

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für den

Markt Ludwigschorgast

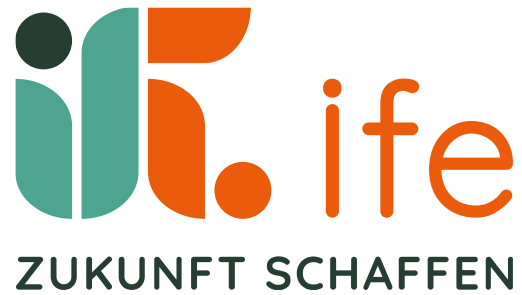
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für den Markt Ludwigschorgast

Auftraggeber:

Markt Ludwigschorgast

Obere Marktstraße 1

95364 Ludwigschorgast

Auftragnehmer:

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Bearbeitungszeitraum:

Februar 2025 bis März 2026

Projektleiterin:

Lilian Bernhardt-Senft

Bereich: Kommunalunternehmen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
TABELLENVERZEICHNIS	X
NOMENKLATUR.....	XI
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.....	XIV
1 Einleitung.....	16
1.1 Der Markt Ludwigschorgast.....	16
1.2 Erwartungshaltung an Kommunale Wärmepläne	18
2 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	19
2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG).....	19
2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)	20
2.3 Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)	22
3 Förderkulisse.....	23
3.1 Kommunalrichtlinie (KRL).....	23
3.2 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).....	24
3.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	25
3.4 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)	27
3.5 BioWärme Bayern	27
4 Eignungsprüfung.....	28
4.1 Wärmelinienrichtlinie	29
4.2 Prüfung auf Wärmenetzeignung	31
4.3 Prüfung auf Wasserstoffnetzeignung.....	31
4.4 Ergebnis der Eignungsprüfung.....	32

5 Bestandsanalyse	34
5.1 Gebäudebestand.....	34
5.2 Industrie und Gewerbe.....	35
5.3 Datenerhebung Privathaushalte.....	35
5.4 Einteilung in Quartiere.....	35
5.5 Wärmeerzeugerstruktur	38
5.6 Gasnetzinfrastruktur	40
5.7 Wasserstoffinfrastruktur	42
5.7.1 Allgemeine und nationale Entwicklungen in der Wasserstoffinfrastruktur	42
5.7.2 Infrastrukturelle Rahmenbedingungen in Ludwigschorgast für eine Wasserstoffnutzung	44
5.7.3 Die Nutzung von Wasserstoff zu Heizzwecken	45
5.7.4 Berücksichtigung von Wasserstoff im Wärmeplan der Marktgemeinde Ludwigschorgast.....	46
5.8 Energie- und Treibhausgasbilanzierungen.....	47
5.8.1 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch	47
5.8.2 Endenergieverbrauch für und Treibhausgasemissionen durch die Wärmeerzeugung.....	50
5.8.3 Anteil EE und unvermeidbarer Abwärme an der Wärmeerzeugung	53
5.8.4 Anteil leitungsgebundener Wärme an der Wärmeerzeugung	53
5.9 Wärmeliniendichte und Wärmebelegungsdichte	53
5.10 Schutzgebiete und Denkmäler	55
5.10.1 Trinkwasserschutzgebiete.....	56
5.10.2 Biosphärenreservate	57
5.10.3 Flora-Fauna-Habitat-Gebiete.....	57

5.10.4	Landschaftsschutzgebiete.....	58
5.10.5	Nationalparke	59
5.10.6	Naturparke.....	60
5.10.7	Vogelschutzgebiete	61
5.10.8	Biotope.....	61
5.10.9	Bodendenkmäler	62
5.10.10	Baudenkmäler.....	63
5.10.11	Heilquellenschutzgebiete	64
5.10.12	Hochwassergefahrenflächen HQ100	64
5.11	Zwischenergebnisse Bestandsanalyse.....	65
6	Potenzialanalyse	67
6.1	Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen	68
6.2	Potenzial aus Erneuerbaren Energien	69
6.2.1	Solarthermie	69
6.2.2	Umweltwärme	69
6.2.2.1	Umgebungsluft.....	70
6.2.2.2	Oberflächennahe Geothermie.....	70
6.2.2.3	Grundwasser.....	73
6.2.2.4	Fluss- und Seewasser.....	75
6.2.2.5	Tiefe Geothermie	80
6.2.3	Biomasse.....	81
6.2.3.1	Feste Biomasse	81
6.2.3.2	Gasförmige Biomasse	85

6.2.4	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	86
6.2.4.1	PV-Aufdachanlagen	86
6.2.4.2	PV-Freiflächenanlagen	87
6.2.4.3	Windkraftanlagen	88
6.2.4.4	Wasserkraft	88
6.3	Abwärme	89
6.3.1	Industrielle Abwärme	89
6.3.2	Abwasserkanäle	89
6.3.3	Kläranlagen	92
6.4	Wasserstoff und grünes Gasnetz	92
6.5	Zusammenfassung Potenzialanalyse	92
7	Zielszenario	96
7.1	Erstellung Zielszenario	97
7.1.1	Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien	97
7.1.2	Dimensionierung der Technologien	98
7.1.3	Kostenprognose	100
7.2	Zielszenario 2045	100
7.2.1	Voraussetzungen und Annahmen	101
7.2.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	101
7.2.3	Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ...	104
7.2.4	Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr	105
7.2.5	Optionen für die künftige Wärmeversorgung	109
7.2.5.1	Fokusgebiet 1: Ludwigschorgast Altort	111

7.2.5.2	Fokusgebiet 2: Ludwigschorgast Ost	114
7.2.6	Energiebilanz im Zielszenario.....	118
7.2.7	Treibhausgasbilanz im Zielszenario	120
7.3	Beispielhafter Quartierssteckbrief.....	123
8	Wärmewendestrategie.....	125
8.1	Maßnahmen und Umsetzungsstrategie	126
8.1.1	Beispielhafter Maßnahmensteckbrief.....	127
8.1.2	Priorisierte nächste Schritte.....	128
8.1.3	Betreibermodelle und Beteiligungsmodelle eines Wärmenetzes	130
8.2	Verstetigungsstrategie.....	130
8.2.1	Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in der Kommune	130
8.2.2	Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses mit Hilfe eines Wärmebeirats bzw. einer Steuerungsgruppe	131
8.2.3	Controlling-Konzept.....	133
8.2.4	Kommunikationsstrategie.....	136
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	140
10	Literaturverzeichnis	142
ANHANG	151
A.	Anhang 1: Quartierssteckbriefe	151
B.	Anhang 2: Maßnahmensteckbriefe.....	156

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: beplantes Gebiet der Kommune Ludwigschorgast mit zugehörigen Ortsteilen [9]	17
Abbildung 2: Ablauf einer Wärmeplanung nach § 13 WPG.....	20
Abbildung 3: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude [14]	26
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Eignungsprüfung	28
Abbildung 5: Quartierseinteilung für den Markt Ludwigschorgast.....	29
Abbildung 6: Straßenabschnittsbezogene Wärmelinien-dichte (Veröffentlichung nach WPG, Anlage 2, I.).....	31
Abbildung 7: Quartiere im Rahmen der Eignungsprüfung.....	32
Abbildung 11: Einteilung Quartiere nach durchschnittlichem Gebäudebaujahr [9] [19]	37
Abbildung 12: Einteilung Quartiere nach überwiegendem Gebäudetyp [9] [19].....	38
Abbildung 13: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach eingesetztem Energieträger.....	39
Abbildung 14: Gasnetzgebiete im Markt Ludwigschorgast [4] [22]	41
Abbildung 15: Genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz im Jahr 2032 [23]	43
Abbildung 16: Ausschnitt Wasserstoff-Kernnetz in Bayern mit Lage Ludwigschorgast [20]	44
Abbildung 17: Quartiere nach Wärmedichte in MWh/ha [9]	49
Abbildung 18: Heatmap Markt-gemeinde Ludwigschorgast in Abhängigkeit des Wärmebedarfs [9]	50
Abbildung 19: Aufteilung der Energieträger für die Wärmeerzeugung im IST-Zustand.....	51
Abbildung 20: Aufteilung Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im IST-Zustand	52
Abbildung 21: Aufteilung Endenergieverbrauch für Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	52
Abbildung 22: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtendenergiebedarf für Wärmeerzeugung.....	53

Abbildung 24: Trinkwasserschutzgebiete im Markt Ludwigschorgast [9] [32]	56
Abbildung 25: FFH-Gebiete im Markt Ludwigschorgast [34] [35].....	58
Abbildung 26: Landschaftsschutzgebiete im Markt Ludwigschorgast [9] [32].....	59
Abbildung 27: Naturparke in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]	61
Abbildung 28: Biotope auf dem Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]	62
Abbildung 29: Bodendenkmäler in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]	63
Abbildung 30: Hochwassergefahrenflächen HQ100 in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]	65
Abbildung 27: Schema des Begriffs „Potenzial“ aus energetischer Sicht in Anlehnung an [41]	67
Abbildung 32: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmekollektoren [9] [31].....	72
Abbildung 33: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmesonden [9] [31]	73
Abbildung 34: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen [9] [31]	75
Abbildung 31: Deckungsgrad des Flusswasserpotenzials je Gemeinde für Januar [46]	77
Abbildung 32: Umweltleistung am Wärmetauscher in der Schorgast in Abhängigkeit der Entnahmemenge und Temperaturspreizung.....	79
Abbildung 34: Temperaturverteilung in 500 m unter Gelände [31]	81
Abbildung 37: Endenergiepotenziale fester Biomasse	83
Abbildung 38: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Ludwigschorgast [4], [30].....	83
Abbildung 39: Endenergiepotenziale gasförmiger Biomasse	86
Abbildung 40: Aufteilung Potenzial PV-Aufdachanlagen nach Nutzungsart [43]	87
Abbildung 41: Abwassernetz im Markt Ludwigschorgast [9]	90
Abbildung 42: Kanalabschnitte im Markt Ludwigschorgast mit DN ≥ 800 mm [9].....	91
Abbildung 44: Wärmeversorgungsarten in den Quartieren im Stützjahr 2030.....	103
Abbildung 45: Wärmeversorgungsarten in den Quartieren im Stützjahr 2035 bis zum Zieljahr 2045	104

Abbildung 48: beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial [9].....	105
Abbildung 49: Eignung für die dezentrale Wärmeversorgung [9]	107
Abbildung 50: Eignung für Wasserstoffnetzgebiete [9].....	108
Abbildung 51: Eignung für Wärmenetzgebiete [9]	109
Abbildung 52: Lastprofil Wärmeverbrauch Ludwigschorgast Altort inkl. Netzverluste.....	111
Abbildung 53: geordnete thermische JDI Ludwigschorgast Altort mit Variante 1	112
Abbildung 54: geordnete thermische JDI Ludwigschorgast Altort mit Variante 2	112
Abbildung 55: geordnete thermische JDI Ludwigschorgast Altort mit Variante 3	113
Abbildung 56: Vergleich Variantenauslegungen Ludwigschorgast Altort.....	113
Abbildung 57: Variantenvergleich JGK und WGK Ludwigschorgast Altort.....	114
Abbildung 58: Lastprofil Wärmeverbrauch Quartier Kleinschwarzenlohe Rangaustraße inkl. Netzverluste.....	115
Abbildung 59: geordnete thermische JDI Ludwigschorgast Ost mit Variante 1.....	115
Abbildung 60: geordnete thermische JDI Ludwigschorgast Ost mit Variante 2.....	116
Abbildung 61: geordnete thermische. JDI Ludwigschorgast Ost mit Variante 3.....	116
Abbildung 62: Vergleich Variantenauslegungen Ludwigschorgast Ost	117
Abbildung 63: Variantenvergleich JGK und WGK Ludwigschorgast Ost.....	117
Abbildung 70: Endenergiebedarf für Wärmeerzeugung nach Energieträgern in den Stützzahren & im Zieljahr	118
Abbildung 71: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme in den Stützzahren und Zieljahr.....	119
Abbildung 72: Leitungsgebundene Wärme nach Energieträgern in den Stützzahren und im Zieljahr	120
Abbildung 73: Treibhausgasemissionen für Wärmeerzeugung im Zielszenario nach Energieträger.....	121
Abbildung 74: Erdgasverbrauch für Heizzwecke in den Stützzahren und im Zieljahr	121

Abbildung 75: Anzahl der Erdgasanschlüsse in den Stützjahren und im Zieljahr.....122

Abbildung 76: Überschneidung des Gasnetzes mit bestehenden oder
 voraussichtlichen Wärmenetzgebieten [4].....123

Abbildung 77: Quartierssteckbrief *Am Bahnhof*124

Abbildung 78: Beispielhafte Schritte nach Erstellung des Wärmeplans125

Abbildung 79: beispielhafter Umsetzungsprozess einer Baumaßnahme der
 Wärmeplanung [56]129

Abbildung 80: Beispielhafte Darstellung eines Wärme-Dashboards im Rahmen der
 Controllings-Strategie136

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht der Ergebnisse der Eignungsprüfung	33
Tabelle 2: farbliche Kennzeichnung der verschiedenen Wärmelinien dichten	54
Tabelle 3: Einteilung der Quartiere in unterschiedliche Wärmelinien dichten	55
Tabelle 5: Übersicht der EE- und Abwärmepotenziale	93
Tabelle 6: Unterscheidung Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG [5]	96
Tabelle 7: Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete gemäß §3 WPG [5]	101
Tabelle 8: Einteilung der Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr [5]	106
Tabelle 9: Beispielhafter Maßnahmensteckbrief für dezentrale Wärmeversorgungsgebiete.....	127

NOMENKLATUR

a	Jahr
Abs.	Absatz
APEE	Anreizprogramm Energieeffizienz
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch
AVEn	Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BayKli- maG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BHO	Bundeshaushaltordnung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
d	Tag
DN	<i>diamètre nominal</i> , Nenndurchmesser
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EBS	Energieeffizient Bauen und Sanieren
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
el.	elektrisch
EM	Einzelmaßnahme
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GIS	Geoinformationssystem

GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
h	Stunde
H ₂	Wasserstoff
ha	Hektar
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HQ100	Hochwasserereignis, das statistisch gesehen einmal in 100 Jahren eintretet
HZO	Programm zur Heizungsoptimierung
JDL	Jahresdauerlinie
JGK	Jahresgesamtkosten
JSM	Jahresschmutzwassermenge
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KRL	Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz (Kommunalrichtlinie)
kt	Kilotonnen bzw. tausend Tonnen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft- Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)
kW _p	Kilowatt Peak
kWP	kommunale Wärmeplanung
LfStat	Bayerisches Landesamt für Statistik
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LoD2	Level of Detail 2
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
m	Meter
MAP	Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Wärmemarkt

MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MW _p	Megawatt Peak
MWh/ha	Megawattstunde pro Hektar
NWG	Nichtwohngebäude
OT	Ortsteil
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive (RED) bzw. Erneuerbare-Energien-Richtlinie
s	Sekunde
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
th.	thermisch
THG	Treibhausgas
Trm	Trassenmeter (bezogen auf Wärmetrasse)
Vbh	Vollbenutzungsstunden
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VG	Verwaltungsgemeinschaft
WBD	Wärmebelegungsdichte
WG	Wohngebäude
WGK	Wärmegestehungskosten
WLD	Wärmeliniendichte
WP	Wärmepumpe
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz)
WWA	Wasserwirtschaftsamt

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Endenergie: Die Energie, die nach Umwandlung und Übertragung der Primärenergie einem Verbraucher zur weiteren Verwendung zur Verfügung steht, z.B. in Form von Heizöl, Erdgas, Pellets, Scheitholz, etc.

