht für eine mäßige Eignung der oberflächennahen Geothermie als eine nachhaltige Lösung zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und zur Förderung einer klimaneutralen Energieversorgung. Die Wärmeleitfähigkeit zeigt, dass oberflächennahe Geothermie in Waldershof lokal durchaus sinnvoll genutzt werden

kann, jedoch überwiegend nur für Einzelfalllösungen geeignet ist.

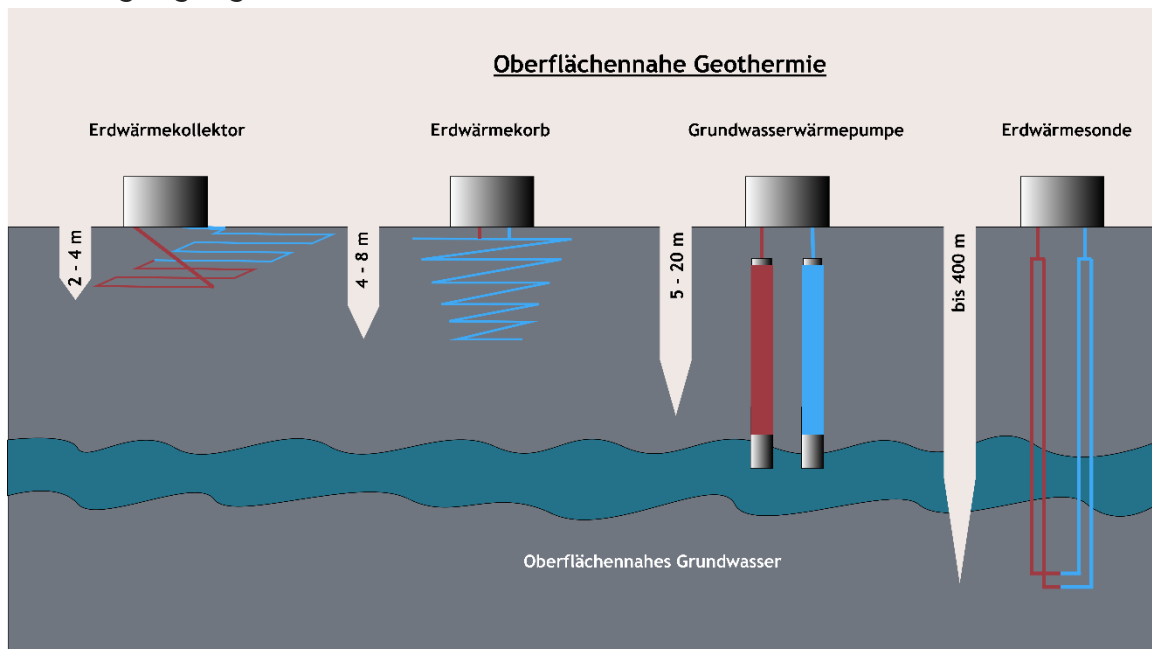


Abbildung 30: Funktionsprinzipien und Technologien der oberflächennahen Geothermie, eigene Darstellung

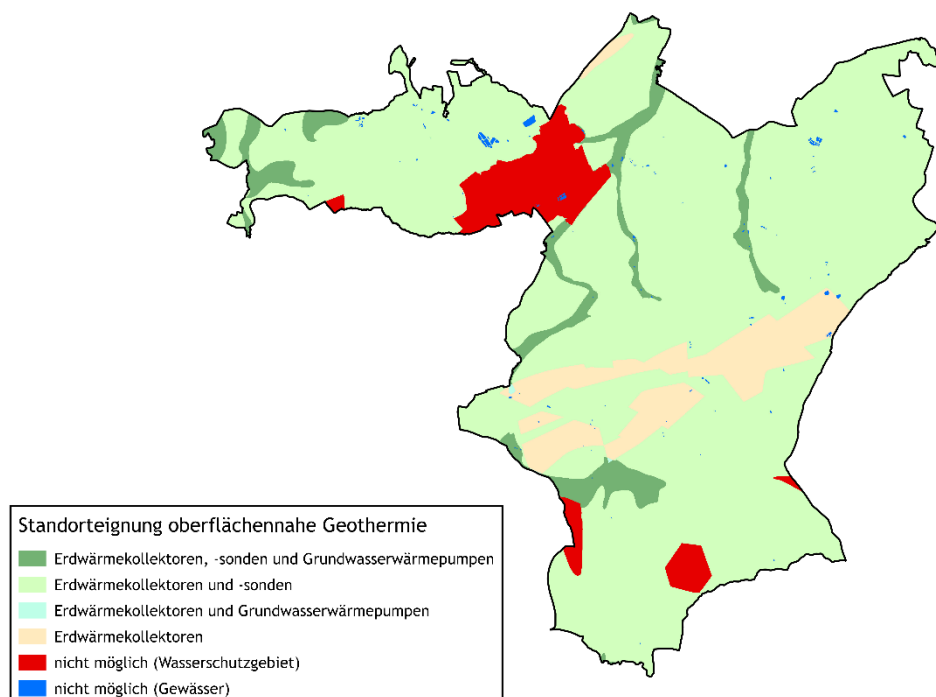


Abbildung 31: Standortteignung oberflächennaher Geothermie in Waldershof

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 Wärmetauscher an die Oberfläche gebracht 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.

Die geologischen Voraussetzungen für die Nutzung von Tiefengeothermie sind basierend auf großräumigen geologischen Auswertungen zu Temperaturverteilung und Gesteinsvorkommen in Waldershof günstig.

- **In der Stadt Waldershof wird keine Anlage zur Nutzung tiefer Geothermie betrieben.**
- **Die Stadt Waldershof liegt in einem geologisch ungeeigneten Gebiet für die Tiefengeothermienutzung.**
- **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. Diese Technologie nutzt den Temperaturunterschied zwischen Wasser und Luft, insbesondere während der kälteren Monate, um Wärme aus dem Flusswasser zu entziehen. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen wird diese Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben und zur Wärmeversorgung eingesetzt.

Der Prozess ist besonders umweltfreundlich, da die Wärmegewinnung emissionsfrei ist und keine nennenswerten Eingriffe in das Flusssystem erfordert. Die Technologie eignet sich besonders für städtische oder dicht bebaute Gebiete in der Nähe großer Fließgewässer.

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.

Im Stadtgebiet Waldershof gibt es keine größeren Fließgewässer. In unmittelbarer Stadtnähe fließt die Kösse. Auch dort existieren - wie im restlichen Stadtgebiet - keine offiziellen Messstellen zur kontinuierlichen Erfassung relevanter Parameter wie der Durchflussmenge oder der Wassertemperatur, sodass keine belastbare Aussage über die Eignung möglich ist. Das lokal nutzbare Potenzial der Flusswärme aus Fließgewässern dieser Größenordnung reicht unter guten Bedingungen maximal zur Versorgung einzelner Gebäude oder kleiner Gebäudenetze. Eine flächendeckende Nutzung im Sinne einer zentralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz erscheint nicht realisierbar.

Somit lassen sich die Ergebnisse folgendermaßen zusammenfassen:

- **Mangels offizieller Messstellen im Stadtgebiet ist keine belastbare Aussage zur Eignung möglich. Allerdings erscheint die Größenordnung der Fließgewässer im Stadtgebiet ohnehin zu klein um eine flächendeckende zentrale Wärmeversorgung zu realisieren.**

Solarthermie

Solarthermie wandelt solare Strahlung in nutzbare Wärme um. Kollektoren fangen Sonnenlicht ein und erzeugen Wärme, die zur Gebäudeheizung, Wassererwärmung oder Einspeisung ins Wärmenetz genutzt werden kann.

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

Freiflächen-Solarthermie: Diese Anlagen benötigen große, unbeschattete Flächen und sind besonders 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.

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, je nach lokalen Energiebedarfen und vorhandenen Förderprogrammen.

Das Solarthermiepotezial basiert auf den Untersuchungen der Gebäudegeometriedaten des Bayerischen Vermessungsamtes

(LoD2-Daten). Auf dessen Datengrundlage wird eine Methodik angewendet, die anhand technischer Rahmenbedingungen die spezifischen Erträge für die Dachflächen in Waldershof ausweist. In die Betrachtung gehen folgende Annahmen ein:

- Berücksichtigung von Flächen mit einer Strahlungsenergie über $800 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Mindestgröße von geneigten Dächern: 5 m^2
- Mindestgröße von Flachdächern: $12,5 \text{ m}^2$

Für Waldershof ergibt sich ein technisches Potenzial in Höhe von 119.320 MWh/a . Daraus ergibt sich bei 15% Umsetzungsquote ein erwartbarer Jahresertrag von **17.898 MWh**, der durch die Solarthermie auf den Dachflächen erzeugt werden könnte.

Diese Methodik liefert eine Abschätzung des Solarthermie-Potenzials auf den Dachflächen von Waldershof und bietet eine Grundlage für die Integration dieser Energiequelle in das kommunale Wärmekonzept. Die Ergebnisse zeigen, dass Solarthermie auf Dachflächen in Waldershof einen signifikanten Beitrag zur dezentralen Wärmeversorgung leisten kann. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Erwartbarer Jahresertrag:**
17.898 MWh
- **Die Wärmeerzeugung durch Solarthermie könnte bilanziell etwa 44 % des Wärmebedarfs in Waldershof decken.**

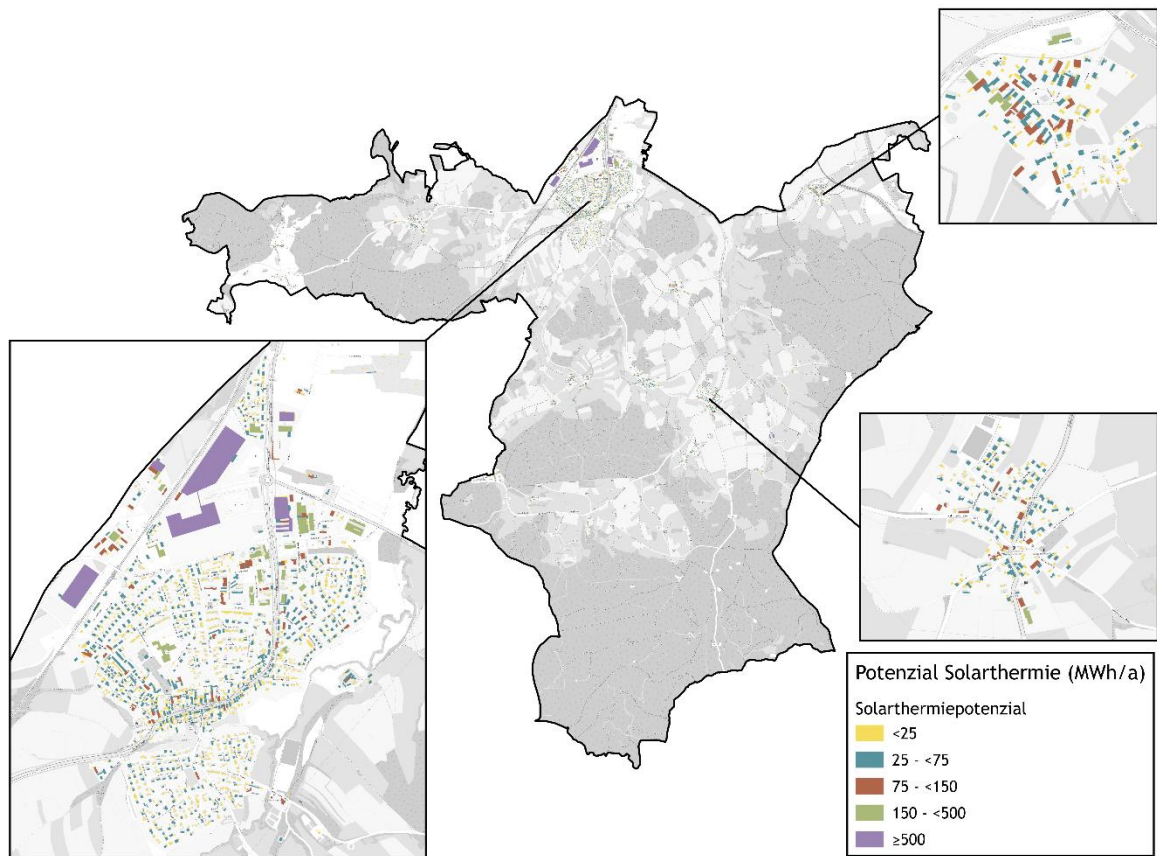


Abbildung 32: Ertragspotenzial für Solarthermieranlagen auf Dachflächen, eigene Darstellung

Biomasse

Biomasse umfasst eine breite Palette organischer Materialien wie Holz, pflanzliche Abfälle und landwirtschaftliche Produkte und dient als vielseitige Quelle erneuerbarer Energie. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung oder Fermentation, um Wärme und Strom zu erzeugen oder Bioenergieträger wie Biogas oder Biodiesel zu produzieren.

Biogasanlagen in Waldershof

Waldershof verfügt über drei Biogasanlagen die jährlich rund 10.000 MWh Strom aus Biomasse erzeugen. Neben der Stromerzeugung wird die Biogasanlage auch für die Wärmeerzeugung genutzt. Die erzeugte Wärme wird für die umliegenden Gebäude genutzt.

Die Standorte der Biogasanlagen sind in Abbildung 33 dargestellt. Die Möglichkeit, Biogas zu Biomethan aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen, wurde im

Rahmen der Potenzialanalyse geprüft. Dabei ergibt sich folgendes Ergebnis:

- Eine Biogasaufbereitung ist aufgrund der räumlichen Distanz zum Erdgasnetz sowie den Investitionen für die notwendige Infrastruktur (darunter Biogassammelleitungen und die Biomethanaufbereitungsanlage) für den Großteil der Biogasanlagen nicht wirtschaftlich umzusetzen.
- Die bisherige Nutzung der Biogasanlage zur Energieerzeugung bleibt daher die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Option für die Stadt Waldershof.

Es wird empfohlen, die bestehende Anlage weiterhin effizient zu betreiben und den Fokus auf die Optimierung von Wirkungsgrad und Nachhaltigkeit zu legen.

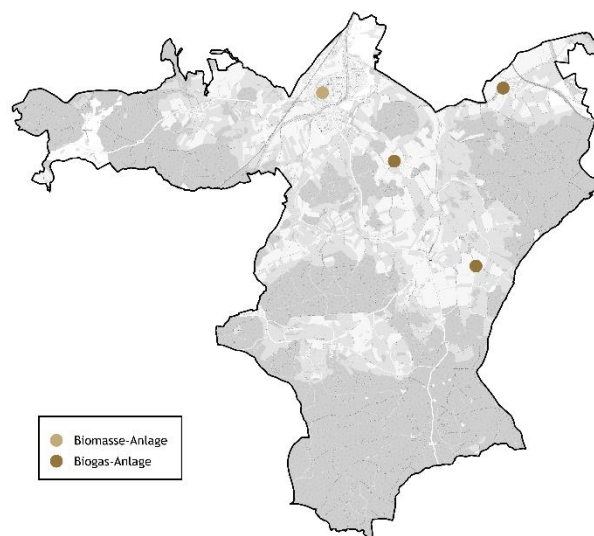


Abbildung 33: Standort der Bioenergieanlagen in Waldershof, eigene Darstellung

Darüber hinaus wurde im Rahmen der Potenzialanalyse das Potenzial der Biomassenutzung untersucht. Die Untersuchung ist in Abbildung 34 dargestellt und bezieht sich auf die landwirtschaftlichen Flächen für Grünland und Ackerland.

Die Analyse ergab folgendes technisches Ertragspotenzial für Biomasse aus landwirtschaftlichen Flächen:

- Biomassepotenzial Grünland:
12.017 MWh/a
- Biomassepotenzial Ackerland:
25.219 MWh/a

Zudem stellt **Holz** eine bedeutende Biomassequelle dar, deren Bedeutung jedoch stark von regionalen Gegebenheiten abhängt. In der betrachteten Kommune sind rund 50 % der Fläche bewaldet (vgl. Abbildung 34). Grundsätzlich ist sicherzustellen, dass die Holzentnahme die Regenerationsfähigkeit der Wälder nicht übersteigt, um die nachhaltige Nutzung zu gewährleisten. Eine Kaskadennutzung, bei der Holz zunächst stofflich (z. B. in der Bau- oder Möbelindustrie) und anschließend energetisch verwertet wird, kann in Regionen mit ausreichenden Holzressourcen dazu beitragen, den ökologischen und ökonomischen Nutzen von Holz zu maximieren. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren

beträgt der nutzbare Anteil nicht mehr als 30 %.