Erneuerbare Energien: Energieformen, die im Vergleich zu fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl oder Erdgas, „verhältnismäßig schnell erneuern oder praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen“ [1].

Gebäudenetz: Ein Gebäudenetz versorgt mindestens zwei, aber bis zu 16 Gebäude oder bis zu 100 Wohneinheiten mit Wärme (und/oder Kälte), vgl. §3 Abs 1 Satz 9a GEG [2]. Bei mehr angeschlossenen Gebäuden oder Wohneinheiten handelt es sich um ein Wärmenetz.

Heatmap: eine kartographische Darstellung des Wärmebedarfs in der Kommune. Je wärmer die Farbgebung, desto höher ist der Wärmebedarf an dieser Stelle.

Kilo-, Megawattstunde: Einheit der Arbeit oder Energie. V.a. in der Wärmeplanung beschreibt diese Größe die Wärmemenge, die verbraucht oder benötigt wird. Eine Kilowattstunde [kWh] besteht aus 1.000 Wattstunden [Wh] und eine Megawattstunde [MWh] besteht aus 1.000 Kilowattstunden.

Klimaneutralität: Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und Kohlenstoffaufnahme aus der Atmosphäre durch sog. Kohlenstoffsinken. Dabei müssen die Emissionen aller Treibhausgase durch Kohlenstoffaufnahme ausgeglichen werden. [3]

Kohlenstoffsenke: ein System, das mehr Kohlenstoff aufnimmt, als es abgibt, z.B. Wälder [3].

Level of Detail: beschreibt die Detailstufe, mit der die Darstellung von 3D-Gebäudemodellen und Geländemodellen erfolgt [4].

Niedertemperaturnetz: Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen von max. 70 °C

Nutzenergie: Die Energie, die nach Umwandlung der Endenergie direkt genutzt werden kann, z.B. Heizwärme, Licht, mechanische Energie, etc.

Primärenergie: Die Energie, die vor jeglicher Umwandlung und Übertragung in einem Energieträger natürlich vorkommt.

Quartier: ein beplantes Teilgebiet mit zusammengefassten Straßenzügen

Schutzgüterabwägung: ein Abwägungsprozess, bei dem verschiedene, aber miteinander kollidierende (Schutz)güter gegeneinander abgewogen werden müssen und letztendlich einem Vorrang gewährt wird, bspw. der Bau einer Freiflächen-Photovoltaik-Anlage (nachhaltige Energieversorgung) und der Schutz eines Bodendenkmals (Denkmalschutz).

Unvermeidbare Abwärme: Abwärme, die sowieso in Industrie- oder Stromerzeugungsprozessen oder im tertiären Sektor anfällt und ohne einer Nutzung für ein Wärmenetz, ungenutzt in die Umgebung abgeführt würde, vgl. § 3 Abs. (1) Nr. 13 WPG [5].

Wärmebedarf: die erforderliche Wärmemenge. Anders als der Wärmeverbrauch, wird diese Größe rechnerisch ermittelt, z.B. durch Hochrechnungen, und kann vom realen Wärmeverbrauch abweichen.

Wärmeliniedichte: das Verhältnis aus dem jährlichen Wärmeabsatz eines Leitungsabschnitts eines Wärmenetzes zu der Länge des entsprechenden Leitungsabschnitts [$\text{kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$].

Wärmenetz: Ein Wärmenetz versorgt mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten mit Wärme. Bei weniger angeschlossenen Gebäuden oder Wohneinheiten handelt es sich um ein Gebäudenetz.

Wärmeverbrauch: die erforderliche Wärmemenge. Anders als der Wärmebedarf, wird diese Größe messtechnisch ermittelt, z.B. mit Hilfe von Wärmemengenzählern, und stellt die tatsächlich angefallene Wärmemenge dar.

1 Einleitung

Bis zum Jahr 2045 soll die Wärmeversorgung in Deutschland klimaneutral erfolgen – in Bayern bereits bis zum Jahr 2040. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Wärmesektor lag im Jahr 2025 bei 19,0 % [6]. Im Vergleich zum Stromsektor, bei dem sich der EE-Anteil auf 55,1 % belief [6], besteht in der Wärmeversorgung diesbezüglich Ausbaupotenzial.

Ziel der bundesweiten kommunalen Wärmeplanung ist es daher, im Rahmen der Energiewende den Ausbau und Einsatz von Erneuerbaren Energien (Anmerkung: und/oder unvermeidbarer Abwärme – nachfolgend immer als „Erneuerbare Energien“ (EE) bezeichnet) im Wärmesektor zu beschleunigen und zu erhöhen. Dazu ist am 01.01.2024 das sog. Wärmeplanungsgesetz (WPG) in Kraft getreten, welches alle Kommunen in Deutschland zur Erstellung eines sog. Wärmeplans verpflichtet.

Dabei ist zu untersuchen, wie die Wärmeversorgung in einer Kommune unter den klimapolitischen Zielsetzungen stattfinden kann. Die Transformation des Wärmesektors ist im Vergleich zum Stromsektor komplexer, da für jede Region individuelle und bezahlbare Lösungen zu erarbeiten sind. Wärmenetze können dabei eine Option sein, denn mit ihnen werden viele Gebäude gleichzeitig mit Wärme versorgt. Der Aufbau solcher Wärmenetze in Bestandsgebieten stellt allerdings einen hohen infrastrukturellen Aufwand dar. Im Wärmeplan wird deshalb auch untersucht, ob und wo in einer Kommune die Wärmeversorgung mittels Wärmenetze unter verschiedenen Kriterien sinnvoll sein kann.

Der hier vorliegende Wärmeplan wurde für den Markt Ludwigschorgast gemeinsam mit der Marktgemeinde Ludwigschorgast, der Verwaltungsgemeinschaft (VG) Untersteinach, in enger Zusammenarbeit mit relevanten lokalen und regionalen Akteuren sowie dem *Institut für Energietechnik IfE GmbH* im Zeitraum von Februar 2025 bis März 2026 erarbeitet.

1.1 Der Markt Ludwigschorgast

Der Markt Ludwigschorgast liegt in Bayern zentral im Landkreis Kulmbach im Regierungsbezirk Oberfranken. Neben dem Kernort Ludwigschorgast zählen drei weitere amtliche Ortsteile

zur Kommune [7], welche im Rahmen der Wärmeplanung mitbetrachtet werden. Die Kommune verfügt über einen Bahnhof, durch den Hauptort verläuft von Süd nach West die Kursbuchstrecke 850 der Zugverbindung RB 24 (Coburg-Bayreuth) [8]. Im südlichen Gemeindegebiet verläuft die Bundesstraße B303, ebenso von Südost nach West. Im nördlichen Gemeindegebiet verläuft von West nach Nord die Bundesstraße B289. Zum Stand 30. September 2025 hatte Ludwigschorgast 954 Einwohner [7].

In nachfolgender Abbildung 1 sind die Verwaltungsgrenzen der Kommune Ludwigschorgast sowie die zugehörigen Ortsteile dargestellt.



Abbildung 1: beplantes Gebiet der Kommune Ludwigschorgast mit zugehörigen Ortsteilen [9]

1.2 Erwartungshaltung an Kommunale Wärmepläne

Die Wärmeplanung stellt die Grundlage für ein mögliches Zielszenario mit einer nachhaltigen Wärmeversorgung dar. Sie kann jedoch keine Garantie für die Realisierung geben und stellt keine rechtlich bindende Ausbauplanung dar. Für die Umsetzung müssen u.a. auch eine finanzielle und kommunale Planung erfolgen.

Zusammenfassend leistet die Wärmeplanung für den Markt Ludwigschorgast folgendes:

- eine Strategie für die klimaneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung,
- die Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze, grüne Gasnetze und dezentrale Versorgungsgebiete
- und die Priorisierung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der klimaneutralen Wärmeversorgung.

Vor dem Hintergrund der verfügbaren Haushaltsmittel, der Kostenentwicklung, des Anschlussinteresses möglicher Abnehmer, der Unklarheit bezüglich künftiger Fördermittel von Bund und Land, der Verfügbarkeit von Fachplanern/Fachfirmen und der Verkehrsbeeinträchtigung bzw. der Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen, kann die Wärmeplanung folgende Punkte nicht leisten:

- Ausbaugarantien für alle dargestellten Wärmenetzgebiete
- Anschluss- und Terming Garantien an ein Wärmenetz
- Beschluss und Durchführung aller vorgeschlagenen Maßnahmen
- Garantie für die grob geschätzten Kosten der Wärmeversorgung

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

In diesem Kapitel werden die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen dargestellt. Die Aufstellung gibt lediglich einen Überblick, ersetzt keine individuelle juristische Beratung und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In den folgenden beiden Abschnitten 2.1 und 2.2 wird auf das Wärmeplanungsgesetz (WPG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) eingegangen, welche die gesetzliche Grundlage der Wärmeplanung darstellen.

2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze* (kurz *Wärmeplanungsgesetz* oder WPG) ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten. Damit haben zunächst alle Bundesländer auf ihrem Hoheitsgebiet sicherzustellen, dass in ihren Kommunen Wärmepläne fristgerecht erstellt werden [5]. Für Ludwigschorgast bedeutet dies mit knapp 960 Einwohnern, dass der Wärmeplan bis spätestens 30. Juni 2028 erstellt sein muss.

In Bayern sind die jeweiligen Kommunen die planungsverantwortlichen Stellen und daher für die Erstellung der Wärmepläne verantwortlich. Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften* (AVEn) enthält die für die bayrischen Kommunen relevanten gesetzlichen Regelungen, vgl. Absatz 2.3.

Beim Wärmeplan für den Markt Ludwigschorgast handelt es sich um eine nach *Kommunalrichtlinie* (KRL) geförderte Wärmeplanung, vgl. Abschnitt 3.1. Der Beschluss zur Durchführung einer Wärmeplanung für Ludwigschorgast wurde bereits im Jahr 2023 gefasst. Dies führt dazu, dass § 5 WPG greift und der hier dargelegte Wärmeplan als sog. bestehender Wärmeplan gilt. Die Pflicht zur Durchführung der Wärmeplanung nach Maßgabe des WPG ist daher nicht gegeben. Der Wärmeplan für den Markt Ludwigschorgast enthält aber alle erforderlichen Inhalte, die für einen bestehenden Wärmeplan nach § 5 Abs. (2) WPG gelten.

In Abbildung 2 ist der Ablauf einer Wärmeplanung gemäß § 13 WPG dargestellt.



Abbildung 2: Ablauf einer Wärmeplanung nach § 13 WPG

Wärmeplanungen gemäß WPG starten mit dem Beschluss oder der Entscheidung der planungsverantwortlichen Stelle zur Durchführung. Anschließend folgt mit § 14 WPG die Eignungsprüfung, nach dieser einzelne Gebiete und Ortsteile bereits für die leitungsgebundene Versorgung mit Wärme ausgeschlossen werden können. Danach werden mit den §§ 15 und 16 WPG die Bestandsanalyse und die Potenzialanalyse durchgeführt. Im weiteren Verlauf erfolgt zusammen mit der planungsverantwortlichen Stelle die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios nach § 17 WPG, sowie die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG und die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG. Zuletzt wird die Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen nach § 20 entwickelt.

2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Am 01. Januar 2024 ist das *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (kurz Gebäudeenergiegesetz oder

GEG) zusammen mit dem Wärmeplanungsgesetz in Kraft getreten. Beide Gesetze sind eng miteinander verzahnt:

Grundsätzlich gilt, dass eine fossil betriebene Heizung repariert werden darf, wenn sie kaputt geht. Ist diese aber irreparabel oder älter als 30 Jahre¹, muss sie ausgetauscht werden. Dabei gelten gewisse Austauschfristen und Bedingungen². So gibt § 71 Abs. 1 GEG vor, dass seit dem 01. Januar 2024 grundsätzlich jede neu eingebaute Heizung (sowohl im Neubau, als auch in Bestandsgebäuden und sowohl in Wohngebäuden, als auch in Nichtwohngebäuden) mindestens 65 % EE oder unvermeidbare Abwärme nutzen muss [2]. Eigentümer können den Anteil an EE nachweisen, indem sie entweder eine individuelle Lösung umsetzen, oder eine gesetzlich vorgesehene, pauschale Erfüllungsoption frei wählen, u.a. den Anschluss an ein Wärmenetz.

Damit Eigentümer von Bestandsgebäuden oder Neubauten, die sich nicht in Neubaugebieten befinden und der Schließung von Baulücken dienen, allerdings die Inhalte der Wärmepläne in ihrer Entscheidung über eine geeignete Heizungstechnologie mit berücksichtigen können, gelten für die o.g. 65 %-EE-Regelung spätere Fristen. Dabei handelt es sich um die Erstellungsfristen der Kommunalen Wärmeplanungen, vgl. Abschnitt 2.1 *Wärmeplanungsgesetz (WPG)*. Für Ludwigschorgast bedeutet dies somit, dass bis zum 30. Juni 2028 Heizungsanlagen ausgetauscht oder in Betrieb genommen werden dürfen, die nicht die o.g. 65 %-EE-Vorgabe erfüllen. Beim Einsatz fossil betriebener Anlagen ist aber sicherzustellen, dass die erzeugte Wärme zukünftig folgende Anteile an EE aufweist, vgl. § 71 GEG [2]:

- ab 2029 mindestens 15 %

¹ Gilt für Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden, ab dem 01. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind und weder Niedertemperatur-Heizkessel noch Brennwertkessel sind, eine Nennleistung von 4-400 kW haben und nicht Teil einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung sind vgl. §72 GEG [2].

² Übergangsrfristen, auch in Härtefällen, regelt das GEG.

- ab 2035 mindestens 30 %
- ab 2040 mindestens 60 %
- ab 2045 zu 100 %

Unabhängig davon dürfen bestehende und funktionierende Heizungen grundsätzlich zunächst weiter betrieben werden. Spätestens zum 31. Dezember 2044 müssen fossil betriebene Heizungsanlagen aber außer Betrieb genommen werden.

Letztendlich informiert die kommunale Wärmeplanung (kWP) Bürger sowie Unternehmen über bestehende und zukünftige Optionen zur Wärmeversorgung vor Ort. Dabei unterstützt sie die Gebäudeeigentümer bei ihrer individuellen Entscheidung hinsichtlich ihrer zu wählenden Heizungsanlage.

2.3 Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)

Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)* konkretisiert neben dem GEG, auch die Umsetzung des WPG auf Landesebene. Sie beinhaltet u.a. Informationen zu Zuständigkeiten und Anzeige des Wärmeplans [10]. Die erweiterte AVEn, die auch die Regelungen zum WPG enthält, trat am 02.01.2025 in Kraft. Das Inkrafttreten der AVEn hat keinerlei Auswirkungen auf die Inhalte dieses Wärmeplans.

3 Förderkulisse

In diesem Kapitel werden verschiedene Förderprogramme vorgestellt. Zum einen solche, die für strategische Maßnahmen, wie z.B. die Erstellung von Kommunalen Wärmeplanungen oder Machbarkeitsstudien, in Anspruch genommen werden können. Zum anderen solche, die für investive Maßnahmen, z.B. die Errichtung von Wärmenetzen, zur Verfügung stehen. Hintergrund dazu ist, dass die kWP zum Ergebnis haben kann, dass in Eignungsgebieten der (Aus-)Bau und Betrieb von Wärmenetzen sinnvoll sein könnte. In diesem Fall ist es ratsam, die tatsächliche Machbarkeit weiter zu untersuchen. Die folgenden Förderprogramme können dabei fachlich und finanziell unterstützen. Die Auflistung gibt einen Überblick und ersetzt keine individuelle Beratung und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3.1 Kommunalrichtlinie (KRL)

Bis Ende 2023 wurde die Erstellung kommunaler Wärmepläne durch fachkundige externe Dienstleister im Rahmen der *Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld* (auch bekannt als *Kommunalrichtlinie (KRL)*) gefördert³. Förderfähige Maßnahmen waren dabei der Aufwand für die Planerstellung, für die Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung sowie für die begleitende Öffentlichkeitsarbeit. Nach KRL-geförderte Wärmepläne haben dabei folgende Arbeitspakete zu behandeln [11]:

- Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz), inklusive räumlicher Darstellung
- Potenzialanalyse zur Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen und lokalen Potenzialen erneuerbarer Energien
- Zielszenarien und Entwicklungspfade, mindestens unter Berücksichtigung der jeweils aktuell gültigen THG-Minderungsziele der Bundesregierung
- Strategie und Maßnahmenkatalog zur Umsetzung und Erreichung der Energie- und THG-Einsparung, inkl. Identifikation von zwei bis drei Fokusgebieten

³ Antragstellung bis 31. Dezember 2023.

- Beteiligung sämtlicher betroffener Verwaltungseinheiten und aller weiteren relevanten Akteure, z.B. Energieversorger (Wärme, Gas, Strom)
- Verstetigungsstrategie, inkl. Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten/Zuständigkeiten
- Controlling-Konzept für Top-down- und Bottom-up-Verfolgung der Zielerreichung, inkl. Indikatoren und Rahmenbedingungen für Datenerfassung und -auswertung
- Kommunikationsstrategie für die konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen

Der Bewilligungszeitraum für im Rahmen der KRL geförderte Projekte beträgt in der Regel zwölf Monate. Gesetzlich verpflichtend durchzuführende Maßnahmen sind von der Förderung ausgeschlossen. Mit Inkrafttreten des WPG zum 01. Januar 2024 entstand eine solche gesetzliche Verpflichtung, weshalb die Förderung von Wärmeplänen im Rahmen der KRL zum Ende des Jahres 2023 auslief.

Bei der kWP für den Markt Ludwigschorgast handelt es sich um eine nach der KRL durchgeführte Wärmeplanung, weshalb ihre Struktur den Vorgaben der KRL entspricht. Gleichzeitig wird Augenmerk daraufgelegt, bereits weitestgehend die gesetzlichen Anforderungen aus dem WPG zu erfüllen.

3.2 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Im September 2022 wurde vom *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle* (BAFA) mit der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) das bisher umfangreichste Förderprogramm für leitungsgebundene Wärmeversorgung eingeführt [12]. Ziel ist es, durch Investitionsanreize in die Einbindung von EE und Abwärme in Wärmenetze, Treibhausgasemissionen zu mindern und einen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele im Bereich der Energie- und Wärmeversorgung zu leisten. Die Förderung soll die Wirtschaftlichkeit und preisliche Wettbewerbsfähigkeit von Wärmenetzen auf Basis EE und Abwärme gegenüber fossil betriebenen Wärmenetzen erhöhen. Das Förderprogramm zielt darauf ab, im Jahr 2030 die jährlichen Treibhausgasemissionen um etwa 4 Millionen Tonnen zu reduzieren, indem bis dahin jährlich bis zu 681 MW an Wärmeerzeugerleistung auf Basis von EE und Abwärme subventioniert werden [12]. Dabei ist nicht nur eine investive Förderung von Wärmenetzen, sondern auch

die Förderung von strategischen Maßnahmen, wie z.B. die Erstellung von Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen, möglich.

Aus Sicht der Wärmeplanung ist dieses Förderprogramm deshalb interessant, da es inhaltlich auf die Ergebnisse der Wärmeplanung aufbaut. Für den Fall, dass in einem Wärmeplan Wärmenetzzeignungsgebiete identifiziert werden, bietet die BEW vier große, z.T. nochmals unterteilte Module an, die größtenteils aufeinander aufbauen. Von der Erstellung einer Machbarkeitsstudie bzw. eines Transformationsplans⁴, über die systemische Förderung investiver Maßnahmen bis zur Betriebskostenförderung besteht für Wärmenetze ein umfassendes Förderprogramm zur Verfügung, das Planung, Bau und Betrieb eines Wärmenetzes umfasst.

3.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Das Förderprogramm *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (BEG) ersetzt das *CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (Energieeffizient Bauen und Sanieren* kurz EBS-Programme), das *Programm zur Heizungsoptimierung* (HZO), das *Anreizprogramm Energieeffizienz* (APEE) und das *Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Wärmemarkt* (MAP) und ist auf die drei Bereiche Wohngebäude (WG), Nichtwohngebäude (NWG) und Einzelmaßnahmen (EM) aufgeteilt [13]. Diese Unterteilung ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Förderprogramm ist zum 01. Januar 2024 in der neuesten Fassung in Kraft getreten.

⁴ Machbarkeitsstudien bei neu zu errichtenden Wärmenetzen, Transformationspläne für bestehende Wärmenetze.

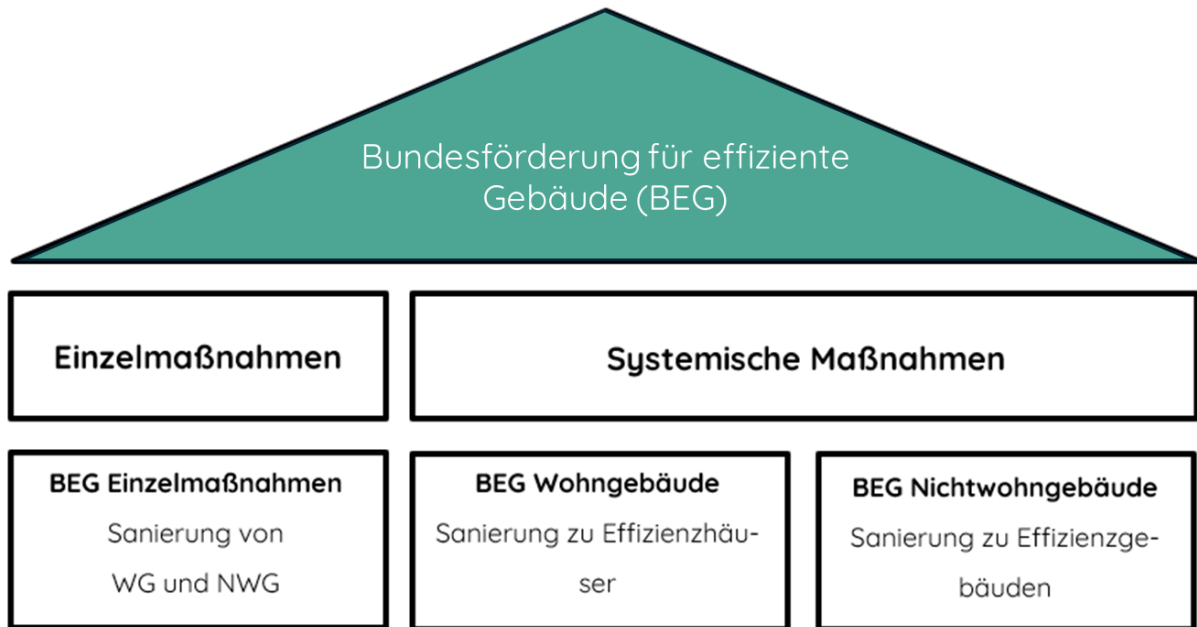


Abbildung 3: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude [14]

Im Rahmen der *Bundesförderung für effiziente Gebäude: Wohngebäude* (BEG WG) und der *Bundesförderung für effiziente Gebäude: Nichtwohngebäude* (BEG NWG) ist eine systemische Förderung der Gebäudesanierung möglich. Somit lassen sich Wärmeerzeuger oder auch der Anschluss an ein Wärmenetz im Rahmen einer Sanierung fördern, sofern das gesamte zu betrachtende Gebäude gewisse Anforderungen hinsichtlich seines Primärenergiebedarfes erfüllt und einen Effizienzhausstandard erreicht.

Durch die *Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen* (BEG EM) werden jedoch Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) sowie die Errichtung von Gebäudenetzen⁵ bzw. der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz direkt als Einzelmaßnahme gefördert. Bei der Errichtung eines Gebäudenetzes ist das Netz selbst sowie sämtliche seiner Komponenten und notwendige Umfeldmaßnahmen förderfähig. So beträgt diese für die Errichtung eines Gebäudenetzes 30 %, wenn das Gebäudenetz einen Anteil von mindestens 65 % EE in der Wärmeerzeugung erreicht. Der Anschluss an ein Wärme- oder Gebäudenetz

⁵ Ein Gebäudenetz versorgt bis zu 16 Gebäude oder bis zu 100 Wohneinheiten mit Wärme. Bei mehr angeschlossenen Gebäuden oder Wohneinheiten handelt es sich um ein Wärmenetz.

wird ebenso zu 30 % gefördert. Eine Erhöhung der Förderquote ist möglich, wenn Klimageschwindigkeitsbonus und / oder Einkommensbonus in Anspruch genommen werden dürfen.

Für den Einbau von dezentralen, förderfähigen Wärmeerzeugern gelten die gleichen Fördersätze.

3.4 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)

Über das *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung* (kurz *Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz* oder KWKG) können Wärmenetze und gewisse Umfeldmaßnahmen ebenfalls gefördert werden. Die Förderhöhe beträgt dabei bis zu 40 % der förderfähigen Kosten, vgl. § 19 KWKG [15]. Damit ein Wärmenetz über das KWKG gefördert werden kann, muss die Wärme zu verschiedenen Mindestanteilen aus EE, Abwärme oder KWK-Anlagen erzeugt werden, mindestens jedoch 50 %, vgl. §18 Abs. (1) Satz 2 KWKG [15]. Im Gegensatz zu anderen Förderprogrammen, ist bei einer Förderung nach KWKG die Maßnahme erst durchzuführen und im Nachhinein die Förderung zu beantragen, vgl. §20 KWKG [15].