Auf Grundlage des durchschnittlichen Holzzuwachses der letzten zehn Jahre in deutschen Wäldern lässt sich ein langfristig nutzbares Potenzial ableiten. Daraus ergibt sich - bei nachhaltiger Bewirtschaftung - ein technisches Potenzial zur energetischen Nutzung der Waldflächen von 23.761 MWh/a.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Biomasse ein großes Potenzial für die energetische Versorgung in Waldershof bietet. Dieses Potenzial steht jedoch in Konkurrenz zur Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Es wird empfohlen, für die energetische Nutzung vorrangig Reststoffe wie Schnittgut, Restholz und andere landwirtschaftliche Abfälle heranzuziehen, das nutzbare Potenzial fällt dementsprechend niedrig aus. Die Ergebnisse des Biomassepotenzials für Waldershof lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Der große Waldanteil im Gemeindegebiet von Waldershof ermöglicht es theoretisch 59% des Wärmebedarfs mit Holz zu decken.**
- **Im Hinblick auf die vorhandenen Ressourcen sollte eine stoffliche Nutzung bevorzugt erfolgen.**

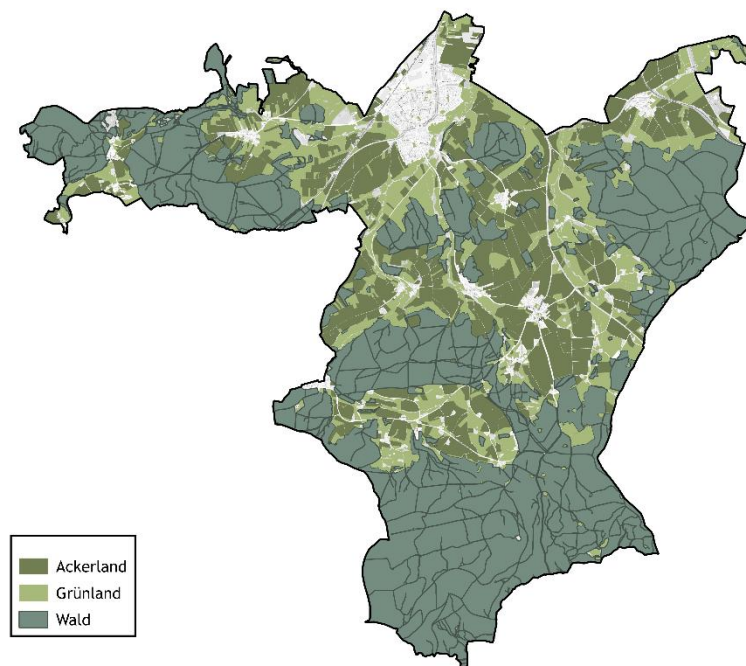


Abbildung 34: Potenzialflächen für die Nutzung von Ackerland, Grünland und Wald in Waldershof, eigene Darstellung

Wasserstoff

Die Stadt Waldershof liegt etwa 12 km entfernt einer geplanten Wasserstoff-Kernnetz-Neubauleitung. Trotz dieser räumlichen Nähe ist der Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor zum aktuellen Zeitpunkt weder wirtschaftlich sinnvoll noch absehbar. Die Fortschreibung der nationalen Wasserstoffstrategie stuft den Einsatz von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeversorgung als nachrangig ein, da der begrenzt verfügbare grüne Wasserstoff vor allem in Industrie und Transport benötigt wird, wo er nur schwer durch andere Energieträger zu ersetzen ist. Die starke Nutzungskonkurrenz in diesen Bereichen sowie die aktuell hohen Wasserstoffpreise verhindern eine rentable Nutzung im Wärmesektor. Diese These wird auch durch den lokalen Gasnetzbetreiber unterstützt. Waldershof verfügt außerdem über keine industrielle Ankerkunden die durch besonders energieintensive Prozesse eine Erschließung vorantreiben könnten.

Eine lokale Wasserstoffproduktion in Waldershof ist derzeit nicht vorgesehen. Daher ist für die Wärmeversorgung Waldershofs in absehbarer Zeit keine

wirtschaftlich lokale Wasserstofferzeugung und -nutzung zu erwarten.

Um die Möglichkeit einer Wasserstoffnutzung zukünftig neu bewerten zu können, ist es notwendig, die Entwicklungen der Wasserstoffverfügbarkeit und -preise bei der Fortschreibung des Wärmeplans erneut zu betrachten. Alternativen wie andere erneuerbare Energiequellen bleiben vorerst im Fokus der kommunalen Wärmeversorgung.

Das Wasserstoffpotenzial in Waldershof lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- **Wasserstoff ist für den Wärmesektor in Waldershof aktuell weder wirtschaftlich noch realistisch nutzbar.**
- **Eine lokale Wasserstoffproduktion ist nicht geplant; erneuerbare Alternativen bleiben im Fokus.**

Bei der Fortschreibung des Wärmeplans ist eine neue Beurteilung des Wasserstoffpotenzials erforderlich.

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 genutzt werden, z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen. Langfristig unterstützt eine umfassende Sektorenkopplung nicht nur den Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern trägt auch zur Flexibilisierung des

Photovoltaik (PV)

Photovoltaik (PV) ist eine Technologie, die Sonnenenergie in elektrischen Strom umwandelt. Diese Elektrizität kann für den

PV-Freifläche

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen innerhalb des Stadtgebietes 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).

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 Photovoltaik und Windkraft näher betrachtet. Die Moosach und die Glonn erzeugen bereits an insgesamt fünf geeigneten Standorten Strom aus Wasserkraft.

Eigenverbrauch in Gebäuden und zur Einspeisung ins Stromnetz genutzt werden.

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
- Vogelschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitat Gebiete
- 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: 1.400 kWp
- Ausrichtung: Südausrichtung mit 25° Aufständigung

Abbildung 35 zeigt das PV-Freiflächenpotenzial in Waldershof. Dabei gelten die türkisenen Flächen als geeignet und die dunkelgrünen Flächen als potenziell geeignet. Die in Rot dargestellten Flächen kennzeichnen Standorte geplanter beziehungsweise derzeit im Bau befindlicher PV-Freiflächenanlagen während lila Flächen bestehende Anlagen darstellen. Der daraus erwartbare jährliche Ertrag beläuft sich auf etwa 89.416 MWh.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Zubau auf geeigneten Freiflächen:

- PV-Leistung: 97,98 MWp
- Erwartbarer Jahresertrag: 89.416 MWh/a

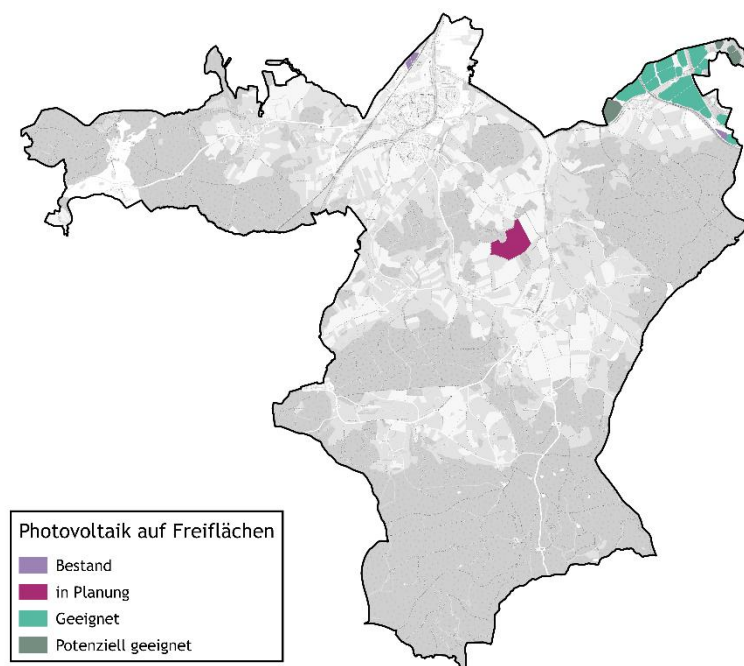


Abbildung 35: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen, eigene Darstellung

PV-Dachfläche

Die PV-Potenzialuntersuchung auf Dachflächen basiert genauso wie die Potenzialuntersuchung für Solarthermie auf den Untersuchungen des Bayerisches Vermessungsamtes [1]. Auch hier wird für die Bewertung der Eignung die Strahlungsenergie herangezogen. Es wurden folgende Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung von Flächen mit einer Strahlungsenergie über 814 kWh/m²·a
- Verschattung kleiner 20 %
- Mindestgröße von geneigten Dächern 7 m²
- Mindestgröße von Flachdächern: 17,5 m²

Die berechneten Werte ergeben einen erwartbaren Jahresertrag von 50.330 MWh/a durch die Photovoltaikanlagen auf Dachflächen. Verglichen mit dem Waldershofer Stromverbrauch in Höhe von

21.004 MWh/a im Bilanzjahr 2022 würde dies bilanziell eine signifikante Überdeckung bedeuten.

Bei 40 % Umsetzungsquote ergibt sich ein erwartbarer Jahresertrag von **20.132 MWh**, der durch PV auf den Dachflächen erzeugt werden könnte.

Diese Methodik liefert eine fundierte Schätzung des PV-Potenzials auf den Dachflächen in Waldershof. 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: 62,4 MWp**
- **Erwartbarer Jahresertrag: 20.132 MWh/a**

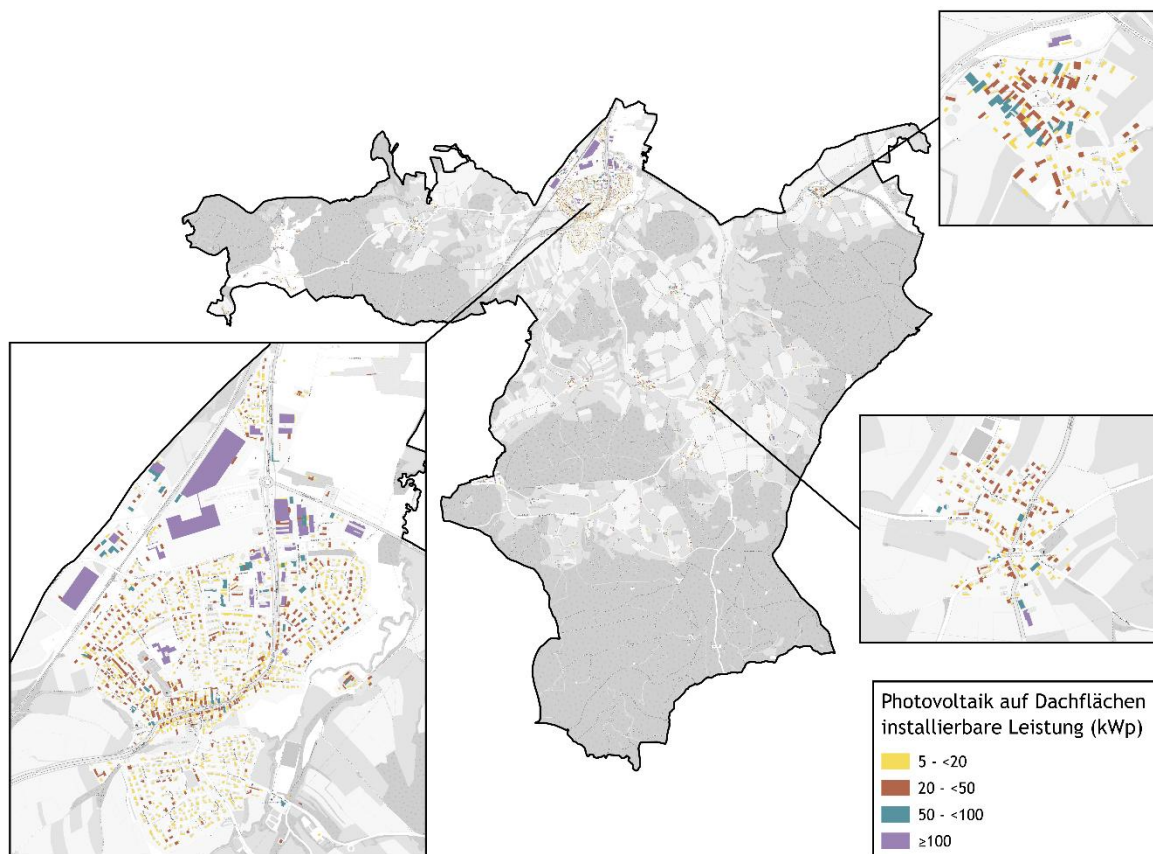


Abbildung 36: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen, eigene Darstellung

Wind

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

In Waldershof wurde das Potenzial für den weiteren Ausbau der Windenergie untersucht, um die Möglichkeiten zur Nutzung dieser Ressource im Rahmen des kommunalen Wärmeplans zu bewerten.

Im Stadtgebiet Waldershof sind derzeit keine Windkraftanlagen vorhanden. Konkrete Planungen für einen zukünftigen

Ausbau bestehen aktuell nicht. Die Potenziale zur Nutzung der Windenergie sind begrenzt, da nur wenige Flächen die erforderlichen Rahmenbedingungen erfüllen, insbesondere im Hinblick auf die Einhaltung gesetzlich empfohlener Mindestabstände von 1.000 Metern zu Wohnbebauungen. Das südliche Randgebiet entspricht diesen Anforderungen und weist zudem eine hohe Windhöffigkeit auf. Die daraus resultierenden hohen spezifischen Jahreserträge pro Anlage könnten unter den gegebenen Voraussetzungen eine wirtschaftlich tragfähige Nutzung der Windenergie ermöglichen.

- **Waldershof verfügt derzeit über keine Windkraftanlagen.**
- **Aufgrund des standortspezifischen Windpotenzials und des daraus resultierenden hohen maximal erzielbaren Jahresertrags pro Anlage erscheint eine wirtschaftlich tragfähige Nutzung der Windenergie im Stadtgebiet realistisch.**

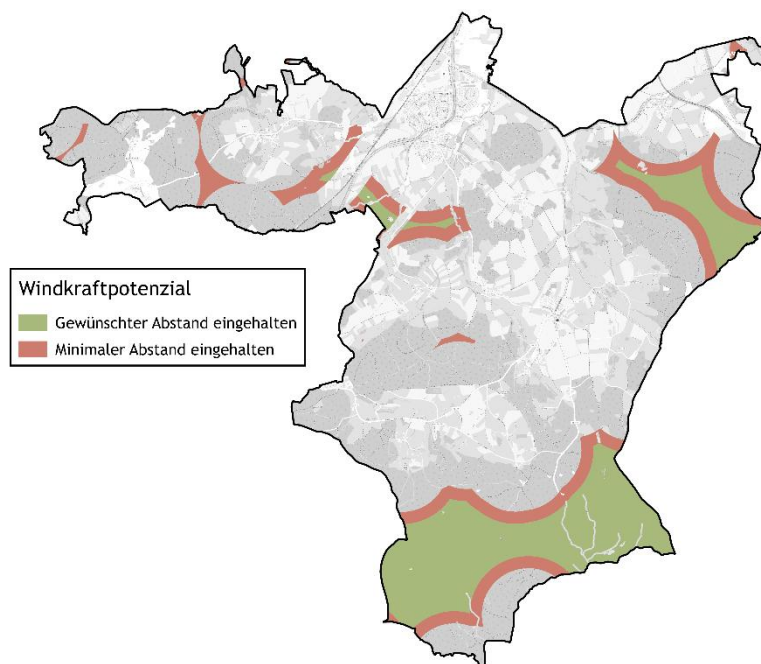


Abbildung 37: Potenziell geeignete Aufstellflächen für Windkraftanlagen, eigene Darstellung

3.5 Effizienzpotenziale

Im Rahmen der Effizienzpotenziale wird untersucht, wie durch gezielte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Wärmeversorgung signifikante Einsparungen bei Verbrauch und Emissionen

3.5.1 Sanierung

Die Sanierung von Wohn- und Gewerbeimmobilien stellt einen Ansatz dar, um den Heizbedarf zu reduzieren und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Durch gezielte Maßnahmen, wie die Verbesserung der Wärmedämmung, kann der Energieverbrauch gesenkt werden.

Das detaillierte 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 zwei

erzielt werden können. In den folgenden Unterkapiteln werden zwei zentrale Ansatzpunkte betrachtet: die Sanierung von Gebäuden und der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Szenarien bis zum Zieljahr 2045 betrachtet. Für die energetische Bewertung wird das Gebäudeenergiegesetz (GEG) herangezogen.

Im Wärmekataster werden den 3D-Gebäudemodellen Wärmebedarfe zugeordnet. Davon ausgehend wird die Kubatur des Bestandsgebäudes vereinfacht über die Gebäudemodelle dargestellt und den hinterlegten Flächen, wie Wänden, Fenster und Dachflächen Standard U-Werte nach dem GEG zugeordnet. So wird der Wärmebedarf des Referenzgebäudes nach GEG modelliert. Die U-Werte können der Tabelle 7 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 38 stellt die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Gebäude innerhalb der Baualtersklassen dar.

Tabelle 7: Ausführung der Gebäudehülle des Referenzgebäudes nach GEG 2024, eigene Darstellung

Bauteil	U-Wert des Referenzgebäudes nach GEG
Dach	0,20 W/m²K
Außenwand	0,28 W/m²K
Außentüren	1,8 W/m²K
Fenster	1,3 W/m²K
Bodenplatte (gegen Erdreich)	0,35 W/m²K

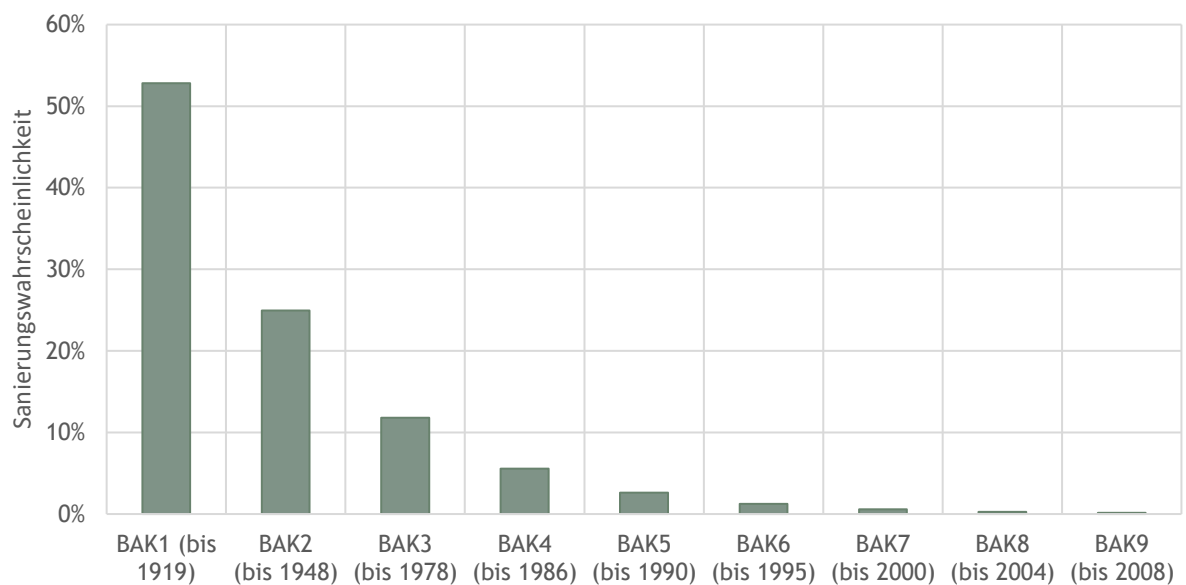


Abbildung 38: Verteilung der Sanierungswahrscheinlichkeitsverteilung nach Baualtersklasse, eigene Darstellung

Der Wärmebedarf der privaten Haushalte beträgt in Waldershof im Betrachtungsjahr 2021 30.056 MWh/a. Für die Berechnung dieses Potenzials wurden zwei Szenarien entwickelt, die sich in der Sanierungsrate unterscheiden. Die prozentuale, jährliche Sanierungsrate gibt an, welcher Prozentsatz der Anzahl an Wohngebäuden innerhalb eines Jahres energetisch saniert wird. Das **Szenario 1**, abgebildet in Abbildung 39, verdeutlicht die Entwicklung des Wärmebedarfs der privaten Haushalte bei einer Sanierungsrate von 5 %. Die Abbildung zeigt eine kontinuierliche Verringerung des Wärmebedarfs bis ca. 2040. Bis dahin wurden die energetisch schlechtesten Gebäude saniert, sodass die Einsparungen ab diesem Jahr vernachlässigbar gering sind.

Bei einer Sanierungsrate von 5 % können bis zum Jahr 2045 14.451 MWh/a eingespart werden, sodass im Zieljahr von einem Wärmebedarf von 15.606 MWh ausgegangen wird. Diese hohen Einsparungen sind auf die äußerst ambitioniert einzuschätzende Sanierungsrate zurückzuführen.

Das **Szenario 2** basiert auf einer jährlichen Sanierungsrate von 1,5 % pro Jahr. Diese Sanierungsrate ist zwar auch ambitioniert, aber durchaus realistisch umzusetzen. Dieses Szenario ermöglicht eine Wärmeeinsparung von 20,8 % bis 2045. Bereits im Jahr 2030 können 2.587 MWh im Vergleich zum Betrachtungsjahr eingespart werden (vgl. Abbildung 40).

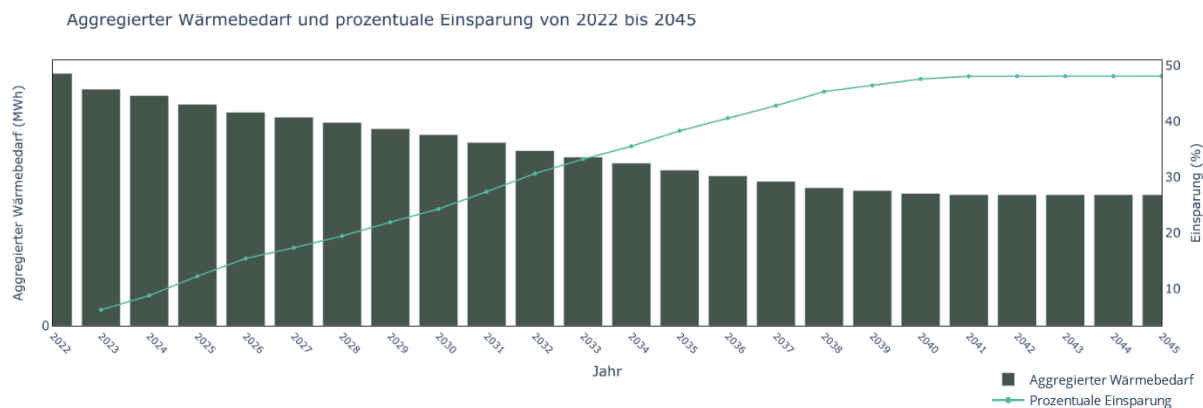


Abbildung 39: Szenario 1: jährlich 5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

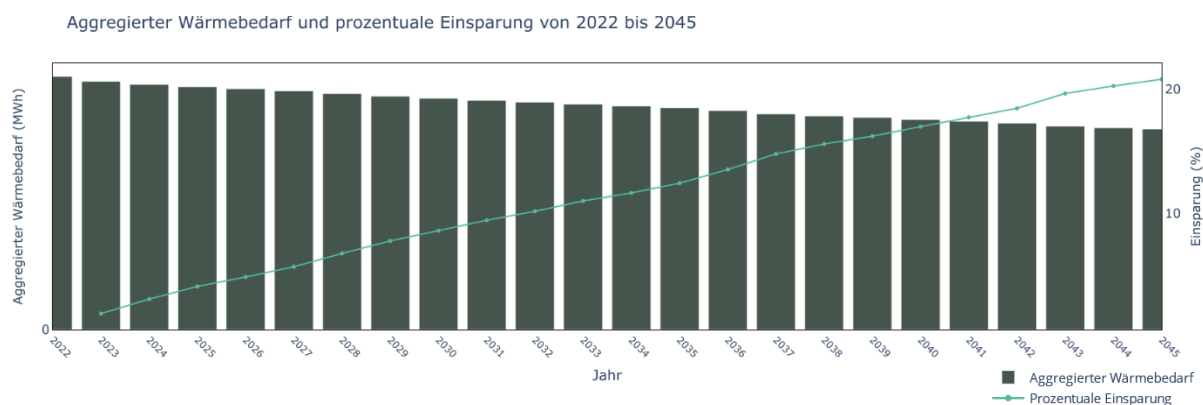


Abbildung 40: Szenario 2: jährlich 1,5 % energetische Sanierungen des Wohngebäudebestandes bis 2045, eigene Darstellung

3.5.2 KWK

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine hoch effiziente 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 intelligenten KWK-Systemen (iKWK). Diese Systeme optimieren den Betrieb der

KWK-Anlagen durch den Einsatz moderner Steuerungstechniken und ermöglichen eine bedarfsgerechte Anpassung der Strom- und Wärmeproduktion. Durch die intelligente Vernetzung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch können iKWK-Systeme die Effizienz der Energieerzeugung weiter erhöhen, indem sie Lastspitzen ausgleichen und die Anlagen flexibel auf wechselnde Energienachfragen reagieren.

- **In Waldershof werden bereits alle Bioenergieanlagen nach dem KWK-Prinzip betrieben**
- **Somit wurden die Potenziale bereits ausgeschöpft**

Dies bedeutet, dass nach aktuellem Stand keine weitere Potenziale für KWK oder iKWK-Anlagen bestehen, weshalb dieses Potenzial erschöpft ist.

3.6 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

3.6.1 Industrie

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

In Waldershof wurden die Prozesswärmebedarfe der örtlichen Industriebetriebe untersucht. Dabei zeigte sich, dass einzig die Firma *SCHERDEL Waldershof GmbH & Co. KG* als Potenzial in Frage kommt. Hohe Temperaturen bieten grundsätzlich das Potenzial, die Abwärme effizient zu

nutzen, jedoch ist die technische Integration in die bestehende Wärmeversorgung von entscheidender Bedeutung.

- **Es steht eine Abwärmemenge von etwa 280 MWh/a kontinuierlich bei einem Temperaturniveau von 80 °C zur Verfügung.**
- **Zusätzlich sind weitere 400 MWh Abwärme verfügbar, die jedoch nur an fünf von sieben Wochentagen genutzt werden können.**
- **Aus vorhandenen Wärmemengen ergibt sich nur ein geringer Nutzungsumfang, der jedoch in dem nahegelegenen Wärmenetzgebiet aus Kapitel 3.1.3 genutzt werden könnte.**

Vor diesem Hintergrund stellt die industrielle Abwärme in Waldershof kein nutzbares Energiepotenzial dar.

3.6.2 Abwasser

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

Im Rahmen der Wärmeplanung wird die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen als innovativer Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme betrachtet. Der Fokus liegt auf den Abwasserkanälen mit einem Nenndurchmesser von 800 mm oder mehr, da erst ab dieser Größe die technische Möglichkeit zur Nutzung der Abwärme aus dem Abwasser ausreichend und wirtschaftlich zielführend ist. Eine weitere essenzielle Einheit bei der Ausweisung des Abwasserpotenzials ist

der Trockenwetterabfluss. Dieser Wert ist erforderlich, um straßenzugscharf das Abwasserpotenzial ausweisen zu können. Da im gesamten Stadtgebiet von Waldershof kein Kanal einen Nenndurchmesser von mehr als 800 mm aufweist und die maximale Dimensionierung lediglich 200 mm beträgt, kann kein relevantes Potenzial identifiziert werden.

- **Die Kläranlage ist in der Nachbarstadt verortet und im Stadtgebiet sind keine ausreichend dimensionierten Abwasserkanäle vorhanden.**
- **Nutzung der Abwärme aus Abwasser ist in Waldershof nicht möglich.**

3.6.3 Rechenzentren

Rechenzentren sind spezialisierte Einrichtungen, die eine große Menge an Daten speichern, verarbeiten und verwalten. Die Klimatisierung dieser Zentren ist entscheidend, um die Server in einem optimalen Betriebszustand zu halten, da hohe Temperaturen die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Hardware beeinträchtigen können. Um die entstehende Abwärme effizient zu nutzen, können Rechenzentren

in der Nähe von Wärmeverbrauchern integriert werden, sodass die erzeugte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze verwendet werden kann.

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

3.7 Fazit Potenziale

Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Effizienzsteigerung zusammen und bewertet sie hinsichtlich ihrer

Relevanz für Waldershof. Neben den zwei identifizierten Wärmenetzgebieten haben Potenziale, die dezentral genutzt werden können, eine besonders hohe Bedeutung.

Tabelle 8: Zusammenfassung und Bewertung der Relevanz der Potenziale, eigene Darstellung

	Potenzial	Relevanz	Erläuterung
Wärmenetze	Stadtmitte	Hoch	Hohe Wärmeliniendichte
	Gewerbepark	Hoch	Hohe Wärmeliniendichte
	Lengenfeld b. Groschlattengrün	Gering	Wärmeliniendichte zu gering
Wärme	Tiefe Geothermie	Gering	Nicht zielführend, da geologisch bedingt wenig Potenzial vorhanden
	Oberflächennahe Geothermie	Mittel	Als dezentrale Lösung zielführend aber Grundwasserwärmepumpen nur vereinzelt möglich
	Luft-Wärmepumpen	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Flusswärme	Gering	Kaum Potenzial vorhanden
	Solarthermie	Hoch	Als dezentrale Lösung insbesondere für Warmwassererzeugung zielführend
	Biogas	Gering	Biogasanlagen vorhanden, weiterer Anbau von Energienutzungspflanzen steht in Flächenkonkurrenz zu Landwirtschaft oder Freiflächenphotovoltaik
	Biomasse - Wald	Hoch	Enormes theoretisches Potenzial
Strom	Wasserstoff	Gering	Trotz Nähe zu geplanter Kernnetz-Neubauleitung nicht für Privathaushalte geeignet
	Photovoltaik	Hoch	Als dezentrale Lösung zielführend
	Wind	Mittel	Potenziale im südlichen Randbereich
Effizienz	Sanierung	Hoch	Realistisches Energieeinsparpotenzial bis 2045 von 32 %
	KWK	Gering	Kein Energieeinsparpotenzial vorhanden
Abwärme	Industrie	Gering	Abwärmepotenzial gering und nicht dauerhaft vorhanden
	Abwasser	Gering	Kein Potenzial vorhanden
	Rechenzentren	Nicht vorhanden	Keine Rechenzentren vorhanden

4 Gebietseinteilung und Szenarienentwicklung

Im Nachfolgenden wird aufgezeigt, wie sich die Wärmeversorgung anhand der identifizierten Möglichkeiten bis zum Zieljahr 2045 entwickelt. Deutschland hat im Bundes-Klimaschutzgesetz die Klimaneutralität bis 2045 festgeschrieben (§3 Abs. 2). Daraus folgt auch die klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045. Das Bayerische Klimaschutzgesetz fordert das ambitionierte Ziel der Klimaneutralität bis 2040. Die Stadt hat keine eigenen Ziele

definiert. Im folgenden wird das aus dem WPG geforderte Zieljahr 2045 für eine klimaneutrale Wärmeversorgung verfolgt.

Das Kapitel teilt sich in die Zielsetzung, hier wird das Stadtgebiet in Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt, sowie die Szenarienentwicklung, die die Potenzialanalyse inklusive der untersuchten Wärmenetze aufgreift und die Entwicklung der Indikatoren bis zum Zieljahr beschreibt.

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 „gering“, „mittel“ und „hoch“. Grundlage der Bewertung bildet eine systematische Analyse folgender Kriterien:

- **Wärmeliniendichte:** Gebiete mit einer Wärmeliniendichte zwischen 1,1 und 2,0 MWh/m·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 an vorhandene Infrastrukturen:** 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:** 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.

Basierend auf diesen Kriterien werden die Gebiete im Folgenden zunächst einzeln pro Kategorie analysiert und anschließend aggregiert bewertet. Darüber hinaus kann ein Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert werden, wenn zum aktuellen Zeitpunkt noch keine eindeutige Bewertung möglich ist. In diesen Fällen ist eine weiterführende Analyse und Validierung erforderlich.

4.1.1 Gebietseinteilung über die Stützjahre

Für das gesamte Stadtgebiet Waldershof 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. Die nachfolgenden Abbildungen visualisieren die Eignung der einzelnen Untersuchungsgebiete für zentrale, dezentrale und wasserstoffbasierte Wärmeversorgung. Der Eignungsgrad wird dabei über unterschiedliche Deckkraftstufen 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

Im Jahr 2030 werden mehrere Untersuchungsgebiete (siehe Abbildung 41) aufgrund ihrer strukturellen Merkmale, darunter eine geringe Bebauungs- und Wärmeliniedichte sowie das Fehlen potenzieller Ankerkunden, als hoch geeignet für eine dezentrale Wärmeversorgung eingestuft. Eine deutlich geringere Anzahl weist

eine mittlere Eignung auf, was insbesondere auf ihre moderate Wärmeliniedichte ihre geringe Anschlussbereitschaft oder des jungen Baualters zurückzuführen ist. Zwar schließt dies die Möglichkeit einer zentralen Lösung nicht gänzlich aus, doch sind diese Gebiete aufgrund wirtschaftlicher Rahmenbedingungen nicht tragfähig. Eine Ausnahme stellte der Ortskern sowie das Gewerbegebiet westlich der Marktreidwitzer Straße dar. Aufgrund einer erhöhten Wärmeliniedichte wird vor allem das Gebiet „Waldershof Stadt Mitte Ausbaustufe I“ (vgl. Kapitel 3.1.3) als gering geeignet für dezentrale Lösungen, jedoch als hoch geeignet für eine zentrale Versorgung bewertet.