3.5 BioWärme Bayern

Das bayerische Förderprogramm *BioWärme Bayern* dient zur Förderung von Biomasseheizwerken in Kombination mit Wärmenetzen. Auch Solarthermieanlagen sowie Ab- und Umweltwärmequellen können mit eingebunden und gefördert werden. Die Förderhöhe ist dabei von der Anlagenkonstellation und der Art des Antragstellers abhängig. Generell werden 30 % der zuwendungsfähigen Kosten gefördert. Eine Erhöhung dieser um bis zu 25 Prozentpunkte ist je nach Anlagenkonstellation zusätzlich möglich. Es gilt allerdings eine Förderobergrenze für Energieerzeuger von max. 350.000 €. Die Förderobergrenze für zugehörige Wärmenetze liegt bei 100.000 €. [16]

4 Eignungsprüfung

Die Pflicht zur Durchführung der Eignungsprüfung sowie dessen Veröffentlichung findet aufgrund des Bestandsschutzes bereits begonnener Wärmeplanungen, vgl. Abschnitt 2.1 *Wärmeplanungsgesetz (WPG)* keine Anwendung. Trotz dessen ist im Rahmen der Wärmeplanung Ludwigschorgast eine Eignungsprüfung durchgeführt worden. Zukünftige Fortschreibungen können sich am nachfolgend beschriebenen Vorgehen orientieren, vgl. Abbildung 4.

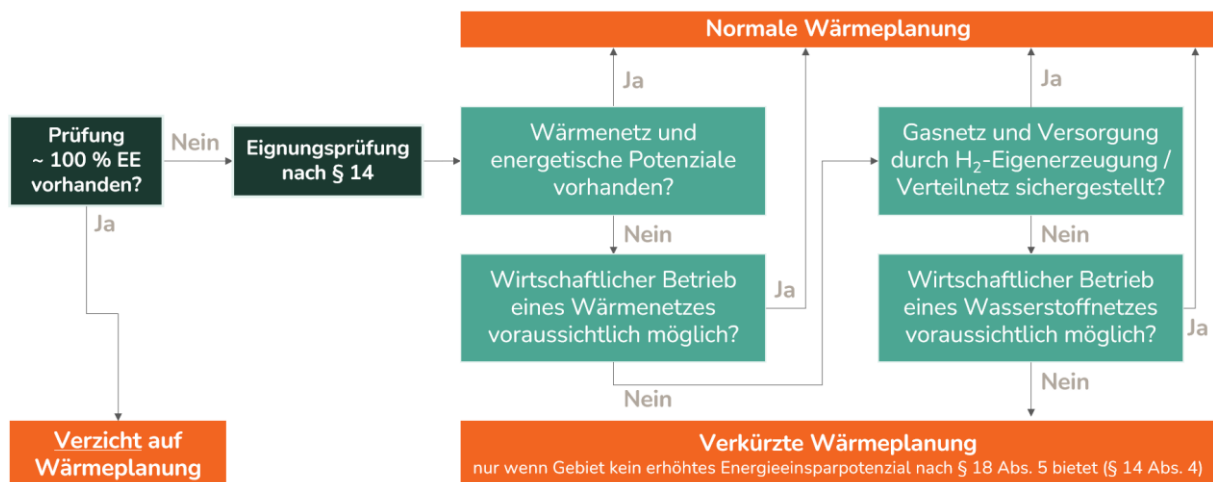


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Eignungsprüfung

Als ein wesentlicher Schritt der Wärmeplanung erfolgt zu Beginn eine Einteilung des betrachteten Gebietes in vorläufige Quartiere. Damit wird die Bewertung eines zusammenhängenden Gebietes auf Basis verschiedener Kriterien und erhobener Daten ermöglicht. Die Einteilung (vgl. Abbildung 7) wurde in Zusammenarbeit mit dem Markt Ludwigschorgast durchgeführt, wobei sich an Bebauungsplänen, Siedlungsstrukturen, Baujahren sowie sonstigen Strukturen und Gegebenheiten orientiert wurde. Im nachfolgenden wird der Begriff „Quartier“ für die „beplanten Teilgebiete“ als Synonym für zusammengefasste Straßenzüge verwendet.

Die Quartierseinteilung ist Abbildung 5 zu entnehmen.

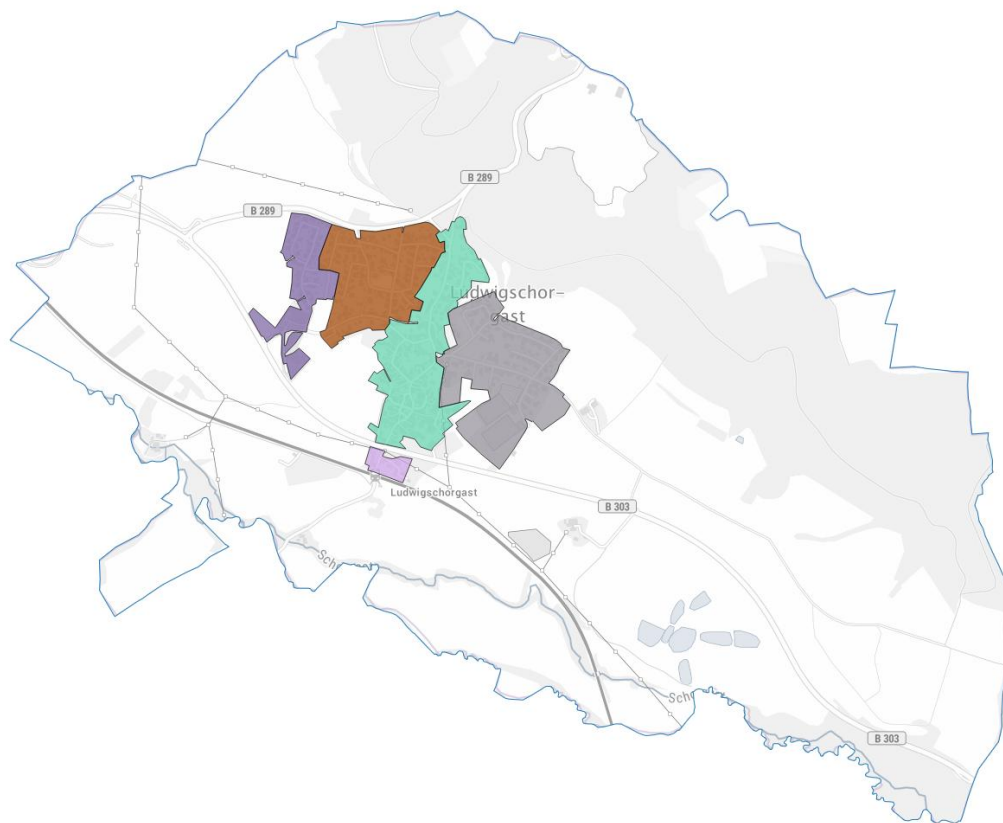


Abbildung 5: Quartierseinteilung für den Markt Ludwigschörgast

Im Rahmen der Eignungsprüfung werden folgende drei Punkte nach WPG § 14 Abs. 2-4 für jedes Quartier abgehandelt: die Prüfung auf Wärmenetzeignung, die Prüfung auf Wasserstoffnetzeignung und die Ausweisung von Gebieten für eine verkürzte Wärmeplanung.

4.1 Wärmeliniendichte

Als eines der wesentlichen Bewertungskriterien für die Eignung eines Straßenzuges bzw. eines gesamten Quartiers für die Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz, wird die Wärmeliniendichte (WLD) definiert. Diese Größe quantifiziert, welche Wärmemenge pro Trassenmeter Wärmenetz abgesetzt werden könnte. Grundlage hierfür sind die definierten Initialquartiere, die das Straßennetz in kleinere Straßenzüge teilt, um ein differenzierteres Bild des beplanten Gebietes zu erhalten. Dabei ist bereits ein Zuschlag der Wärmenetzlänge je 15 Meter pro Hausanschluss mit inbegriffen. Somit wird mit dieser Kenngröße der gesamte Wärmeabsatzes eines Straßenzuges in Relation zur Summe aus Länge der Straße und der Hausanschlussleitungen gesetzt.

Die eingeteilten Klassen [kWh/(m*a)] lauten wie folgt:

-  0 - 499 kWh/(m*a)
-  500 – 749 kWh/(m*a)
-  750 – 999 kWh/(m*a)
-  1.000 – 1.499 kWh/(m*a)
-  1.500 – 1.999 kWh/(m*a)
-  2.000 – 2.999 kWh/(m*a)
-  > 3.000 kWh/(m*a)

Die Grenzwerte für die Ausweisung eines Gebietes werden zusammen mit der Kommune getroffen und sind die Grundlage für die weitere Bearbeitung. Je nach Energieangebot können regional unterschiedliche Grenzwerte innerhalb einer Kommune getroffen werden (z. B. bei unvermeidbarer Abwärme ein niedrigerer Wert). Aufgrund der Berücksichtigung der 15 Meter Leitungslänge je Hausanschluss werden die Grenzwerte zur Einordnung entgegen dem Leitfaden Wärmeplanung [17] oft niedriger angesetzt. Durch die erhöhte Trassenlänge reduziert sich der Quotient zur Einordnung in die eingeteilten Klassen, weshalb der Grenzwert zur Bewertung entsprechend angepasst werden muss. Somit ergibt sich für die mögliche Wärmenetzausweisung unter Berücksichtigung der Hausanschlussleitungen zunächst ein Grenzwert von etwa 750 kWh/(m*a) abweichend von dem Leitfaden, welcher 1.500 kWh/(m*a) als Grenzwert heranzieht. Nachfolgend wird in Abbildung 6 die Wärmelinien-dichte im Marktge-meindegebiet straßenabschnittsbezogen dargestellt. Für Straßenzüge, die weniger als fünf Hausnummern enthalten, werden die Wärmelinien-dichten aus datenschutzrechtlichen Gründen, vgl. §10 WPG, grau dargestellt.

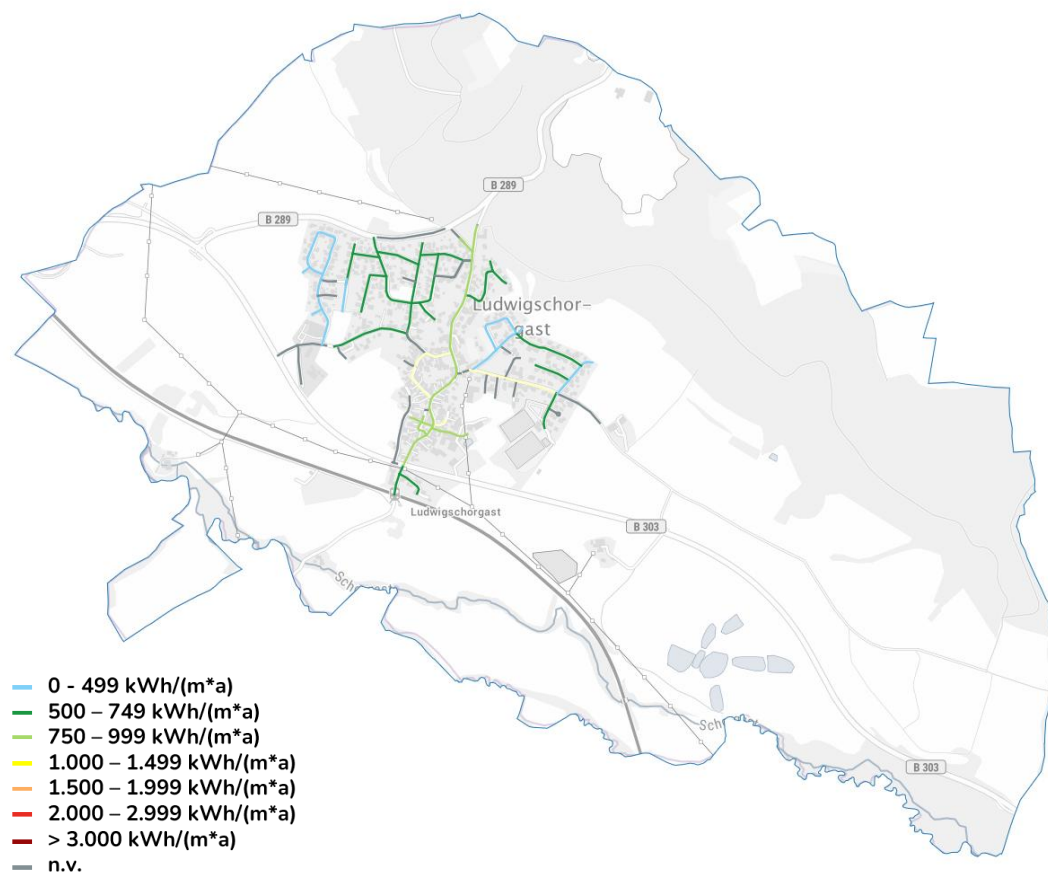


Abbildung 6: Straßenabschnittsbezogene Wärmelinien-dichte (Veröffentlichung nach WPG, Anlage 2, I.)

4.2 Prüfung auf Wärmenetzeignung

Zunächst wird bewertet, ob das betrachtete Quartier nach WPG § 14 Absatz 2 keine Wärmenetzeignung aufweist. Dies ist der Fall, wenn kein Wärmenetz bereits vorhanden ist und die Wärmelinien-dichte kleiner ist als der Grenzwert von 750 kWh/(m*a). Darüber hinaus gibt es in keinem Quartier in Ludwigschorgast aktuell ein Wärmenetz. Kleinere Wärmeverbünde zwischen wenigen Gebäuden sind möglich, zählen aber nicht als Wärmenetz, vgl. §3 Abs. (1) Nr. 17 WPG bzw. §3 Abs. (1) Nr. 9 GEG.