Bis zum Stützjahr 2035 zeigt sich keine Verschiebung in der Eignungsbewertung, sodass im Vergleich zum Stützjahr 2030 vermutlich ein ähnliches Bild zu verzeichnen ist.

Im Jahr 2040 stellt die dezentrale Wärmeversorgung in allen hoch eingestuften Gebieten weiterhin die bevorzugte Option dar - sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus infrastruktureller Sicht. Hinzu kommen die Ortsteile Lengenfeld und Poppenreuth. Durch energetische Sanierungen und dem Ausbau von Wärmepumpen sinkt die Wärmeliniedichte weiter, was zentrale Versorgungslösungen in Poppenreuth und den

Ausbau des Gebäudenetzes in Lengenfeld wirtschaftlich unattraktiv machen. Der Ortskern sowie das Gewerbegebiet westlich der Marktedwitzer Straße weisen mittlerweile keine Eignung auf, da bis zu diesem Zeitpunkt voraussichtlich Ausbaustufen eines Wärmenetzes realisiert werden könnten. Damit zeigt dieser Bereich eine hohe Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung.

Für das Jahr 2045 wird eine weitgehende Stabilisierung der Versorgungssituation angenommen. Die als hoch geeignet bewerteten Gebiete gelten nun als vollständig dezentral erschlossen. Die Stadtteile, welche zuvor eine mittlere Eignung aufgewiesen haben, lassen mittlerweile keinen weiteren Spielraum mehr für den Bau eines Wärmenetzes zu und weisen auch eine hohe Eignung auf. Der Einbau dezentraler Heizungssysteme, wie Wärmepumpen, dominiert und minimiert die Wirtschaftlichkeit einer zentralen Lösung drastisch. Die übrigen Regionen behalten ihre Bewertung aus dem Jahr 2040 bei. Damit zeigt sich für die dezentrale Wärmeversorgung eine klare räumliche und zeitliche Abgrenzung, die sich langfristig kaum noch verändern dürfte.

Wärmenetzgebiete

Wärmenetze kommen bevorzugt in Gebieten mit hoher Wärmelinienichte, kurzen Leitungswegen und potenziellen Ankern Kunden zum Einsatz. Im Jahr 2030 wies der Stadtkern sowie das Gewerbegebiet westlich der Marktedwitzer Straße eine hohe Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung auf. Zwei weitere Gebiete mit niedrigerer Wärmelinienichte oder fehlender Anschlussbereitschaft (vgl. Kapitel 3.1.1 und Kapitel 3.1.2) wurden als gering geeignet eingestuft. In ländlich geprägten, locker bebauten Bereichen wurde keine Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes festgestellt.

Bis 2035 ergeben sich keine Veränderungen.

In den Folgejahren bis 2040 verfestigt sich dieses Bild, sodass vermutlich kaum Veränderungen zu verzeichnen sind. Lediglich die zwei vormals als gering geeignet eingestuft Gebiete verlieren ihre Wärmenetzeignung, da fortschreitende energetische Sanierungen sowie der Einbau dezentraler Heizungssysteme die Wärmelinienichte verringern und eine wirtschaftlich tragfähige Umsetzung unmöglich machen.

Im Jahr 2045 gelten nun beide Gebiete im Ortskern als vollständig geeignet für zentrale Wärmenetzlösungen. Entsprechende Infrastrukturen befinden sich entweder in fortgeschrittener Planung oder bereits im Betrieb. Das Wärmenetz Stadt Mitte könnte zu diesem Zeitpunkt die ersten Ausbaustufen umgesetzt haben. In den übrigen Ortsteilen hingegen verstärkt sich der Trend zu individuellen Versorgungslösungen, was zentrale Systeme zunehmend unattraktiv macht. Neue potenzielle Wärmenetzgebiete entstehen in diesem Zeitraum nicht mehr.

Wasserstoffnetzgebiete

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

kaum industrielle Großverbraucher mit signifikanter Prozesswärme existieren, besteht auch kein theoretischer Bedarf an einer lokalen Wasserstofferzeugung.

Darüber hinaus wäre eine solche Erzeugung aus heutiger Sicht wirtschaftlich nicht darstellbar und wird auch langfristig als wenig tragfähige Option eingeschätzt.

Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030

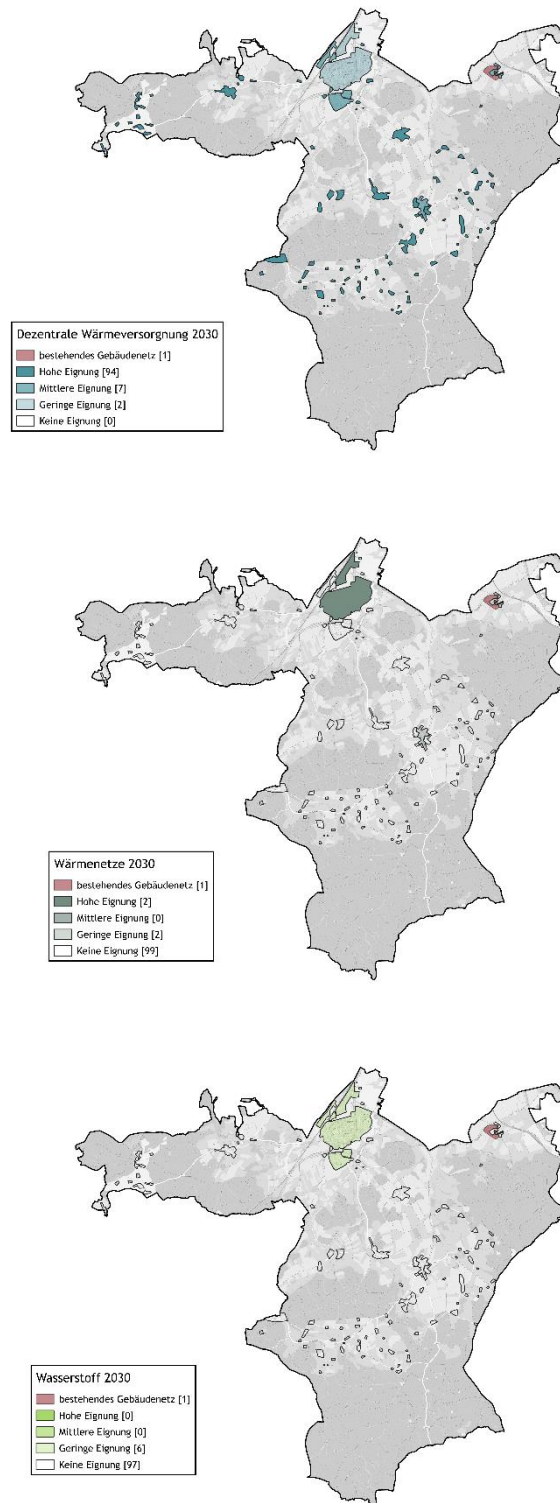


Abbildung 41: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2030, eigene Darstellung

Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2035

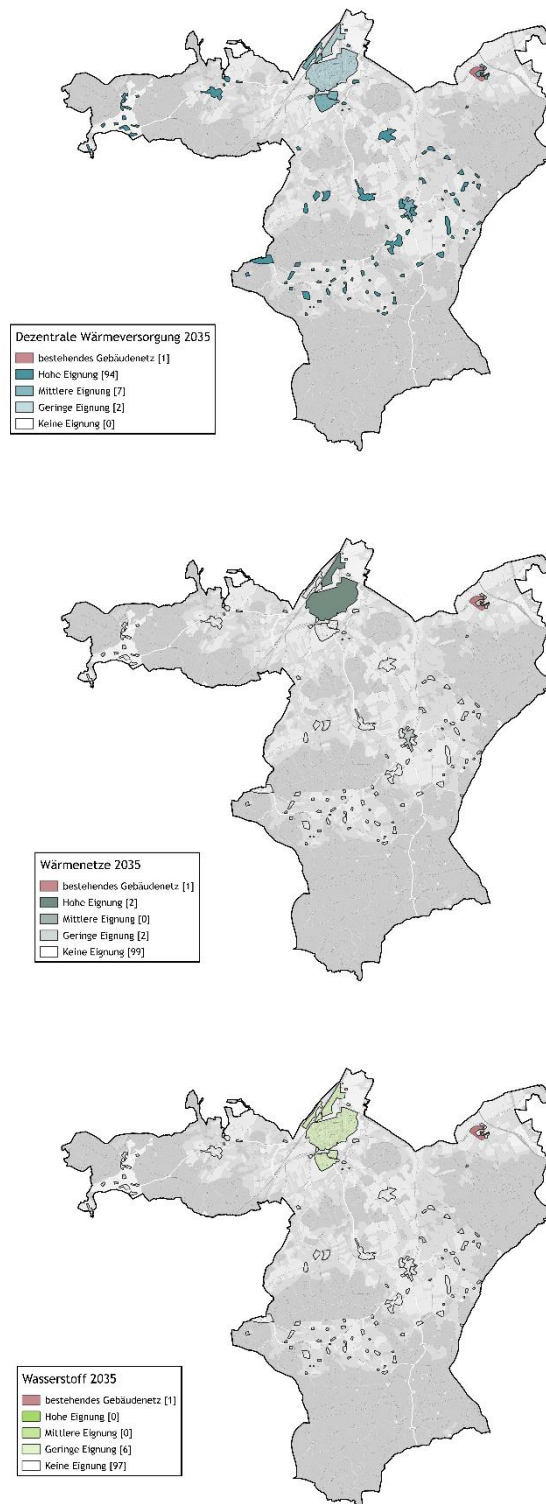


Abbildung 42: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2035, eigene Darstellung

Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2040

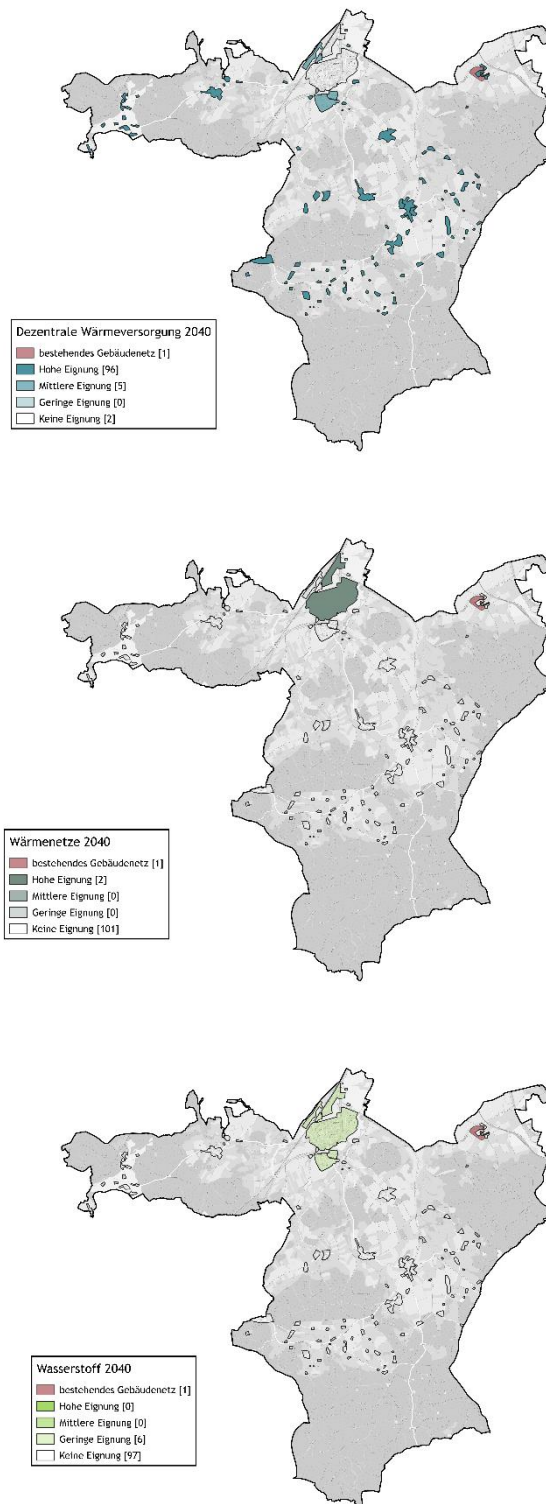


Abbildung 43: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2040, eigene Darstellung

Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045

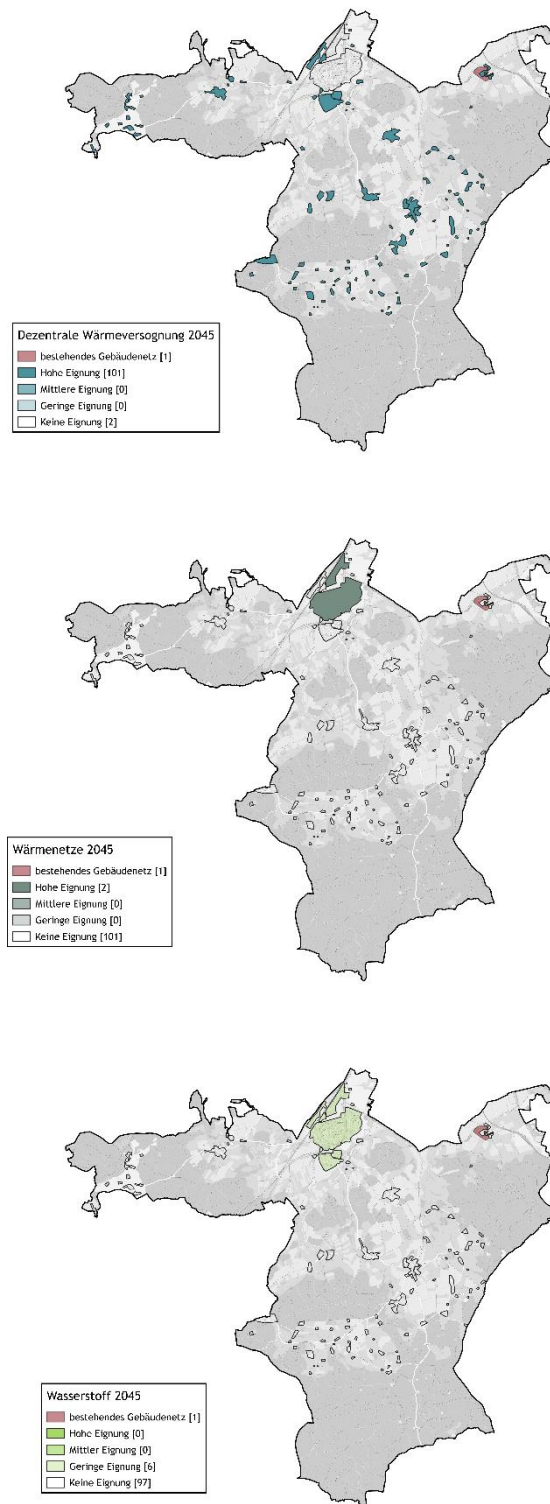


Abbildung 44: Eignung der Wärmeversorgungsgebiete in Waldershof im Stützjahr 2045, eigene Darstellung

4.1.2 Gebietseinteilung im Zieljahr

Abbildung 45 zeigt die Gebietseinteilung im Zieljahr. Dargestellt sind hier die Wärmeversorgungsgebiete, die sich im Jahr 2045 mit der höchsten Wahrscheinlichkeit

eignen. Abgesehen vom Stadtkern und dem bestehen Netz in XXX wird alles dezentral versorgt.

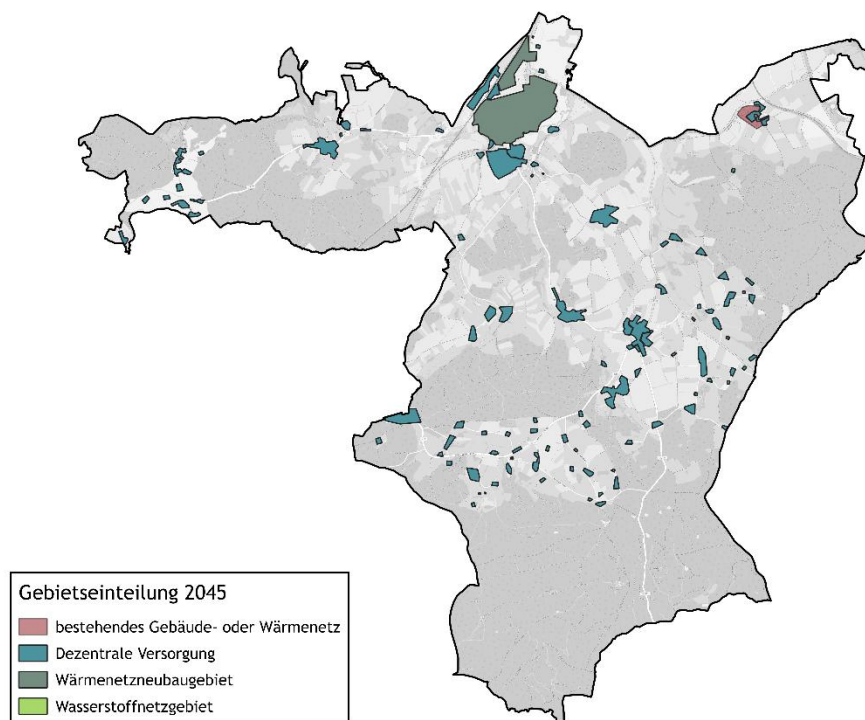


Abbildung 45: Gebietseinteilung im Zieljahr 2045, eigene Darstellung

4.2 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt die Entwicklung vom Bilanzjahr über die einzelnen Stützjahre bis hin zum Zieljahr 2045.

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. Ein typisches Beispiel hierfür sind energetische Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden, die den Energiebedarf dauerhaft senken.

Substitution von Energieträgern: Hierbei wird der bisher eingesetzte Energieträger durch einen erneuerbaren Energieträger ersetzt, z. B. durch Biomasse oder Umweltwärme. Fossile Energieträger wie Heizöl behalten über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg einen konstanten Emissionsfaktor. Dies liegt daran, dass

die Treibhausgasemissionen bei einer idealen Verbrennung ausschließlich von der chemischen Zusammensetzung des Brennstoffs abhängen – nicht vom Wirkungsgrad der Anlage.

Umweltwärme wird über den Einsatz von Strom – beispielsweise mit Wärmepumpen – bereitgestellt und in der Bilanz nach dem Bundesstrommix bewertet, dessen Emissionsfaktor gemäß Technikkatalog KWW-Halle bis 2045 auf 15 g CO₂eq/kWh sinkt [13]. 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. Damit entstehen aus 1 kWh Strom 3,2 kWh Wärme, sodass der Emissionsfaktor etwa einem Drittel des Bundesstrommixes entspricht. Mit der fortschreitenden Dekarbonisierung des Strommixes sinkt auch der CO₂-Faktor der Umweltwärme, wodurch sich in Kombination mit einer Minderung des Wärmebedarfs und der Substitution fossiler Energieträger bis 2045 eine nahezu treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreichen lässt.

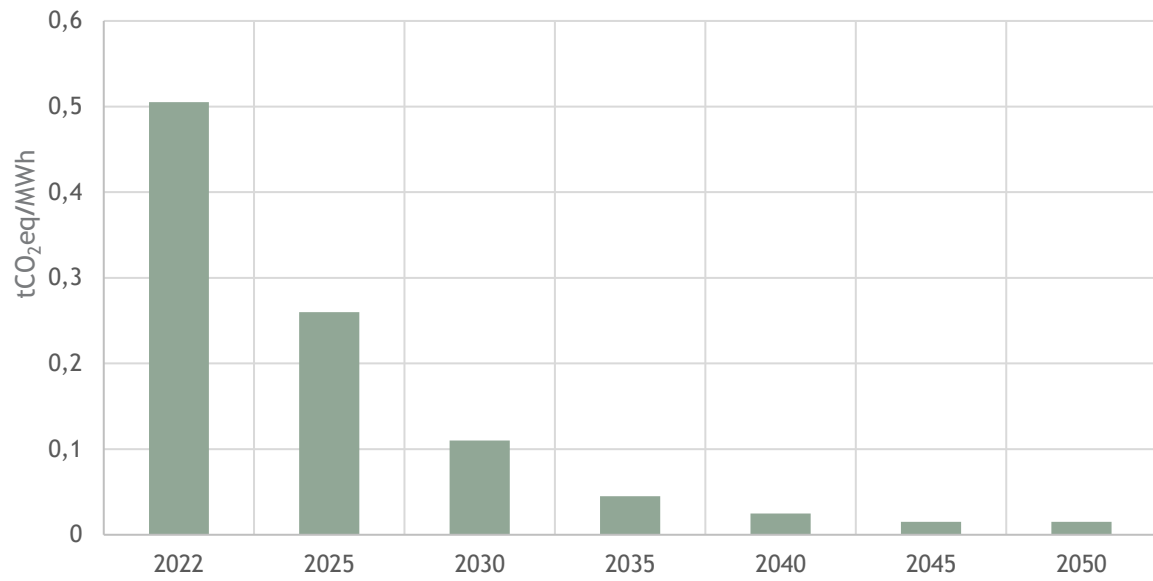


Abbildung 46: Verlauf des Emissionsfaktors des Bundesstrommixes nach KWW-Halle [13]

4.2.1 Wärmebedarf

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

Die Analyse zeigt, dass der Wärmebedarf von 39.384 MWh/a im Jahr 2025 auf 31.620 MWh/a im Jahr 2045 sinken kann. Diese Prognose berücksichtigt die Bevölkerungsentwicklung und das Sanierungspotenzial gemäß „Szenario 2“ (siehe Kapitel 3.4.1).

Neben der Reduktion des Wärmebedarfs werden fossile Energieträger durch erneuerbare ersetzt. Wichtige Faktoren sind dabei der Ausbau der identifizierten Wärmenetzgebiete im Ortskern und im Gewerbegebiet westlich der Marktedwitzer Straße

sowie der Ausbau von Wärmepumpen. Der zusätzliche Strombedarf für Wärmepumpen wird ebenfalls bilanziert. Zusätzlich werden die Maßnahmen gemäß Maßnahmenkatalog des Anhangs berücksichtigt.

Abbildung 47 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs in den Sektoren Private Haushalte (PHH), Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD), Industrie (IND) sowie kommunale Einrichtungen (KOMM).

Abbildung 48 zeigt die Entwicklung des Wärmebedarfs sowie die Zusammensetzung der eingesetzten Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045. Dabei ist ein signifikanter Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas zu erwarten. Gleichzeitig wird der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Umweltwärme, Fernwärme und Biomasse zunehmen.

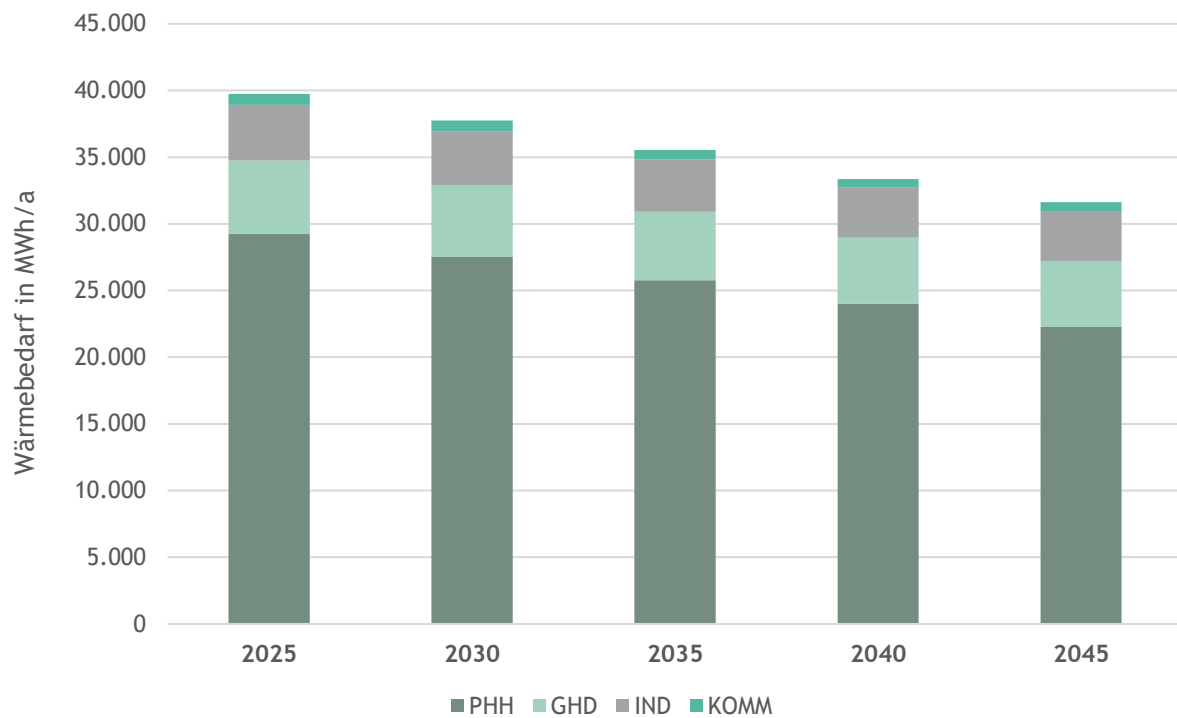


Abbildung 47: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Sektoren für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

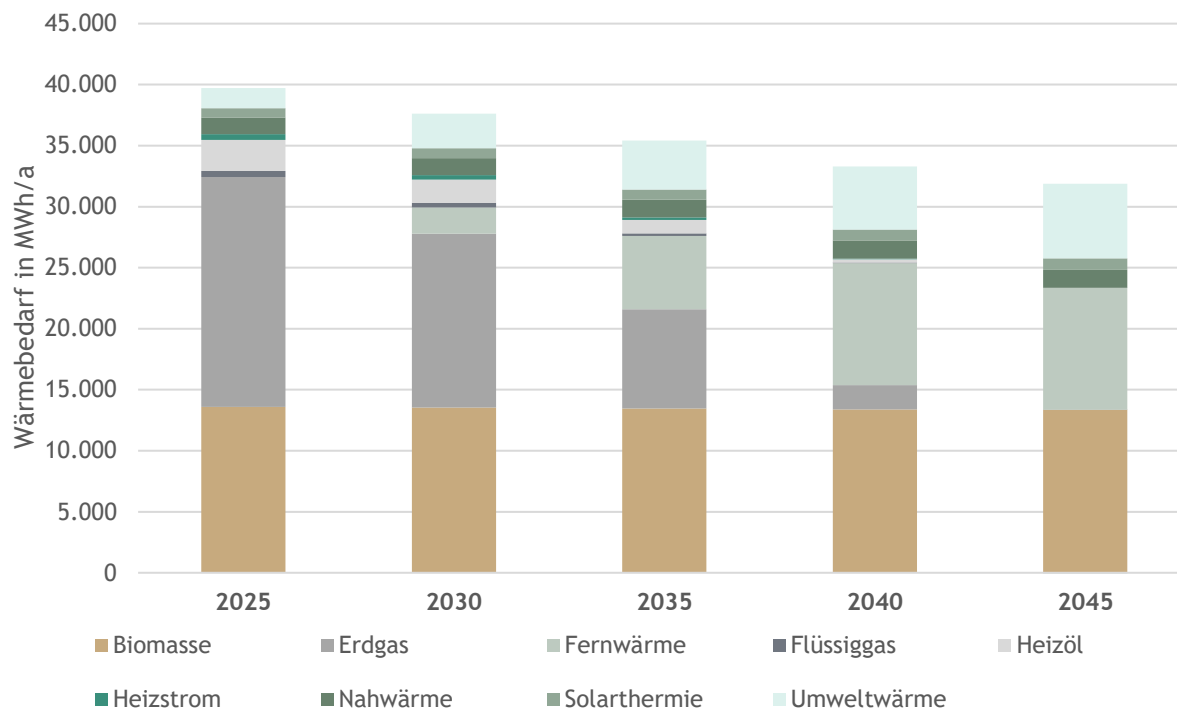


Abbildung 48: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

4.2.2 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Entwicklung des Endenergiebedarfs nach Energieträgern zeigt Abbildung 49 die Veränderungen der Treibhausgasemissionen. Die Analyse berücksichtigt die jeweiligen Emissionsfaktoren der Energieträger sowie deren prognostizierte Entwicklung gemäß dem Technikatlas [10].

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 Stromsektor wird diese Entwicklung maßgeblich durch die fortschreitende Dekarbonisierung des bundesweiten Strommixes beeinflusst. Im Wärmesektor resultiert die Reduzierung der Emissionen aus der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien, wie etwa den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen oder den Ausbau von Wärmenetzen sowie aus der Verringerung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden.

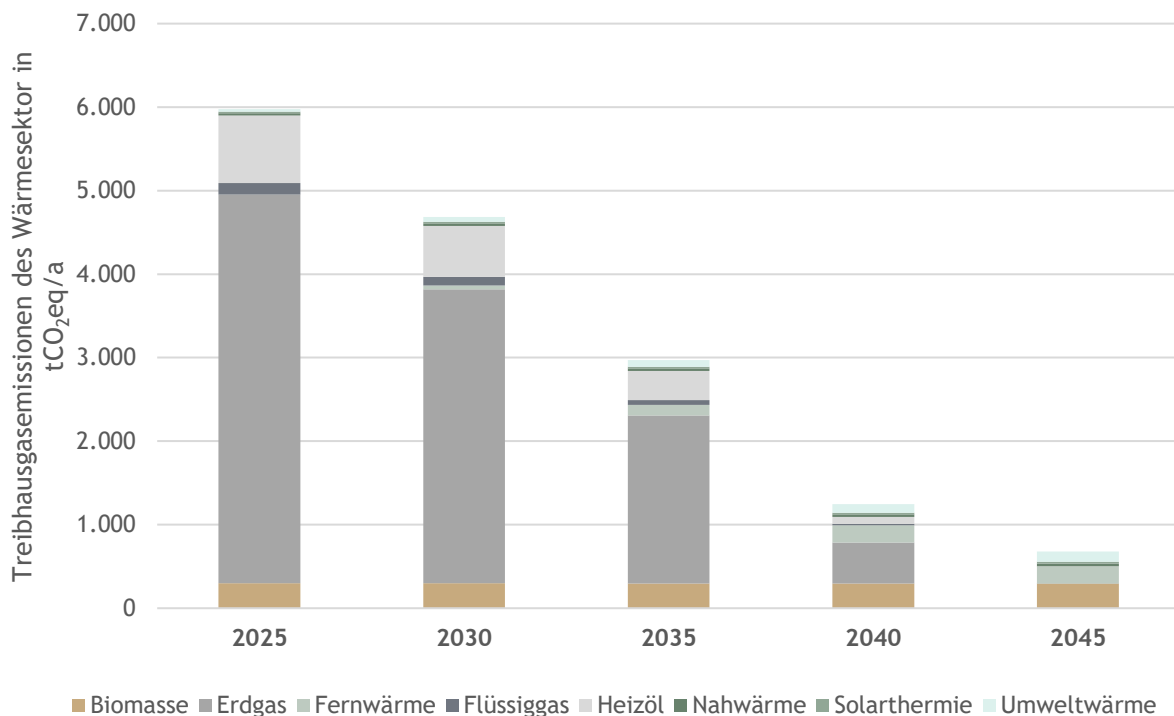


Abbildung 49: Entwicklung der THG-Emissionen aus dem prognostizierten Strom- und Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

4.2.3 Leitungsgebundene Versorgung

Wie bereits in Kapitel 3 erläutert, erscheint der Bau eines Wärmenetzes im Gewerbegebiet westlich der Marktrechwitz Straße sowie in der Stadtmitte als sinnvoll. In der Szenarienbetrachtung wird davon ausgegangen, dass der Bau der Netze ab dem Jahr 2030 beginnt und bis zum Jahr 2040 ein Anschluss von 60 % der Gebäude erfolgt. Diese Entwicklung ist in Abbildung

50 dargestellt. Der hellblaue Anteil veranschaulicht den Bau des Wärmenetzes bis 2040.

Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung ist diese Annahme regelmäßig zu überprüfen und an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

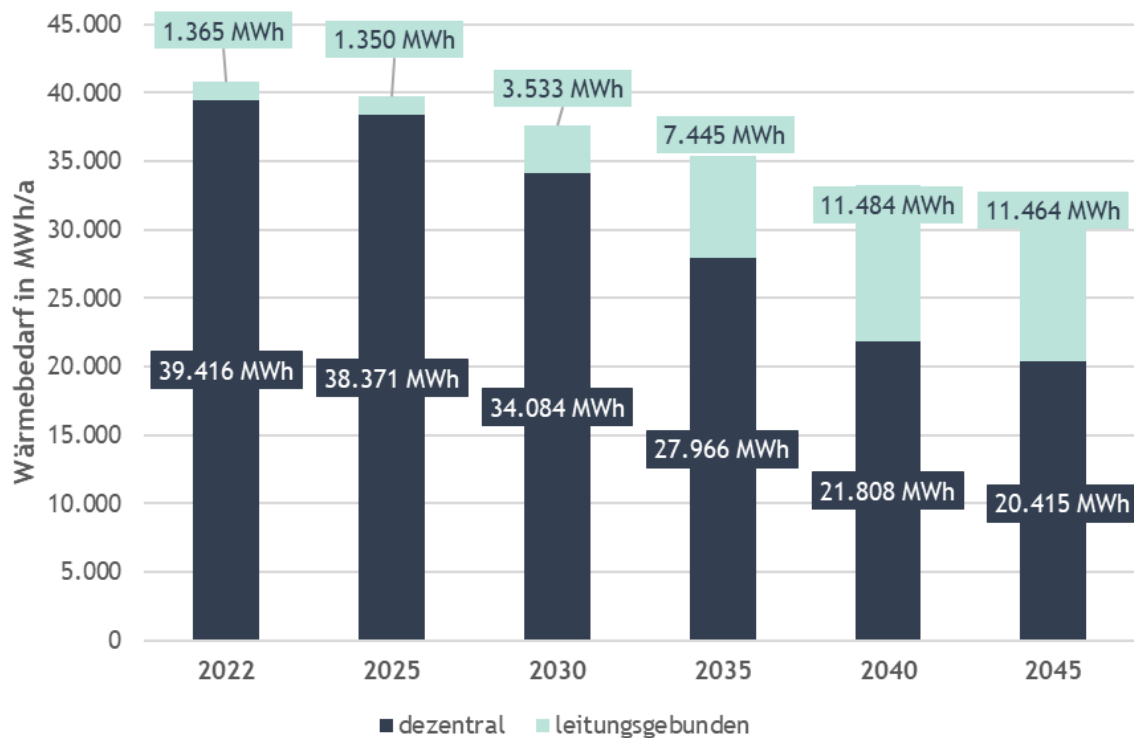


Abbildung 50: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme der leitungsgebundenen Energieträger für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045, eigene Darstellung

5 Umsetzungsstrategie

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

5.1 Fokusgebiete

Auf Basis der erhobenen Daten, Analysen und der konkreten Abstimmung mit der Stadt Waldershof 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 neben den Wärmenetzgebieten kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind; für diese Fokusgebiete werden zusätzlich konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne dargestellt.

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

In Abbildung 51 sind die Fokusgebiete Lengenfeld und Poppenreuth 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 Priorität in der Stadtentwicklung und Wärmewende sowie die Größe des Ortsteils eine Rolle. Im Folgenden werden die Fokusgebiete im Detail beschrieben, um diese Maßnahmen zu konkretisieren und eine Verwertbarkeit der Ergebnisse für die kommunale Wärmeplanung in Waldershof sicherzustellen.

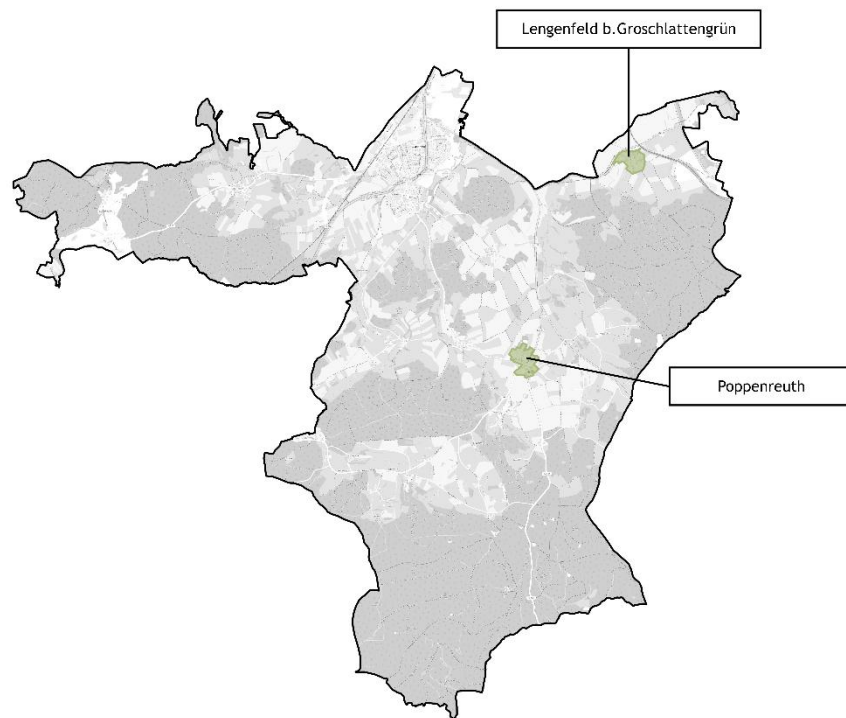


Abbildung 51: Übersicht der Fokusgebiete in Waldershof, eigene Darstellung

5.1.1 Fokusgebiet 1: Lengenfeld

Lengenfeld stellt mit 43 Gebäuden sowie einer Biogasanlage einen der größeren Ortsteile, außerhalb vom Stadtkern, dar. Aufgrund seiner Einwohnerdichte sowie dem bestehenden Gebäudenetz, welches seit 2007 in Betrieb ist, wurde dieser Bereich als Fokusgebiet innerhalb der kommunalen Wärmeplanung identifiziert.

Der Wärmebedarf des Gebiets beträgt rund 1.207 MWh pro Jahr. Der spezifische Endenergieverbrauch liegt bei durchschnittlich $144 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ und damit deutlich über dem Niveau moderner Wohngebäude. Die Verbrauchswerte lassen sich mit der dominierenden Gebäudestruktur erklären. Ein Großteil der bekannten Gebäude wurden vor 1979 errichtet (siehe Abbildung 53). Diese Altersstruktur weist auf einen hohen Anteil unsanierter Bestandsgebäude hin, deren energetische Effizienz erheblich unter den heutigen Standards liegt.

Auch im Bereich der Anlagentechnik ergibt sich ein heterogenes Bild. In Lengenfeld überwiegen Heizungsanlagen mit einem Alter von 15 bis 20 Jahren. Diese sind überwiegend technisch veraltet und entsprechend ineffizient (Abbildung 52).

Die Energieversorgung basiert überwiegend auf erneuerbaren Energieträgern. Im gesamten Gebiet liegt der Anteil fossiler Heizsysteme zwischen 10 und 20 % (Abbildung 52). Ausschlaggebend hierfür ist unter anderem die Biogasanlage, welche 16 Gebäude mit Wärme versorgt. Eine Erweiterung ist aktuell nicht geplant, da zunächst die Zukunft nach dem Auslaufen der EEG-Vergütung geklärt werden muss. Im Hinblick auf andere potenzielle erneuerbare Energiequellen, die eine Möglichkeit für Haushalte mit einer fossilen Wärmeversorgung bieten, ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Der Einsatz oberflächennaher Geothermie erscheint grundsätzlich realistisch. In

Lengenfeld bestehen günstige geologische Voraussetzungen für die Errichtung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren. Die gemessene Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes liegt bei etwa $2,6 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, was ideale Bedingungen darstellt. Die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen ist hingegen nicht möglich. Ausschlaggebend hierfür sind ungünstige hydrologische und geologische Voraussetzungen.

Ein flächendeckender Ausbau eines zentralen Wärmenetzes über das gesamte Fokusgebiet erweist sich unter Berücksichtigung der derzeitigen wirtschaftlichen und strukturellen Rahmenbedingungen als nicht darstellbar (vgl. Kapitel 3.1.1).

Der Einsatz moderner Wärmepumpensysteme, vorzugsweise in Kombination mit Photovoltaikanlagen, stellt in Lengenfeld eine der besten Versorgungsoption dar.

Außerdem ergibt sich angesichts der Gebäudestruktur und der Effizienzdefizite ein erhebliches Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte. Selbst bei konservativer Sanierungsrate ist davon auszugehen, dass der durchschnittliche Wärmebedarf bis 2045 signifikant sinken kann, sofern Maßnahmen wie die Dämmung von Gebäudehüllen oder der Austausch alter Fenster und Türen umgesetzt werden. Damit einher geht eine zunehmende technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Versorgungssysteme, die insbesondere in Kombination mit effizienter Gebäudestruktur eine Grundlage für eine Dekarbonisierung bieten.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Analyse empfiehlt sich für das Fokusgebiet eine duale Versorgungsstrategie. Einerseits der Erhalt des Gebäudenetzes sowie eine mögliche Erweiterung, die nach der Entscheidung über die Zukunft wieder in den Fokus rücken könnte. Falls die Biogasanlage in naher Zukunft nicht mehr

wirtschaftlich betrieben werden kann, könnte die Umstellung auf Hackschnitzel eine nachhaltige, regionale und klimafreundliche Lösung bieten. Andererseits die dezentralen Einzelversorgung mittels Wärmepumpensystemen und weiteren

regenerativen Technologien in den übrigen Haushalten. Die Kombination beider Ansätze ermöglicht eine bedarfsgerechte, sozialverträgliche und technologisch realisierbare Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

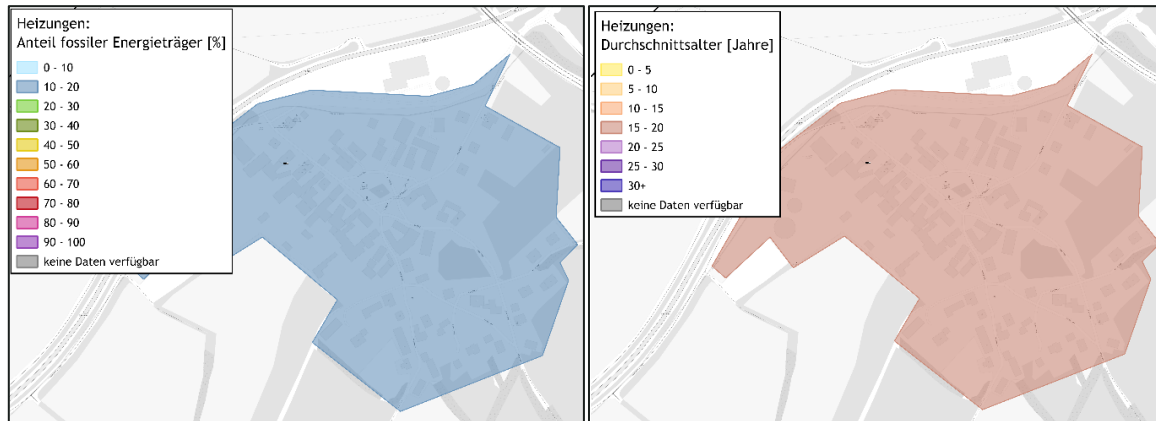


Abbildung 52: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter der Heizungen im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung

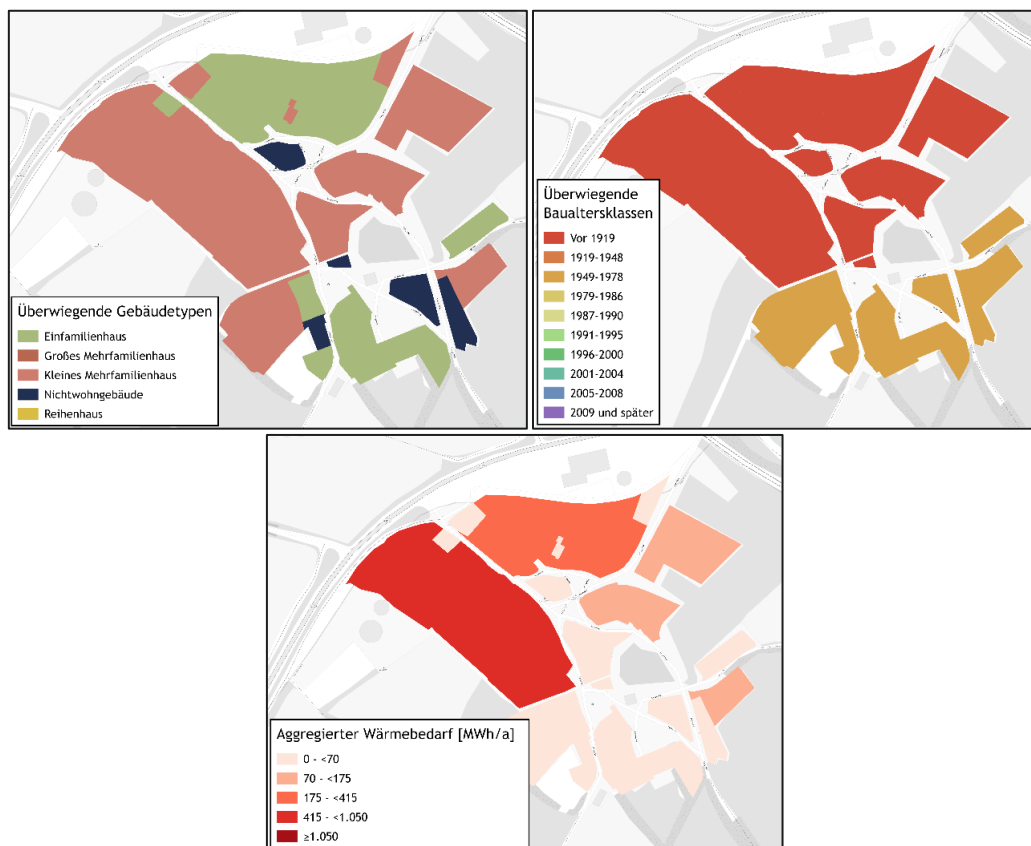


Abbildung 53: Gebäudetypen, Baujahrsklassen und Wärmebedarf im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung

5.1.2 Fokusgebiet 2: Poppenreuth

Poppenreuth weist 120 Gebäude auf und stellt den größten Stadtteil außerhalb vom Zentrum dar. Neben dem Sportplatz, der Kirche, dem Feuerwehrhaus sowie dem Kindergarten dient Poppenreuth als Standort für Unternehmen aus dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

Der Wärmebedarf des Gebiets beträgt rund 2.686 MWh pro Jahr. Der spezifische Endenergieverbrauch liegt bei durchschnittlich 139 kWh/m²·a und liegt damit auf einem ähnlichen Niveau wie Lengenfeld. Die Verbrauchswerte lassen sich mit der dominierenden Gebäudestruktur erklären. Mit 78 % dominiert Baualtersklasse 3, welche einen Zeitraum von 1949-1978 abdeckt (siehe Abbildung 55). Somit wird deutlich, dass die energetische Effizienz der Gebäude erheblich unter den heutigen Standards liegt.

Dieses Bild spiegelt sich auch im Durchschnittsalter der Heizungen wider, da in Poppenreuth Heizungsanlagen mit einem Alter von 20 bis 30 Jahren überwiegen. Diese sind technisch veraltet und entsprechend ineffizient (Abbildung 54).

Die Energieversorgung basiert zu 30 bis 40 Prozent auf fossilen Energieträgern. Ausschlaggebend für diesen vergleichsweise geringen Anteil ist vor allem die Nutzung von Holz, das als erneuerbarer Energieträger gilt (Abbildung 54).

Im Hinblick auf andere potenzielle erneuerbare Energiequellen ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Der Einsatz oberflächennaher Geothermie erscheint auch in Poppenreuth grundsätzlich realistisch. Es herrschen günstige

geologische Voraussetzungen für die Errichtung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren vor. Die gemessene Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes liegt bei etwa 2,4 W/m·K und stellt somit eine gute Ausgangslage dar. Die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen ist nicht möglich. Hydrologische und geologische Voraussetzungen lassen auch in Poppenreuth keine Nutzung zu.

Ein flächendeckender Ausbau eines zentralen Wärmenetzes über das gesamte Fokusgebiet ist wirtschaftlicher als in Lengenfeld, jedoch unter Berücksichtigung der derzeitigen Rahmenbedingungen auch nicht darstellbar (vgl. Kapitel 3.1.2).

Der Einsatz moderner Wärmepumpensysteme, vorzugsweise in Kombination mit Photovoltaikanlagen, stellt neben der Nutzung von Holz eine der sinnvollsten Versorgungsoption dar.