4.3 Prüfung auf Wasserstoffnetzeignung

Als nächstes wird geprüft, ob das Quartier nach Absatz 3 nicht für ein Wasserstoffnetz geeignet ist. Dies ist der Fall, wenn kein Gasnetz im Teilgebiet besteht, keine konkreten Planungen für eine dezentrale Wasserstoffherzeugung, -speicherung und -nutzung vorhanden sind und die Wärmelinien-dichte kleiner ist als der Grenzwert von 750 kWh/(m*a).

4.4 Ergebnis der Eignungsprüfung

Auf Basis der Ergebnisse aus Abschnitt 4.2 und 4.3 werden Gebiete für eine verkürzte Wärmeplanung ausgewiesen. Dies ist der Fall, wenn weder eine Wärmenetz- noch eine Wasserstoffnetzplanung vorliegt. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse dieser drei Schritte im beplanten Gebiet dar.

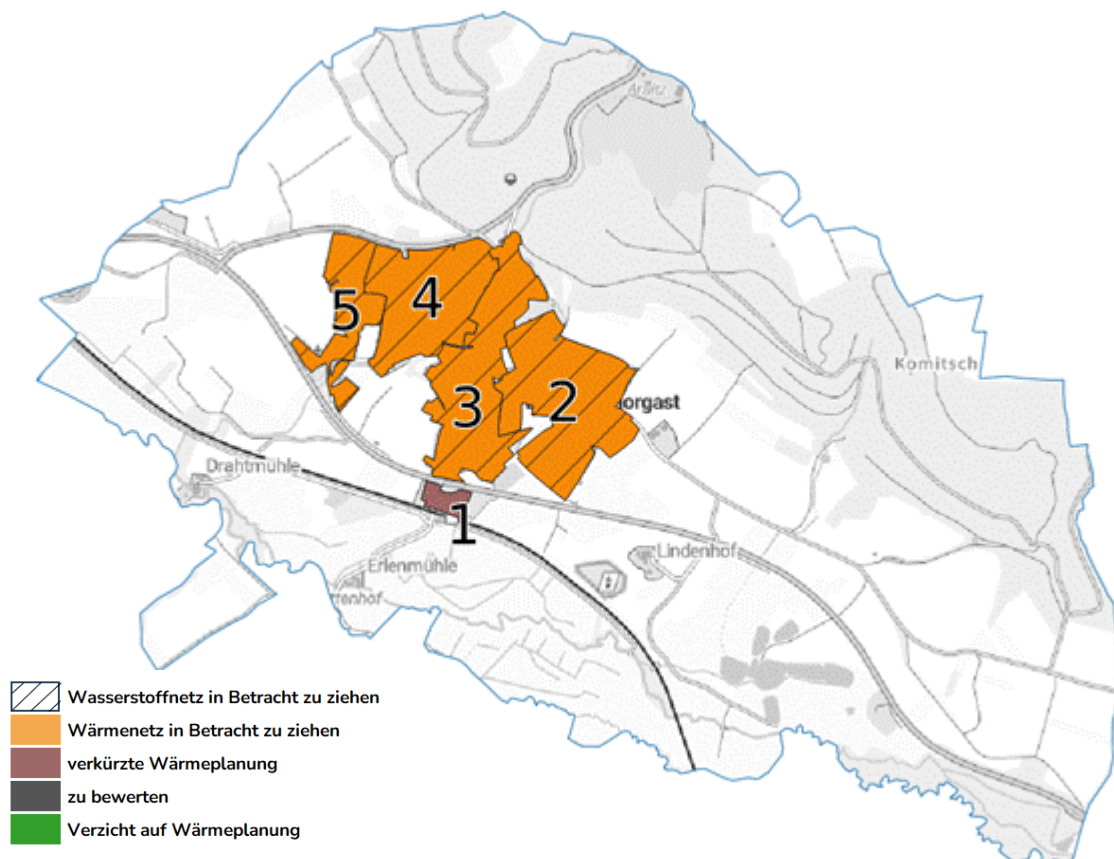


Abbildung 7: Quartiere im Rahmen der Eignungsprüfung

Dabei handelt es sich um vorläufige Ergebnisse, die keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Realisierung eines Wärme- bzw. Wasserstoffnetzes zulassen. Es besteht durch die Einteilung in ein Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebiet kein Rechtsanspruch auf die Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz (§ 18 Abs. 2 WPG).

Bei der Eignungsprüfung nach § 14 WPG handelt es sich um eine Negativprüfung. Hierbei wird das geplante Gebiet auf Hinweise untersucht, die der Eignung für ein Wärme- bzw. Wasserstoffnetz entgegenstehen. Demnach ergibt sich aus fehlender Nichteignung nicht au-

tomatisch eine Eignung für ein Wärme- bzw. Wasserstoffnetzgebiet. Die weitere Betrachtung im Rahmen einer regulären Wärmeplanung ist demzufolge erforderlich. Demgegenüber steht die verkürzte Wärmeplanung (nach § 14 Abs. 4), wenn sowohl die Wärmenetz- als auch Wasserstoffnetzeignung nicht gegeben sind. Hieraus ergeben sich Gebiete mit voraussichtlich dezentraler Wärmeversorgung.

Für Gebiete, die nahezu vollständig erneuerbar versorgt werden, entfällt die Pflicht zur Wärmeplanung (§ 14 Abs. 6 WPG). Diese werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht detailliert betrachtet.

Tabelle 1: Übersicht der Ergebnisse der Eignungsprüfung

Quartiersnummer	Quartiersbezeichnung	Wärmenetzeignung gem. § 14 Abs.2	Wasserstoffnetzeignung gem. § 14 Abs.3	Art der Wärmeplanung gem. § 14 Abs. 4 bzw. § 14 Abs. 6
1	Am Bahnhof	nein	nein	verkürzte kWp
2	Ludwigschorgast Ost	zu prüfen	zu prüfen	reguläre kWp
3	Ludwigschorgast Altort	zu prüfen	zu prüfen	reguläre kWp
4	Ludwigschorgast Nord	zu prüfen	zu prüfen	reguläre kWp
5	Rother Bühl und Gewerbegebiet	zu prüfen	zu prüfen	reguläre kWp

5 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird untersucht, wie die Wärmeversorgung in Ludwigschorgast aktuell erfolgt. Dazu werden der Gebäudebestand und die vorhandene Infrastruktur analysiert. Eine Befragung der Gebäudeeigentümer zu Wärmeverbrauch, -erzeugung, energetischem Zustand des Gebäudes und Interesse an potenzielle Wärmenetze untermauert statistisch erhobene Daten. Zusätzlich werden Schutzgebiete und Denkmäler aufgezeigt, die u.U. den Bau und Betrieb von Wärmenetzen erschweren.

5.1 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand stellt die maßgebliche Datenquelle während der Bestandsanalyse dar. Im Betrachtungsgebiet ist der Gebäudebestand im Wesentlichen ländlich und wohnbaulich geprägt. Nach dem amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®) befinden sich zum 31.12.2024 insgesamt rund 1.170 Gebäude im Gebiet des Marktes Ludwigschorgast, davon sind ca. 370 Wohngebäude [18] (Anteil entspricht ca. 32 %).

Das Gebiet des Marktes Ludwigschorgast umfasst neben Ludwigschorgast selbst auch die folgenden drei amtlichen Ortsteile bzw. Gemeindeteile [7]:

- Drahtmühle
- Erlenmühle
- Lindenhof

Die Ortsteile Drahtmühle, Erlenmühle und Lindenhof werden als sehr kleine Ortsteile definiert und werden aufgrund der geringen Anzahl an Gebäuden (weniger als fünf Hausnummern) bei der späteren Quartierseinteilung anderen Ortsteilen zugeordnet (siehe Abschnitt 5.2). Das hat zum einen den Hintergrund, dass es sich aufgrund der Bebauungsstruktur nicht um Gebiete handelt, die für die Versorgung über ein Wärmenetz oder Wasserstoffnetz in Frage kommen. Zum anderen dürfen gemäß Anlage 1 Nr. 1 WPG Verbrauchsdaten zu leitungsgebundener Gas- und Wärmeversorgung nur aggregiert für mindestens fünf Hausnummern erhoben werden. Auch vor diesem Hintergrund wurden Ortsteile mit weniger als fünf Hausnummern nicht als Quartier berücksichtigt.

5.2 Industrie und Gewerbe

Da Unternehmen je nach Betrieb und Branche sehr unterschiedlichen Nutzungen unterliegen, ist für eine genaue Betrachtung und Abbildung der IST-Situation eine gesonderte Datenerhebung notwendig. Gemeinsam mit dem Markt Ludwigschorgast und der VG Untersteinach wurde beschlossen, dass keine Befragung von Unternehmen zu deren Energieverbräuchen, v.a. Prozesswärme und Stromverbrauch, erfolgt, da hier keine energieintensive Nutzung vermutet wird und für den Wärmeplan die Energiebedarfe anhand LoD2-Daten hochgerechnet werden können.

5.3 Datenerhebung Privathaushalte

Eine Befragung der Gebäudeeigentümer im gesamten Gebiet des Marktes Ludwigschorgast zu Energieverbräuchen, potenziellem Anschlussinteresse an Wärmenetze und Sanierungsständen hat nicht im Rahmen der Bearbeitung der Wärmeplanung stattgefunden.

5.4 Einteilung in Quartiere

Als ein wesentlicher Schritt der Wärmeplanung erfolgt zu Beginn eine Einteilung des betrachteten Gebiets des Marktes Ludwigschorgast in vorläufige Quartiere. Dadurch wird die Bewertung eines zusammenhängenden Gebiets auf Basis verschiedener Kriterien und erhobener Daten ermöglicht. Die Einteilung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Markt Ludwigschorgast bereits zur Eignungsprüfung, vgl. Kapitel 4 *Eignungsprüfung*. Die Benennung der Quartiere ist dabei Tabelle 1 zu entnehmen.

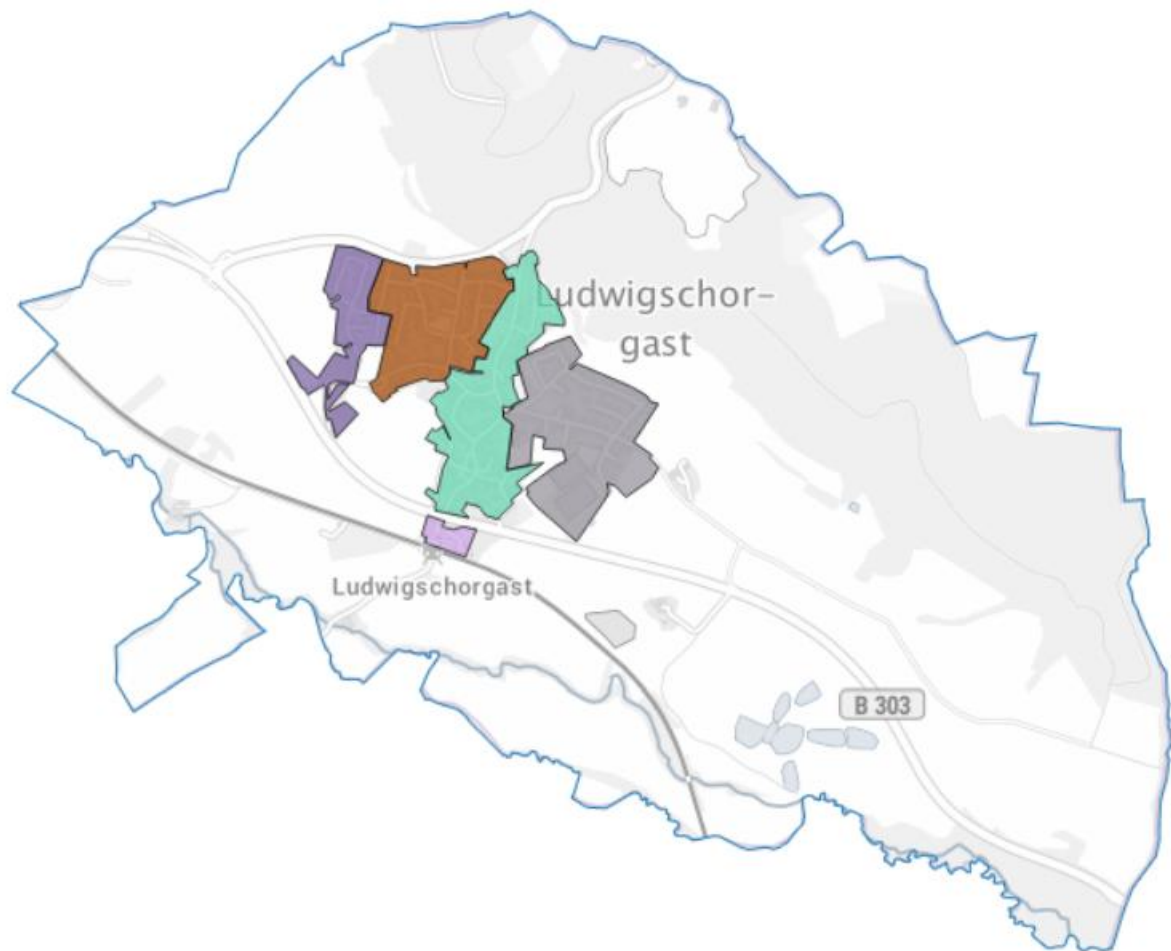


Abbildung 5: Quartierseinteilung für den Markt Ludwigschorgast

Die Farbgebung der Quartiere in dieser Darstellung ist willkürlich gewählt und hat keine Bedeutung. Zunächst geht es darum, die Quartiere visuell voneinander abgrenzen zu können. Auf Basis der definierten Quartiere erfolgt im nächsten Schritt eine Bewertung und Darstellung des durchschnittlichen Gebäudebaujahrs je Quartier. Dabei werden kommerziell zugekaufte Daten der *Nexiga GmbH* (©2024 Nexiga GmbH) verwendet.

Die Einteilung der Quartiere nach Gebäudebaujahren geschieht in Anlehnung an die *Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch* (ASUE) und ist nachfolgend in Abbildung 8 dargestellt.

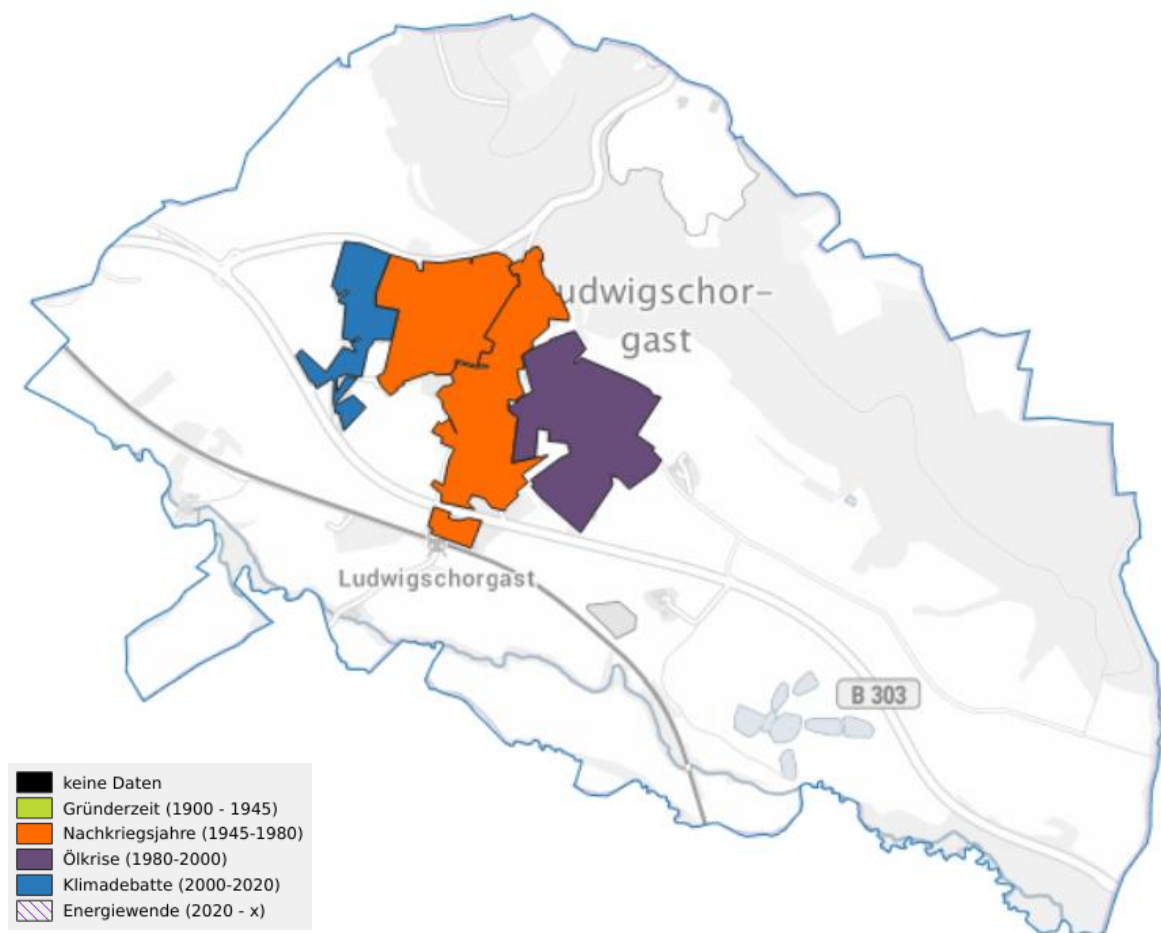


Abbildung 8: Einteilung Quartiere nach durchschnittlichem Gebäudebaujahr [9] [19]

Die Verteilung des durchschnittlichen Gebäudealters erscheint in Ludwigschorgast üblich: vor allem das Ortszentrum ist überwiegend älteren Baujahres (Nachkriegszeit (1945 - 1980)). Baugebiete mit durchschnittlichem Baujahr der Gebäude während der Ölkrise (1980 - 2000) gibt es im östlichen Gebiet des Hauptortes. Ein neueres Baugebiet aus der Zeit der Klimadebatte (2000 - 2020) ist am westlichen Ortsrand zu finden.

Zusätzlich wird in Abbildung 9 der überwiegende Gebäudetyp je Quartier dargestellt. Hier ist zu sehen, dass alle Quartiere überwiegend aus Wohngebäuden bestehen.

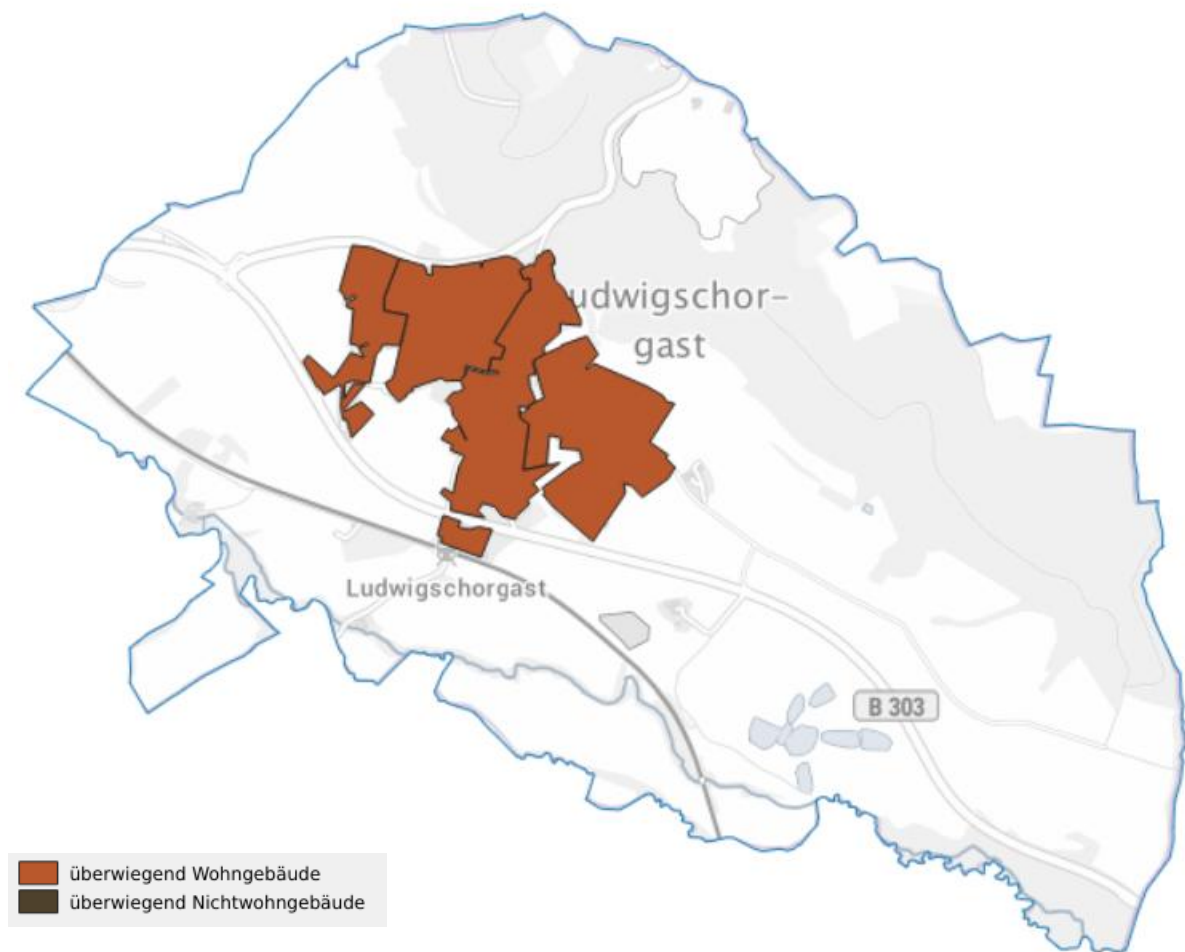


Abbildung 9: Einteilung Quartiere nach überwiegendem Gebäudetyp [9] [19]

5.5 Wärmeerzeugerstruktur

Basierend auf den erhobenen Daten der Kaminkehrer, der Gas- und Stromnetzbetreiber und Energieverbräuchen kommunaler Liegenschaften ist in Abbildung 10 die Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger dargestellt, aufgeteilt nach eingesetztem Energieträger. Hausübergabestationen kleinerer Wärmeverbände sind ebenso vorhanden, nämlich weniger als 10 Stück [20].

Zu berücksichtigen ist dabei, dass in dieser Zusammenstellung neben Ölkesseln und Erdgasheizungen z.B. auch Kaminöfen oder Kachelöfen inbegriffen sind. Daher übersteigt die Summe dezentraler Wärmeerzeuger (ca. 820 Stück) die Summe der beheizten Gebäude (gut 370 Stück) deutlich.

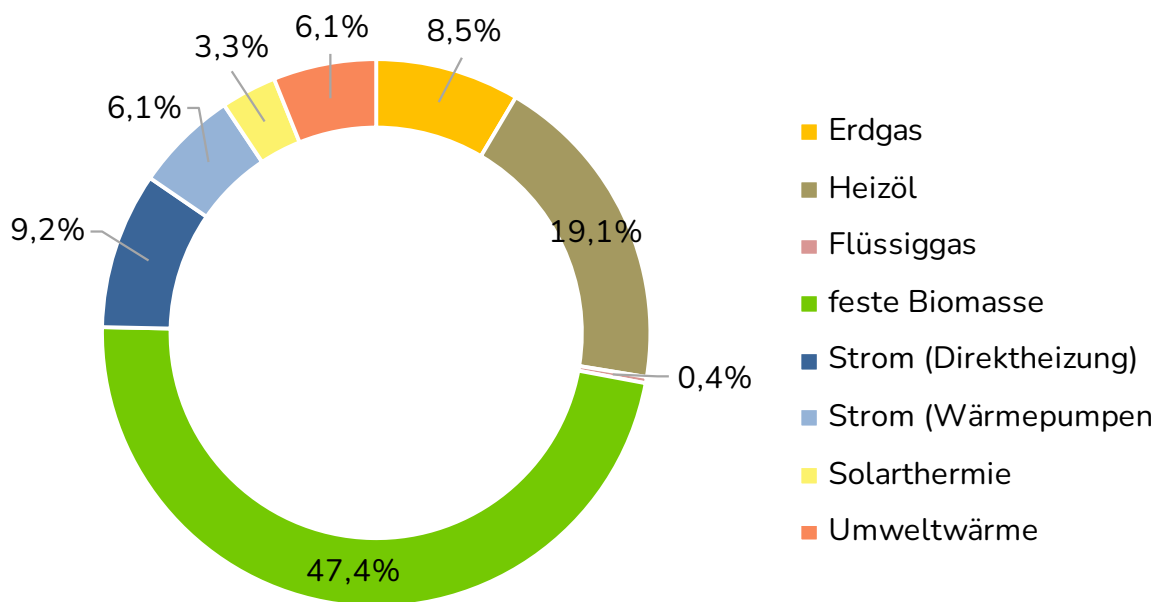


Abbildung 10: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach eingesetztem Energieträger

Im IST-Zustand basieren zusammengerechnet 28 % der installierten, dezentralen Wärmeerzeuger auf den Energieträgern Heizöl, Erdgas und Flüssiggas und werden somit fossil betrieben. Ein Anteil von knapp 48 % der dezentralen Wärmeerzeuger basiert auf dem Energieträger Biomasse, wobei hier auch Kamin- oder Kachelöfen mit eingerechnet sind.⁶ Eine geringe Menge der Wärmeerzeuger sind außerdem Blockheizkraftwerke (BHKW). Gemäß Marktstammdatenregister handelt es sich dabei um weniger als 5 Stück [21].

⁶ Die Datenerfassung der Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik erfolgt standardisiert über das Landesamt für Statistik in Bayern. Dabei werden Daten über die Anzahl und die kumulierte installierte Leistung der Wärmeerzeuger je Energieträger erfasst, die aggregiert pro Straße vorliegen [68]. Ebenso fließt dieser Datensatz in die Erstellung der Treibhausgasbilanz mit ein.

Nach einer ersten Hochrechnung auf Basis der Verbrauchsdaten der Stromnetzbetreiber nutzen gut 15 % der Wärmeerzeuger Strom als Energieträger.⁷ Der Anteil der Solarthermieanlagen wird mit Hilfe des Zensus Atlas ermittelt und bildet einen Anteil von gut 3 % [20].

5.6 Gasnetzinfrastruktur

Das in Ludwigschorgast vorhandene Gasnetz wird von der *bayernwerk Netz GmbH* betrieben. Insgesamt erstreckt sich dieses über eine Gesamtlänge von ca. 3,2 km (exkl. Hausanschlussleitungen). Es wurde 2001 in Betrieb genommen und seitdem sukzessive erweitert. Im Jahr 2023 wurden 70 Anschlussnehmer in der Marktgemeinde mit Gas versorgt. [22]

Das Gasnetzversorgungsgebiet ist in Abbildung 11 zu erkennen.

⁷ Die Informationen zu Wärmeerzeugungsanlagen, die Strom als Energieträger nutzen, stammen vom zuständigen Stromnetzbetreiber bayernwerk Netz GmbH. Dabei liegen zum Teil Informationen über die Höhe des Stromverbrauchs der Stromheizanlagen aufgeteilt auf Wärmepumpen und Stromdirektheizungen vor. Verschnitten mit dem Datensatz aus den Kherbüchern werden diese Daten ebenso zu Erstellung der Treibhausgasbilanz verwendet.