Außerdem ergibt sich auch in Poppenreuth angesichts der Effizienzdefizite ein erhebliches Einsparpotenzial. Maßnahmen, wie die Dämmung von Gebäudehüllen oder der Austausch alter Fenster und Türen, können ein erster Schritt sein, um den Wärmeverbrauch zu senken.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Analyse empfiehlt sich für das Fokusgebiet eine dezentrale Versorgungsstrategie mittels Wärmepumpensystemen und weiteren regenerativen Technologien. Dies ermöglicht eine bedarfsgerechte, sozialverträgliche und technologisch realisierbare Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

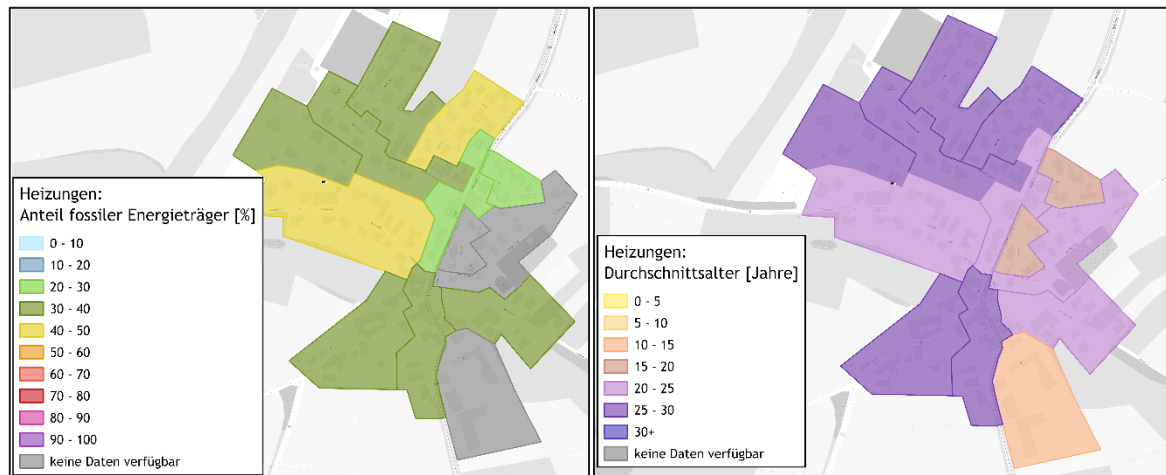


Abbildung 54: Anteil fossiler Energieträger und Durchschnittsalter der Heizungen im Fokusgebiet Lengenfeld, eigene Darstellung

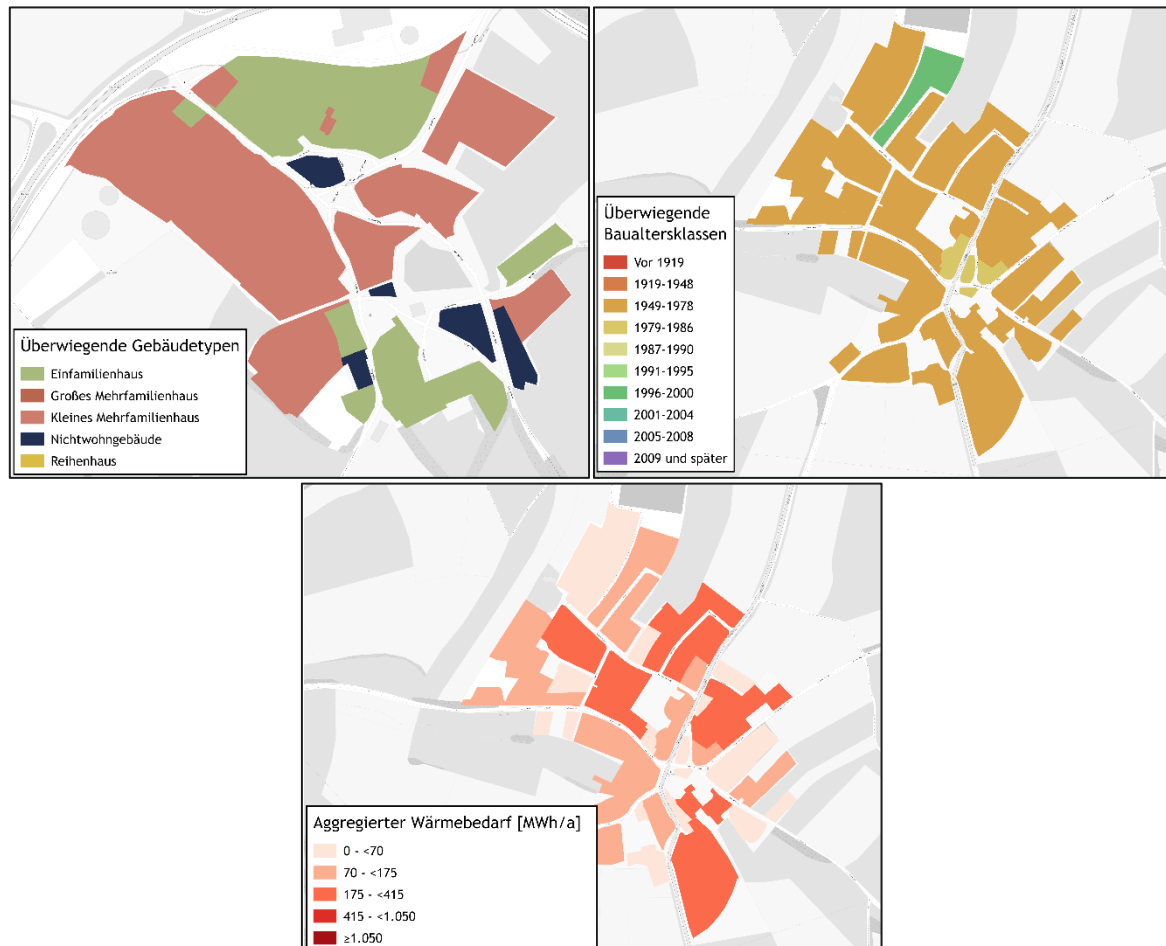


Abbildung 55: Gebäudetypen, Baualtersklassen und Wärmebedarf im Fokusgebiet Poppenreuth, eigene Darstellung

5.2 Maßnahmenfahrplan für das gesamte Stadtgebiet

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

Jeder Maßnahmensteckbrief enthält eine umfassende Beschreibung der Maßnahme, einschließlich der notwendigen Handlungsschritte, der relevanten Zielgruppen sowie der zentralen Initiatoren und Akteure, die an der Umsetzung beteiligt sind. Darüber hinaus wurden der erforderliche Aufwand

und das Einsparpotenzial bewertet, um die Maßnahmen sowohl in ihrer Wirksamkeit als auch in ihrer Umsetzbarkeit zu priorisieren.

Die Entwicklung der Maßnahmen berücksichtigt die spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten der Stadt. So wurde sichergestellt, dass die Maßnahmen praxisnah, zielgruppengerecht und nachhaltig wirksam gestaltet sind. Tabelle 9 fasst die ausgearbeiteten Maßnahmen für die Stadt Waldershof zusammen und kategorisiert diese nach Handlungsfeld und Bereich.

Tabelle 9: Maßnahmenliste inkl. Einteilung in Handlungsfelder und Bereiche, eigene Darstellung

Handlungsfeld	Bereich	Maßnahme
Verbrauchen & Vorbild	Organisatorisch	Erhebung und Erschließung von Leerständen (Lückenschluss im Bestand)
		Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften
		Integration in die Regionalplanung sowie Fortschreibung und Controlling der Wärmeplanung
	Investiv	Einführung Klimarelevanz bei Ratsbeschlüssen
Versorgen & Anbieten	Investiv	Umstellung auf erneuerbare Energieträger zur Wärmeversorgung in den kommunalen Liegenschaften
	Strategisch	Initiieren eines Klimaschutz-Unternehmensnetzwerks
Anbieten	Investiv	Ausbau erneuerbarer Energien
Anbieten	Organisatorisch	Realisieren von Gebäudenetzen
Regulieren	Strategisch	Maßnahmen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen (Falls möglich durch Genehmigungsbehörde in der eigenen Verwaltung)

5.3 Controlling

Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentraler Baustein in der Umstellung von einer fossilen auf eine vollständig klimaneutrale 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.

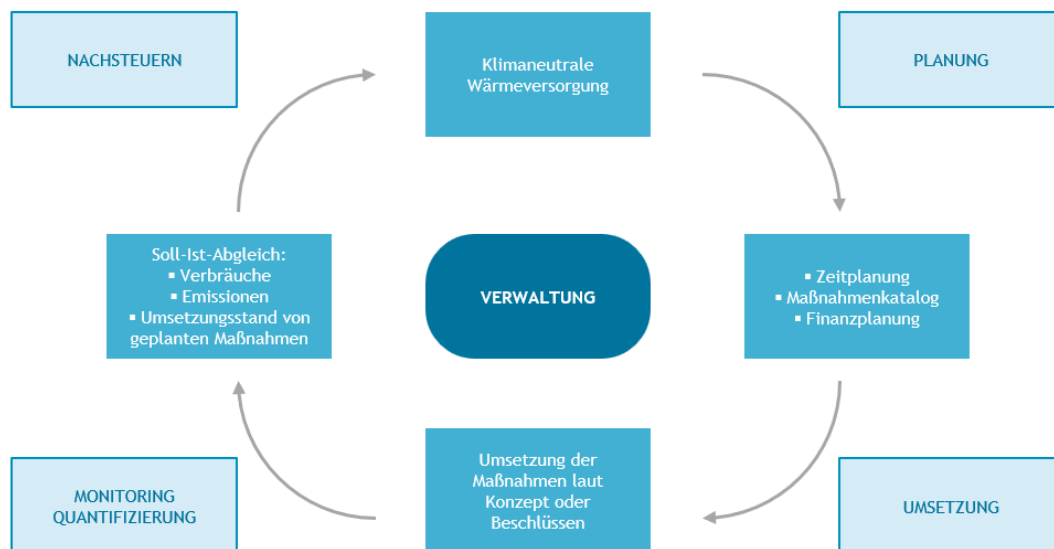


Abbildung 56: PDCA-Managementprozess, eigene Darstellung

Es wird empfohlen, den PDCA-Prozess jährlich durchzuführen. Zu den wichtigsten Indikatoren im Monitoring - dem Beobachten und Erfassen von Schlüsseldaten der Wärmeversorgung - gehören die emittierten Treibhausgase, der Energieverbrauch, der Anteil erneuerbarer Energien und die Sanierungsrate. Durch die systematische Erhebung dieser Daten mittels standardisiertem Erhebungsbogen wird ein Soll-Ist-Vergleich ermöglicht, der ein zentrales Element der Erfolgskontrolle darstellt und in die Nachsteuerung überführt werden kann. Für das Monitoring können die Indikatoren aus der Energie- und Treibhausgasbilanz herangezogen werden, die für das Bilanzjahr 2022 für die Stadt Waldershof 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 CO₂eq-Reduktion und Energieeinsparung eingehalten werden. Bei Abweichungen von Soll und Ist sind auch technologische Entwicklungen und gesetzliche Änderungen zur berücksichtigen. Die geplanten Ziele und spezifischen Maßnahmen für die Stadt Waldershof wurden im Rahmen des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet und sind in Kapitel 4 und 5.2 dokumentiert.

Im Rahmen des Nachsteuerns 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 Stadtverwaltung 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 10 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 wird dann in den weiteren Spalten der Ist-Wert mit dem Soll-Wert verglichen, Ursachen analysiert und Korrekturmaßnahmen sowie nächste Schritte definiert.

Tabelle 10: Übersicht Maßnahmenmonitoring und -controlling

Maßnahme	Ziel	Indikator	Soll-Wert	Ist-Wert	Abwei- chung	Ursache	Korrek- turmaß- nahme	Nächster Schritt	Überprü- fungster- min
Erhebung und Erschließung von Leer- ständen (Lückenschluss im Bestand)									
Sanierungsfahrplan für kommunale Lie- genschaften									
Integration in die Regionalplanung so- wie Fortschreibung und Controlling der Wärmeplanung									
Einführung Klimarelevanz bei Ratsbe- schlüssen									
Umstellung auf erneuerbare Energieträ- ger zur Wärmeversorgung in den kom- munalen Liegenschaften									
Initiieren eines Klimaschutz-Unterneh- mensnetzwerks									
Ausbau erneuerbarer Energien									
Realisieren von Gebäudenetzen									
Maßnahmen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieer- zeugung unterstützen und beschleuni- gen (Falls möglich durch Genehmigungs- behörde in der eigenen Verwaltung)									

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 Stadtverwaltung über Unternehmen bis hin zur Bevölkerung - regelmäßig und auf geeigneten Kanälen über die Ziele, Meilensteine und Fortschritte der Wärmeplanung informiert werden. Transparente und konsistente Kommunikation trägt nicht nur dazu bei, Vertrauen aufzubauen, sondern auch die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen zu fördern und mögliche Hemmnisse abzubauen. Eine klare und

offene Kommunikation ermutigt die Akteure, sich aktiv an der Wärmewende zu beteiligen.

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

5.4.1 Beteiligung während der Erstellung der Wärmeplanung

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

Den Auftakt bildete der Kick-Off am 13. November 2024 (Abbildung 57), bei dem die Ziele und der Ablauf der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt wurden. Hierbei wurden die grundlegenden Schritte, der zeitliche Rahmen sowie die weiteren Schritte erläutert.

Die Beteiligung der Stakeholder erfolgte am 25. März 2025 im Rathaus in Waldershof. Dabei wurden die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung, ihre rechtlichen Auswirkungen, das allgemeine Vorgehen, die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie die Gebietseinteilung vorgestellt. Im Anschluss an die Präsentation fand eine Diskussionsrunde statt, in der die

Netzbetreiber, örtliche Unternehmen und weitere wichtige Akteure Fragen stellen konnten.

Zusätzlich zum Stakeholder-Workshop wurde das Thema kommunale Wärmeplanung am 22. Juli 2025 in einer Bürgerbeteiligung behandelt. Neben allgemeinen Informationen zur kommunalen Wärmeplanung, den rechtlichen Rahmenbedingungen, den Fördermöglichkeiten, die ein externer Referent beleuchtete, wurden die finalen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt. Die Veranstaltungen wurden durch einen offenen Austausch abgerundet.

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



Abbildung 57: Auftaktveranstaltung am 13.11.2024 im Rathaus in Waldershof, (Foto: Michael Hitzek)

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 Stadt-Infobriefe) auch soziale Medien, wie Facebook, LinkedIn oder Instagram zu nutzen. Zusätzlich wird der Reiter zur Wärmeplanung auf der stadteigenen Homepage weiter ausgebaut und laufend aktualisiert. 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 Stadt-Infobriefen, bieten eine verlässliche Informationsquelle.

Je nach Kommunikationskanal empfiehlt es sich Inhalte passend aufzubereiten. Dies ist in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Kommunikationskanäle und Darstellungsmöglichkeiten, eigene Darstellung

Kanal	Darstellungsmöglichkeiten
Zeitungen	Pressemitteilungen mit Inhalten des Reportings
Stadt-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 stadteneigene 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 Stadt-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 Stadteinwohner 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 Stadtverwaltung sollte Möglichkeiten für Kommentare und einen Dialog schaffen - sei es per E-Mail, über ein Kontaktformular auf der stadteigenen Website oder durch die Informationsveranstaltungen. Auf diese Weise kann die Stadtverwaltung 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 Stadt als praktische Hilfestellung.

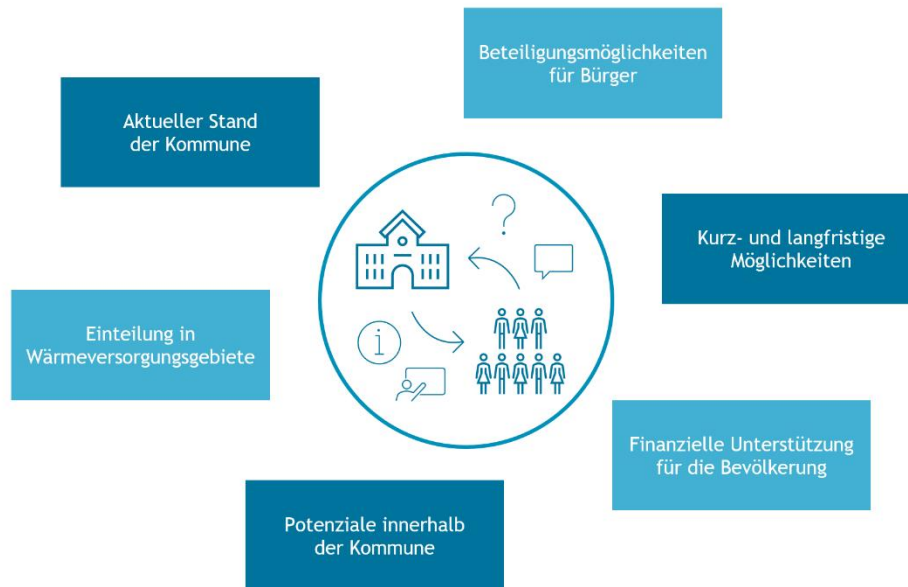


Abbildung 58: Mögliche Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit, eigene Darstellung

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 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 energiewirtschaftlicher Vorschriften" 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

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Stadt Waldershof umfassend hinsichtlich ihrer Potenziale für eine nachhaltige und langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung untersucht. Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung aktuell noch stark von fossilen Energieträgern abhängig ist und ein erheblicher Anteil der Gebäude vor 1978 errichtet wurde. Dies verdeutlicht ein großes Effizienzpotenzial durch energetische Sanierungen.

Die Potenzialanalyse macht deutlich, dass insbesondere die Stadtmitte und das Gewerbegebiet für den wirtschaftlichen Aufbau von Wärmenetzen geeignet sind. In allen weiteren Gebieten ist eine leitungsgebundene Versorgung nicht wirtschaftlich darstellbar, sodass dort dezentrale Lösungen - etwa Solarthermie, Biomasse und Luftwärmepumpen - den Kern der zukünftigen Wärmeversorgung bilden. Darüber hinaus bieten umfassende Sanierungen im Gebäudebestand erhebliche Möglichkeiten zur Verbrauchsreduktion.