Abbildung 11: Gasnetzgebiete im Markt Ludwigschörgast [4] [22]

Im IST-Zustand wird das Gasnetz vollständig mit reinem Erdgas betrieben. Im Folgenden wird dabei Erdgas analog zu der nach WPG definierten Gasnetzart „Methan“ verwendet.

Der gesamte Gasverbrauch belief sich basierend auf den Daten der *bayernwerk Netz GmbH* im Jahr 2023 auf ca. 1,1 GWh, wobei es sich dabei ausschließlich um Kunden mit geringem Gasverbrauch⁸ handelt [22]. Bezüglich der Gasverbräuche ist anzumerken, dass dabei keine Differenzierung zwischen Gasverbrauch zur Strom- oder Wärmeerzeugung möglich ist. Der Gasverbrauch zur Wärmeerzeugung kann somit nicht dem Gesamtgasverbrauch gleichge-

⁸ Sog. Kunden mit Standard-Lastprofil, die einen Gasverbrauch von weniger als 1,5 GWh/a haben.

setzt werden. Die Spitzenauslastung der Gasinfrastruktur ist von mehreren technischen Parametern im Zusammenspiel mit Abnahme, Temperaturverhalten und Gleichzeitigkeitsfaktoren abhängig und kann nicht pauschal benannt werden.

Der Einsatz von Flüssiggas erfolgt, wenn dann dezentral, vgl. Abschnitt 5.5 Wärmeerzeugerstruktur.

5.7 Wasserstoffinfrastruktur

Dieser Abschnitt geht zunächst auf nationale und anschließend auf lokale Entwicklungen der Wasserstoffinfrastruktur und -nutzung ein.

5.7.1 Allgemeine und nationale Entwicklungen in der Wasserstoffinfrastruktur

Die Planungen für den Aufbau einer nationalen Wasserstoffindustrie sind zum Zeitpunkt der Bearbeitung auf unterschiedlichen Ebenen in Arbeit. Hierbei gibt es unterschiedliche Planungsansätze, im Weiteren wie folgt genannt:

1. **Top-Down-Ansatz:** Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob das betrachtete Planungsgebiet aktuell über ein Gasnetz verfügt und in der Nähe aktuell geplanter Gasnetze liegt, die zukünftig für ein Wasserstoff-Kernnetz umgestellt werden sollen.

Konkrete Planungen für eine mögliche Umstellung des regionalen Verteilnetzes werden mit dem jeweiligen Gasnetzbetreiber abgestimmt. Sollte es auf dieser Ebene noch keine nutzbaren Planungen geben, wird vereinfachend angenommen, dass im Betrachtungsgebiet bis zum Zieljahr 2040 keine Wasserstoffmengen über das Kernnetz zur Verfügung stehen werden.

2. **Bottom-Up-Ansatz:** Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob im zu betrachtenden Planungsgebiet Potenziale für den Aufbau eines Wasserstoffnetzes als Insellösung vorhanden sind. Grundlage hierfür ist i.d.R. ein vorhandenes Gasnetz sowie ausreichende Bedarfe an Prozesswärme von Großverbrauchern.

Wichtig: Die Wärmeplanung ist als iterativer Prozess zu verstehen (nach § 25 Abs. 1 WPG ist der Wärmeplan alle fünf Jahre fortzuschreiben). Daher kann es zukünftig zu abweichenden Ergebnissen kommen, falls weitere/konkrete Planungen vorliegen.

Nachfolgend ist in Abbildung 12 das am 22. Oktober 2024 genehmigte Wasserstoff-Kernnetz dargestellt, wie es im Jahr 2032 aussehen soll.



Abbildung 12: Genehmigtes Wasserstoff-Kernnetz im Jahr 2032 [23]

Gemäß einer Veröffentlichung der Bundesnetzagentur soll das Wasserstoff-Kernnetz im Jahr 2032 insgesamt eine Länge von ca. 9.040 km aufweisen. 60 % des Wasserstoff-Kernetzes sollen aus existierenden Erdgasleitungen bestehen und 40 % der Leitungen sollen neu gebaut werden. Die geschätzten Investitionskosten dafür betragen 18,9 Milliarden Euro. [24]

5.7.2 Infrastrukturelle Rahmenbedingungen in Ludwigschorgast für eine Wasserstoffnutzung

In Abbildung 13 ist ein Ausschnitt des Wasserstoff-Kernnetzes für Bayern mit der Lage des Marktes Ludwigschorgast zu sehen.

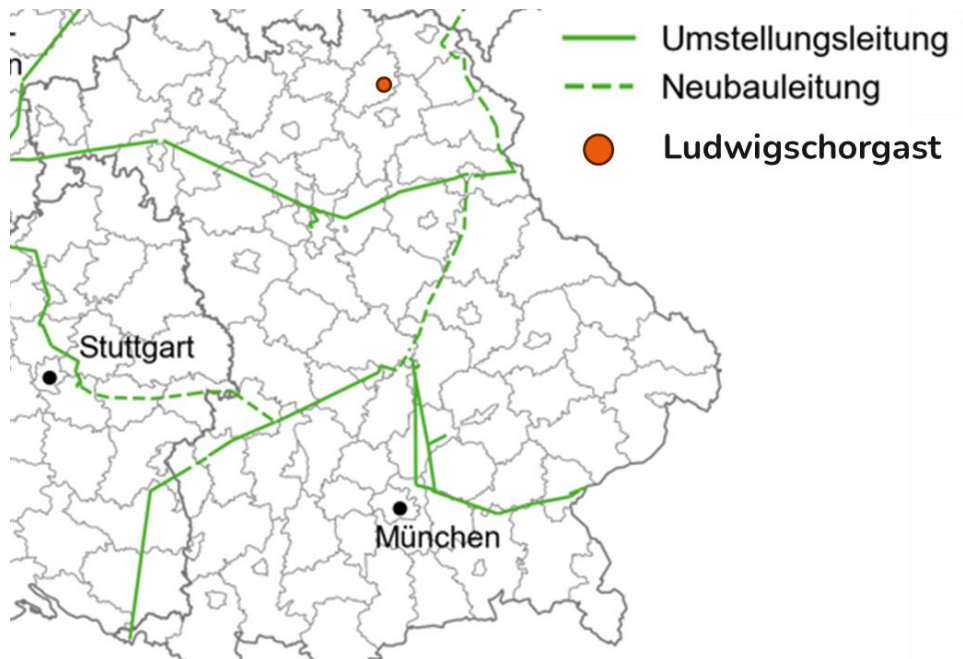


Abbildung 13: Ausschnitt Wasserstoff-Kernnetz in Bayern mit Lage Ludwigschorgast [20]

Die Entfernung der Marktgemeinde Ludwigschorgast zum H₂-Kernnetz ist mit über 30 km hoch.

Nach Aussagen der *bayernwerk Netz GmbH*, wird es voraussichtlich zunächst nur im Wasserstoff-Kernnetz einen Wasserstoffanteil geben. Ob und wann eine Versorgung mit Wasserstoff erfolgen kann, ist auf Seiten der vorgelagerten Gasnetzinfrastruktur aktuell nicht absehbar. Hierbei liegt der Fokus v.a. auf der Versorgung von Ankerkunden aus den Sektoren Industrie und Gewerbe. Ob das Gasverteilnetz in Ludwigschorgast trotz seiner Entfernung zum Wasserstoffkernnetz mit Wasserstoff versorgt und somit eine Versorgung von Endkunden, bzw. privaten Haushalten, mit Wasserstoff für Heizzwecke möglich sein wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt, ebenso wie die Versorgung von Wärmenetzen. [25]

5.7.3 Die Nutzung von Wasserstoff zu Heizzwecken

Im Nachfolgenden wird eine grundsätzliche Einschätzung zur Nutzung von Wasserstoff zu Heizzwecken gegeben.

Die Nutzung von Wasserstoff für Zwecke der Wärmeversorgung wird in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Einerseits ermöglicht die Einspeisung von Wasserstoff in Gasnetze den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft aufgrund gesteigerter und skalierbarer Nachfrage. Andererseits sind die Energieverluste, die bei der Herstellung von Wasserstoff entstehen, gerade im Vergleich mit der hohen Effizienz von Wärmepumpenlösungen und zugleich knapper, aber dennoch steigender Versorgung mit grünem Strom, ein nicht zu unterschätzendes Hindernis.

Solange Wasserstoff nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, sollte der Einsatz in schwer zu dekarbonisierenden Industriezweigen priorisiert werden. Hierzu zählen u.a. die Mineralölwirtschaft, die Stahlherstellung und die Chemieindustrie.

In Ausnahmefällen kann bei ausreichender erneuerbarer Energieversorgung die Erzeugung grünen Wasserstoffs für Heizzwecke auf regionaler Ebene sinnvoll und wirtschaftlich sein. Voraussetzungen hierfür sind, dass eine ausreichende Menge an erneuerbarem Strom regelmäßig als Überschuss zur Verfügung steht und zugleich der Verkauf des Wasserstoffs aufgrund der Transportdistanz zu etwaigen Abnehmern nicht konkurrenzfähig ist. So könnte der Ausnutzungsgrad der erneuerbaren Energiequellen gesteigert werden, da die Leistung z.B. von PV-Freiflächen- und bzw. oder Windkraftanlagen nicht mehr abgeregelt werden müsste. Hierbei ist zu beachten, dass sehr große Leistungen bis zur Wirtschaftlichkeit bereitstehen müssten (bei Photovoltaik mehrere Megawatt).

Für die Versorgung mit Wasserstoff ist zudem der Aufbau eines Transport- und Verteilnetzes notwendig. Dieses Hochdruck-Transportnetz wird gerade durch Bestrebungen auf nationaler, wie auch auf EU-Ebene forciert. Die Umstellung der Niederdruck-Gasverteilnetze stellt hierbei die größere Herausforderung dar. Viele verschiedene Gasnetzbetreiber mit unterschiedlichen Vorstellungen hinsichtlich Weiterbetrieb und Umstellungsfahrplänen erschweren die Transformation. Mittelfristig wird die Anzahl der angeschlossenen Erdgaskunden sin-

ken. Demgegenüber steht ein erhöhter Investitionsbedarf durch die Umstellung auf Wasserstoff. Die Folge sind steigende Netzentgelte neben ohnehin ungewissen Entwicklungen bezüglich der Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff, schwer zu prognostizierenden Erdgaspreisen und damit verbundenen CO₂-Kosten.

Der zeitliche Horizont für die Umstellung auf Wasserstoff zeichnet sich derzeit auf das Jahr 2040 ab. Ab etwa 2030 werden größere Leitungsabschnitte des Transportnetzes umgestellt. Direkt angrenzende Verteilnetze werden so bereits etwas früher beliefert werden können. Daneben werden bis 2040 weitere Leitungen umgestellt oder neu gebaut. Vereinzelt werden auch Inselnetze mit dezentraler Wasserstoffherzeugung eine Lösung darstellen. Hierfür müssen jedoch entsprechende EE-Potenziale sowie H₂-Abnehmer vorliegen.

Hinweise:

- In bestimmten Verteilnetzen kann aufgrund der räumlichen Nähe zum geplanten H₂-Kernnetz kostengünstiger Wasserstoff zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen.
- Die Kosten für Wasserstoff können derzeit nicht seriös prognostiziert werden.
- Wasserstoff wird für die Transformation des Energiesystems (Heizen, Strom und Industrie) voraussichtlich auch importiert werden müssen.

5.7.4 Berücksichtigung von Wasserstoff im Wärmeplan der Marktgemeinde Ludwigshorgast

Zur weiteren Bewertung der Verfügbarkeit des Energieträgers Wasserstoff wurde eine Bewertungsmatrix eingeführt, die folgende Punkte qualitativ bewertet:

- Abstand des Verteilnetzes zur Fernleitung
- Zeitraum der Verfügbarkeit einer Fernleitung
- Umrüstbarkeit des örtlichen Verteilnetzes
- Prozesswärme oder Prozessgaseinsatz vor Ort
- vorhandene Pläne für die lokale H₂-Erzeugung
- Bestehende H₂-Entwicklungsvorhaben (Reallabore, Hyland etc.)
- Zusätzliche EE-Potenziale > 30 MW installierte Leistung
- Wasserstoffpreis (falls vorhanden)

- H₂-Art (grau, blau, grün) zur THG-Minderung (falls vorhanden)

Auf Grundlage der Aussagen der *bayernwerk Netz GmbH*, wird vorerst kein Zielszenario in der Wärmeversorgung Ludwigschorgasts berechnet, das Wasserstoff einschließt. Die zukünftige Fortschreibung des Wärmeplans kann ggf. zu anderen Ergebnissen führen.

5.8 Energie- und Treibhausgasbilanzierungen

Der folgende Abschnitt geht auf den Wärmebedarf der Marktgemeinde Ludwigschorgast ein und wie dieser im IST-Zustand gedeckt wird. Darauf aufbauend lässt sich eine Treibhausgasbilanz erstellen. Darüber hinaus zeigt er den Anteil an EE an der Wärmeerzeugung auf, so wie den Anteil leitungsgebundener Wärme und die Struktur der dezentralen Wärmeerzeugung auf.

5.8.1 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch

Der gesamte Wärmebedarf der Marktgemeinde Ludwigschorgast beruht sowohl auf erhobenen Daten aus Umfragen als auch auf internen Hochrechnungen. Konkrete Verbräuche konnten dabei für folgende Verbrauchergruppen bzw. Gebäudearten erhoben werden:

- kommunale Liegenschaften

Für die verbleibenden Gebäude, zu denen kein tatsächlicher Verbrauchswert vorliegt, wurden anhand von Daten zum Gebäudebestand und 3D-Gebäudemodellen des *Level of Detail 2* (LoD2)⁹ der Wärmebedarf über Berechnungsmodelle abgeschätzt, sodass der Betrachtung ein gebäudescharfes Wärmekataster zugrunde liegt. Konkret in Zahlen ausgedrückt beläuft sich der Wärmebedarf der Marktgemeinde Ludwigschorgast auf 8,6 GWh/a¹⁰.