Im Zielszenario wird bis 2045 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung angestrebt. Dies gelingt durch eine Kombination aus Effizienzsteigerungen, einer deutlichen Ausweitung erneuerbarer Energien sowie der Substitution fossiler Energieträger.

Ein Maßnahmenfahrplan für das gesamte Stadtgebiet, fortlaufendes Monitoring, transparente Kommunikation und Verstärkung innerhalb der Verwaltung, stellen sicher, dass die Wärmeplanung langfristig erfolgreich umgesetzt werden kann.

Mit der kommunalen Wärmeplanung hat die Stadt Waldershof die Grundlage für eine zielgerichtete und vorausschauende Wärmewende gelegt. Die konsequente Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen wird nicht nur zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beitragen, sondern auch die Versorgungssicherheit stärken und die Lebensqualität für die Bürgerinnen und Bürger nachhaltig verbessern.

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] 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.
- [8] 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.
- [9] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.), „Leitfaden Energieausweis,“ dena, Berlin, 2015.
- [10] 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].
- [11] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Kurzgutachten - Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung,“ München, 2025.
- [12] „[GGSC] - Oberflächennahe Geothermie,“ [Gaßner, Groth, Siederer & Coll.], [Online]. Available: <https://www.ggsc.de/referenzen/oberflaechennahe-geothermie>. [Zugriff am 22 08 2024].
- [13] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch und S. Lengning, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung

Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner
Held PartGmbH, Prognos AG, Heidelberg, 2024.

Glossar

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

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

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

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

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

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

Geothermie - Nutzung von Wärme aus dem Erdreich oder Grundwasser. Die Temperaturneueau 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.

Wärmeliniendichte - 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.

Anhang

Maßnahmenkatalog

Die folgenden Abschnitte zeigen den individuellen Maßnahmenkatalog für Waldershof, 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 klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen.

Erhebung und Erschließung von Leerständen (Lückenschluss im Bestand)

Verbrauchen & Vorbild

Organisatorisch

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

Beschreibung

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

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Datenbasierte Erhebung von Leerständen
- Aufbau eines Leerstandskatasters zur langfristigen Verwaltung und Transparenz
- Integration der geeigneten identifizierten Leerständen in die kommunale Wärmeplanung
- Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren wie Wohnungsbau-gesellschaften, Architekten und Energieberater, um Potenziale zu erschließen

- Dialog mit Einwohnern, um Akzeptanz und Mitarbeit zu fördern
- Nachhaltig Wohn- und Nutzraum reaktivieren

Zielgruppe

Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Stadtverwaltung
- Bau- und Liegenschaftsmanagement

Weitere Akteure

- Mitbürger
- Liegenschaftsmanagement

Finanzierungsansatz

- Personalaufwand über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

ca. 10 Arbeitstage/ Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften

Verbrauchen & Vorbild

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. Neben der bereits sanierten Schule gibt es auch aktuelle Vorplanungen zur Sanierung des Rathauses. Diese Gebäude müssen daher nicht berücksichtigt werden.

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 Brand-schutzes. 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
- Stadtverwaltung

Weitere Akteure

- Energieberater
- Planungsbüros
- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 5 Arbeitstage

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

164 MWh

THG-Reduktion

41 t CO₂eq

Integration in die Regionalplanung sowie Fortschreibung und Controlling der Wärmeplanung

Verbrauchen & Vorbild | Regulierung
Strategisch, Organisatorisch

Ziel der Maßnahme ist eine systematische Überwachung und Bewertung der kommunalen Wärmeziele sowie kontinuierliche Integration der Ergebnisse in die regionale und übergeordnete Planung. Durch ein strukturiertes Controllingkonzept mit dem Fokus auf Klimaneutralität bis spätestens 2045 sollen Fortschritte überprüft, neue Entwicklungen berücksichtigt und die Ergebnisse dokumentiert werden.

Beschreibung

Durch das Controllingkonzept wird die Umsetzung sowie die regelmäßige Überprüfung des Wärmeplans der Stadt Waldershof strategisch begleitet und sichergestellt. Es beinhaltet einen langfristigen Zeitplan zur Zielerreichung der Klimaneutralität bis 2045 sowie ein Verfahren zur regelmäßigen Fortschreibung des Klimaaktionsplans. Es wird ein jährliches Treffen etabliert, bei dem relevante Akteure den Fortschritt bei der Umsetzung der Wärmeplanung überprüfen, Herausforderungen diskutieren und Wärmeziele ggf. anpassen. So können frühzeitig Steuerungsimpulse gesetzt und Prioritäten angepasst werden. Die Ergebnisse werden in einem standardisierten Fortschrittsbericht dokumentiert. Er dient als systematische Grundlage für die Fortschreibung der Regional- und Bauleitplanung. Dadurch wird eine enge Verzahnung der kommunalen Wärmeplanung mit der Regionalplanung sichergestellt.

- Finalisierung und Kommunikation des Fortschrittsberichts sowie Fortschreibung des Klimaaktionsplans
- Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Erstellung eines Konzepts zur Integration der kommunalen Wärmeplanung in die Regionalplanung
- Zusammenarbeit mit regionalen Planungsbehörden und anderen Kommunen
- Prüfung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Aktualisierung von Flächennutzungs- und Regionalplänen
- Monitoring und Anpassung der Planungen auf Basis neuer Entwicklungen und Technologien und Erkenntnisse aus der Fortschreibung

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
- Terminierung und Organisation des jährlichen Treffens
- Politische Beschlussfassung und transparente Kommunikation

Zielgruppe

- Verwaltung
- Klimaschutzmanagement

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung
- Klimaschutzmanagement
- Regionalplanungsbehörde

Weitere Akteure

- Fachbereich mit Maßnahmenverantwortung
- Energieversorger
- ggf. externe Beratende, Planungsbüros sowie Öffentlichkeitsarbeit

Finanzierungsansatz

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

Aufwand und Bewertung

Investitionskosten

Ca. 3 Arbeitstage pro Jahr/ 1 Personalstelle
/ Ca. 10 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Einführung Klimarelevanz bei Ratsbeschlüssen

Verbrauchen & Vorbild

Organisatorisch

Mit dieser Maßnahme soll sichergestellt werden, dass bei allen Ratsbeschlüssen die Auswirkungen auf das Klima systematisch geprüft und berücksichtigt werden. Durch die Einführung eines standardisierten Klimachecks werden klimarelevante Aspekte bereits in der Vorbereitungsphase von Beschlüssen sichtbar gemacht. So kann Klimaschutz als verbindliches Querschnittsziel in politischen Entscheidungsprozessen verankert werden. Langfristig stärkt die Maßnahme die integrierte Betrachtung von Klimaschutzbelangen in allen Fachbereichen und trägt zur Erreichung der kommunalen Klimaziele bei.

Beschreibung

Der Klimacheck soll in Form einer Checkliste aufgebaut werden, in der unterschiedliche Fragen formuliert sind, mit denen das geplante Vorhaben hinterfragt werden kann. Beispielsweise kann so überprüft werden ob sich bestimmte Vorhaben/Entscheidungen negativ auf den Klimaschutz auswirken. Für die Durchführung ist zu berücksichtigen, dass nachvollziehbare und relevante Kriterien/Fragen formuliert werden. Zudem soll durch den Klimacheck kein unverhältnismäßig hoher bürokratischer Aufwand entstehen. Den Klimacheck führt jede Abteilung für sich durch und hinterlegt das Ergebnis in der Sitzungsvorlage.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Bestandsaufnahme: Analyse bestehender Entscheidungsprozesse und Identifikation relevanter Handlungsfelder
- Erstellung der Checkliste mit gezielten Fragen zur Klimarelevanz
- Integration des Klimachecks in den Verwaltungsablauf
- Schulung der Mitarbeitenden zur korrekten Durchführung der Klimarelevanzprüfung
- Erprobung und Optimierung der Checkliste durch Pilotanwendungen
- Regelmäßige Evaluierung und Anpassung der Kriterien nach Bedarf

Zielgruppe

- Kommunalpolitik

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Sitzungsmitglieder
- Stadtrat

Weitere Akteure

- Verwaltung

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 5 Arbeitstage

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Umstellung auf erneuerbare Energieträger zur Wärmeversorgung in den kommunalen Liegenschaften

Verbrauchen & Vorbild
Investiv

Mit dieser Maßnahme sollen alle kommunalen Einrichtungen auf eine Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energieträgern umgestellt werden. So kann die Stadt Waldershof die CO₂-Emissionen reduzieren, ihre Vorbildfunktion stärken und zukünftigen Preissteigerungen der fossilen Energieträger entgegenwirken.

Beschreibung

Aus der Erhebung der kommunalen Einrichtungen für die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz geht hervor, dass ein Großteil der kommunalen Liegenschaften in der Stadt Waldershof mit Erdgas versorgt werden. Durch eine schrittweise, vollständige Substitution der fossilen Energieträger in den kommunalen Liegenschaften ergibt sich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen. Mögliche Standorte sind aufgrund der geologischen Gegebenheiten und Potenziale individuell zu prüfen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

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

Zielgruppe

- Liegenschaftsverantwortliche

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung
- Liegenschaftsmanagement

Weitere Akteure

- Planungsbüros / Energieberater
- Externe Fachleute
- Energieversorger

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel
- Ggf. Förderung (BEG / BEW)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Abhängig vom Energieträger
Solar: Ca. 1.300 € je installierte Leistung in kWp, zusätzlich ca. 5.000 € für die Erstellung der Solarstrategie
Weitere: Ca. 80.000 € - 500.000 € (ohne Förderung)

Zeitlich

Solar: Kurzfristig
Weitere: Langfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

Ca. 50 t CO₂eq

Initiieren eines Klimaschutz-Unternehmensnetzwerks

Versorgen & Anbieten

Strategisch

Die ansässigen Unternehmen sind relevante Akteure auf dem Weg zur Klimaneutralität. Für Unternehmen spielt die Versorgungssicherheit und der Kostendruck eine große Rolle, welche durch die örtliche Energieversorgung und deren Optionen bedingt wird. Über die Gründung eines Unternehmensnetzwerks können Effizienzpotenziale gehoben und der Austausch gefördert werden. Damit lassen sich weitere Einsparungen erzielen.

Beschreibung

Die Teilnahme an einem Unternehmensnetzwerk ermöglicht Unternehmen die Beratung durch qualifizierte externe Dienstleistende, den Austausch mit anderen, die gemeinsame Bearbeitung von Herausforderungen und durch die Identifikation von Reduktionsmaßnahmen eine Senkung ihrer THG-Emissionen. Die Stadt Waldershof profitiert zum einen durch die Senkung der THG-Emissionen, bekommt zum anderen aber auch Einblick in die unternehmerischen Herausforderungen. Auf diese Weise können Synergien zwischen der Stadt und den ansässigen Unternehmen identifiziert und gefördert, Handlungsoptionen aufgezeigt und Kräfte gebündelt werden.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Identifikation und Ansprache potenzieller Unternehmenspartner in der Region
- Gründung eines kommunal begleiteten Unternehmensnetzwerks mit thematischem Fokus auf Klimaschutz und Energieeffizienz
- Beauftragung externer, qualifizierter Beratungsdienstleister zur Unterstützung bei der Identifikation von Effizienz- und Einsparpotenzialen
- Organisation regelmäßiger Netzwerktreffen zum Erfahrungsaustausch und zur gemeinsamen Entwicklung von Lösungsansätzen

Zielgruppe

- Lokale Unternehmen

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

- Lokale Unternehmen
- Externe Fachleute

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 10 Arbeitstage

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung

Nicht quantifizierbar

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Realisieren von Gebäudenetzen

Anbieten

Organisatorisch, vernetzend

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

Beschreibung

Gebäudenetze verbinden bis zu 16 Gebäude innerhalb einer Liegenschaft oder in direkter Nachbarschaft und ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme oder anderen erneuerbaren Energien. Dabei werden moderne, effiziente Technologien eingesetzt, um die Wärmeverteilung und -nutzung zu optimieren.

Handlungsschritte zur Umsetzung

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

Zielgruppe

- Bürger
- Verwaltung

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung

Weitere Akteure

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

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel des Betreibers
- Förderungen

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 1 Arbeitstag pro Jahr

Zeitlich

Mittelfristig

Priorität

Mittel

Energieeinsparung

Substitution der Wärmequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

63 t CO₂eq

Ausbau erneuerbarer Energien

Versorgen & Anbieten
Investiv, Strategisch

Mit dieser Maßnahme soll der Anteil erneuerbarer Energien in der Stadt Waldershof deutlich erhöht und ein Beitrag zur kommunalen Energieunabhängigkeit sowie zum Klimaschutz geleistet werden. Ziel ist es, geeignete Flächen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien zu identifizieren, Planungssicherheit zu schaffen und aktiv neue Projekte zu ermöglichen oder voranzutreiben.

Beschreibung

Über den Ausbau von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien stellt die Stadt Waldershof eine Versorgungssicherheit von erneuerbarem Strom sicher, welche auch den unter Anbetracht der Sektorkopplung entstehenden, steigenden Strombedarf für eine klimaneutrale Entwicklung der Stadt unabdinglich sein wird. Über Flächennutzungsplanung, Beteiligung an Regionalplanung oder durch eigene Projekte wird aktiv zum Ausbau beigetragen. Ein klarer Prozess zur Identifikation geeigneter Standorte und die frühzeitige Einbindung von Bürger schaffen Akzeptanz und Planungssicherheit. Ziel ist es, neue Standorte zu ermöglichen, bestehende Potenziale zu heben und ggf. Beteiligungsmodelle zu initiieren.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Systematische Ermittlung geeigneter Flächen mit Priorisierung von Flächen mit minimalem Eingriff in Natur und Landschaft
- Abstimmung mit Regionalplanung / Analyse potenzieller Flächen (inkl. Ausschluss- und Eignungsgebiete)
- Flächensicherung und Planung (z. B. Änderung Flächennutzungsplan)
- Information & Beteiligung der Öffentlichkeit zur Akzeptanzförderung
- Prüfung möglicher Beteiligungsmodelle
- Vereinfachte und beschleunigte Genehmigungsverfahren
- Ausschreibung & Realisierung
-

Zielgruppe

- Bürger / Grundstückseigentümer
- Stadtverwaltung
- Energieversorger & -genossenschaften
- Investoren

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Stadtverwaltung

Weitere Akteure

- Fachplaner und Bohrunternehmen
- Grundstückseigentümer
- Bürgerinitiativen / lokale Energiegenossenschaften
- Netzbetreibende

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel (des Betreibenden)
- Investoren
- Förderung (BEG / BEW)

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Nicht quantifizierbar

Zeitlich

Mittelfristig / langfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Substitution der Energiequelle verringert nicht den Verbrauch

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar

Maßnahmen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen (Falls möglich durch Genehmigungsbehörde in der eigenen Verwaltung)

Regulieren

Regulativ, Strategisch

Der Ausbau erneuerbarer Energien wird häufig durch langwierige Genehmigungsverfahren verzögert. Um dies zu verbessern, sollen Maßnahmen zur Verfahrensvereinfachung und -beschleunigung umgesetzt werden.

Beschreibung

Es sollen bestehende Verfahren analysiert und Hemmnisse identifiziert und optimiert werden. Standardisierte Abläufe, Checklisten und digitale Lösungen sollen die Bearbeitung effizienter gestalten, während Schulungen und Kapazitätsaufbau sicherstellen, dass die zuständigen Stellen fachlich und personell gut ausgestattet sind. Ergänzend werden Beratungsangebote für Antragsteller geschaffen, um qualitativ hochwertige und vollständige Anträge zu fördern. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Behörden und internen Abteilungen soll etabliert werden, um Schnittstellenprobleme zu minimieren. Ziel ist es, die Planungssicherheit für Antragsteller zu erhöhen und den Ausbau erneuerbarer Energien als wesentlichen Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung zu beschleunigen.

Handlungsschritte zur Umsetzung

- Initialanalyse der bestehenden Genehmigungsverfahren
- Prozessoptimierung durch Überarbeitung interner Abläufe und Entwicklung standardisierter Formulare und Leitfäden
- Aufbau enger Zusammenarbeit mit externen Behörden wie z. B. Naturschutzbehörden und Energieversorgern
- Regelmäßige Abstimmung zwischen internen Abteilungen

Zielgruppe

- Verwaltung
- Unternehmen
- Bürger

Initiatoren und Akteure

Hauptverantwortlich

- Verwaltung
- Bau- und Umweltamt

Weitere Akteure

- Genehmigungsbehörden
- Regionale Energieagentur
- Planungsbüros

Finanzierungsansatz

- Eigenmittel über Konnexitätszahlung

Aufwand und Bewertung

Aufwand

Ca. 3 Arbeitstage pro Jahr

Zeitlich

Kurzfristig

Priorität

Hoch

Energieeinsparung

Keine direkte Einsparung, da Energieträger substituiert werden

THG-Reduktion

Nicht quantifizierbar