⁹ Dabei werden bei oberirdischen Gebäuden Dachformen, Ausrichtung und Gebäudegrundriss gemäß amtlicher Liegenschaftskarte übernommen [4].

¹⁰ Niveau Nutzenergie für Heizzwecke (Raumwärme und Trinkwarmwasser).

Zur weiteren Einordnung des Wärmebedarfs wird die Wärmedichte der definierten Quartiere in MWh/ha berechnet (siehe Abbildung 14). Die Grenzwerte für eine Erstabschätzung zur Wärmenetzeignung werden dabei dem *Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW)* entnommen [26]. Dabei ist zu erkennen, dass die Wärmedichte in keinem Quartier Ludwigschorgastes so hoch ist, dass ein wirtschaftlicher Betrieb konventioneller Wärmenetze im Bestand erwartet werden kann. Drei Quartiere in der Kommune weisen eine Wärmedichte auf, bei der ein wirtschaftlicher Einsatz von Wärmenetzen im Bestand nur zu erwarten ist, sofern es sich dabei um Niedertemperaturnetze handelt. In den Quartieren Rother Bühl und Gewerbegebiet, sowie Ludwigschorgast Ost ist ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmenetzen nur in Neubaugebieten zu erwarten. Es ist zu erwähnen, dass eine erste Einstufung der Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmedichte maßgeblich von Wärmebedarf und Fläche des Quartiers abhängig ist. Diese erste Einschätzung kann nicht mit einer konkreten Wirtschaftlichkeitsberechnung verglichen werden.

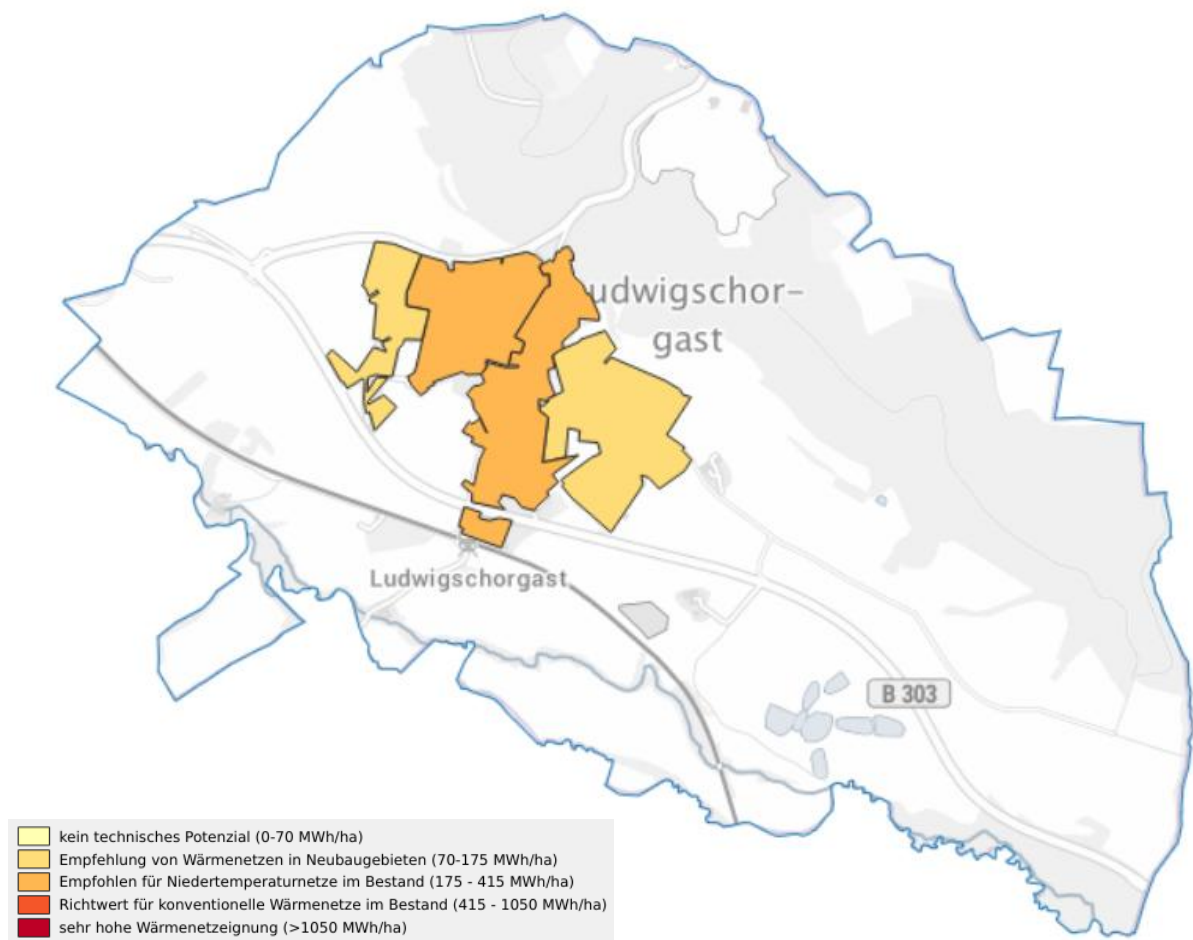


Abbildung 14: Quartiere nach Wärmedichte in MWh/ha [9]

Ein ähnliches Bild der Kommune entsteht, wenn der Wärmebedarf als sogenannte Heatmap betrachtet wird (vgl. Abbildung 15). Auch hier ist erkennbar, dass z.T. im Bereich des Altortes von Ludwigschorgast, aber auch entlang der Hauptstraßen ein erhöhter Wärmebedarf in räumlich konzentrierter Form vorliegt. Allerdings können einzelne Liegenschaften aus dem Bereich der Nichtwohngebäudenutzung, zu denen keine konkreten Verbrauchsdaten vorliegen, und deren Wärmebedarf daher abgeschätzt werden muss, fälschlicherweise höhere Werte anzeigen, als es vermutlich in Realität der Fall sein wird.

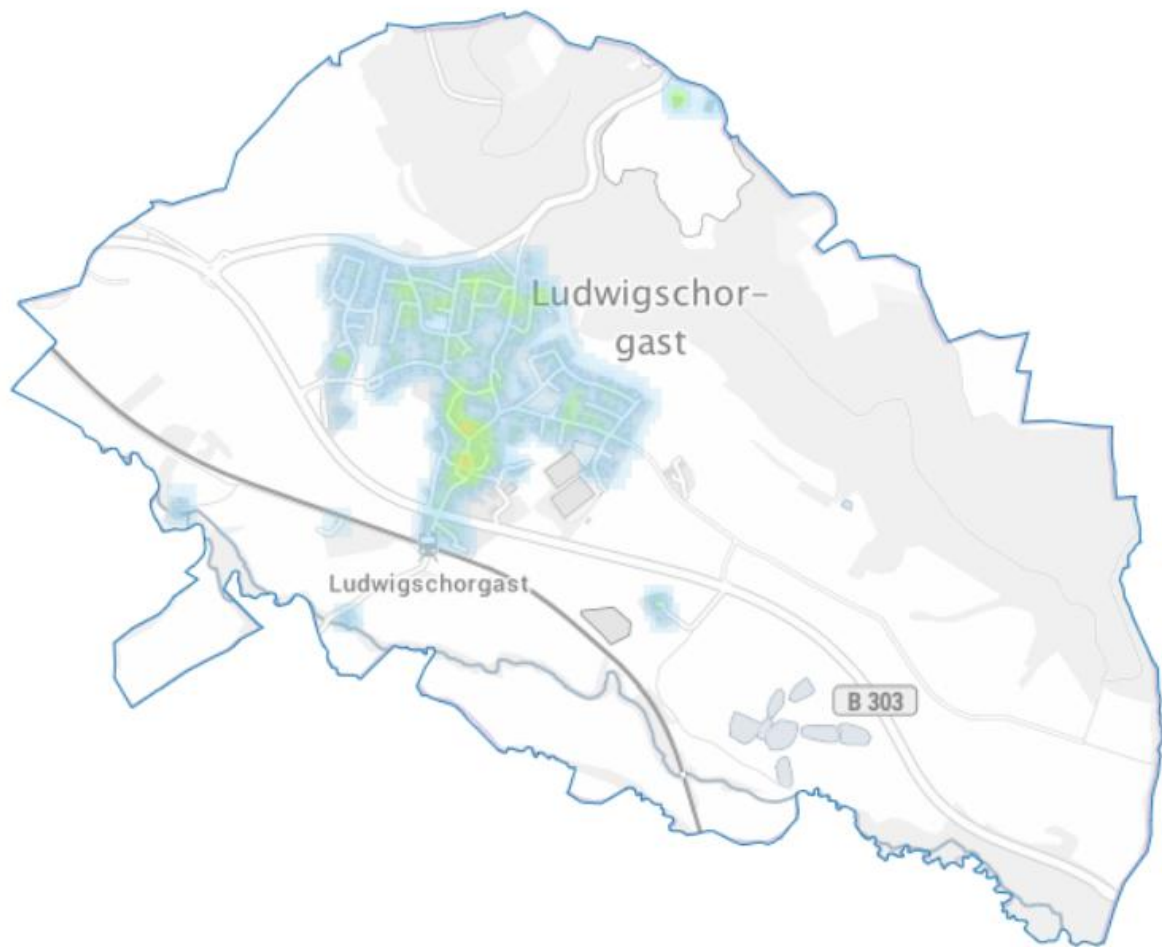


Abbildung 15: Heatmap Marktgemeinde Ludwigschorgast in Abhängigkeit des Wärmebedarfs [9]

5.8.2 Endenergieverbrauch für und Treibhausgasemissionen durch die Wärmeerzeugung

Der Gesamtendenergieverbrauch der Marktgemeinde Ludwigschorgast im IST-Zustand beläuft sich auf ca. 10,2 GWh/a. Die Aufteilung auf verschiedene Energieträger zeigt Abbildung 16.

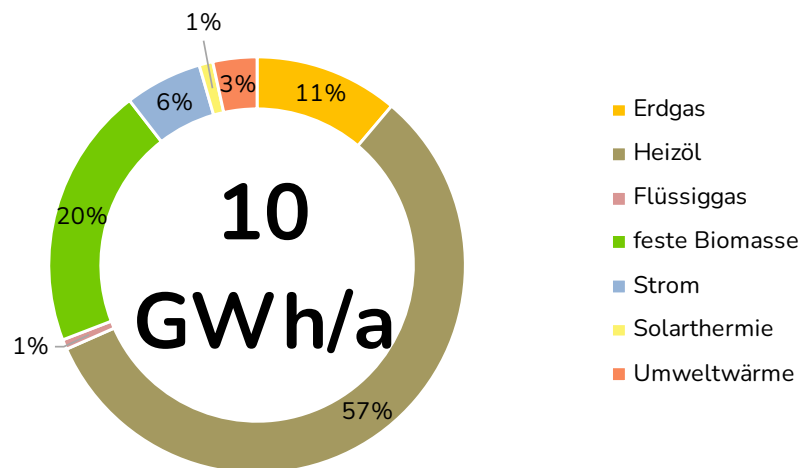


Abbildung 16: Aufteilung der Energieträger für die Wärmeerzeugung im IST-Zustand

Daraus wird ersichtlich, dass die Wärmeerzeugung zu 57 % aus dem Energieträger Heizöl und zu 11 % aus Erdgas erfolgt. Außerdem werden 20 % feste Biomasse und 1 % Flüssiggas eingesetzt. Die Anteile der Energieträger Strom und Umweltwärme belaufen sich auf jeweils 6 % und 3 %. Der Anteil der Solarthermie an der Wärmeerzeugung beläuft sich auf 1 %.

Anhand der benötigten Endenergie nach Energieträger wird die Treibhausgasbilanz erstellt, siehe Abbildung 17. Die hierfür angesetzten CO₂-Emissionsfaktoren sind der Anlage 9 des GEG [2] zu entnehmen. Zu sehen ist, dass die Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung mit einem Anteil von ca. 86 % fast ausschließlich auf die Energieträger Heizöl, Erd- und Flüssiggas zurückzuführen sind. In Summe handelt es sich dabei um knapp 2,1 kt (Kilotonnen) CO₂-Äquivalent. Die übrigen 0,3 kt CO₂-Äquivalent entstehen durch den Einsatz fester Biomasse und netzbezogenen Stroms.

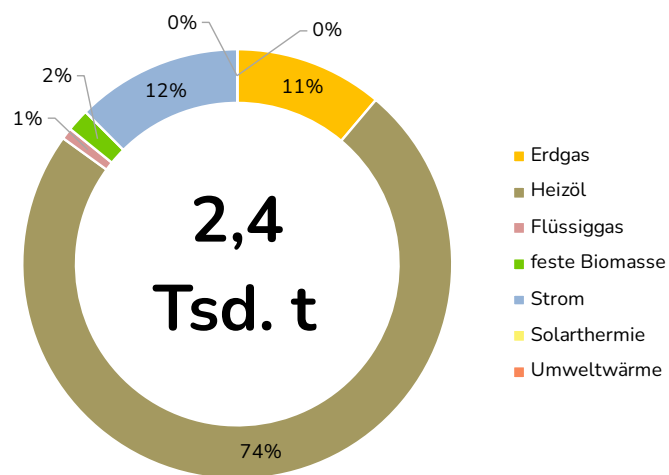


Abbildung 17: Aufteilung Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im IST-Zustand

Zusätzlich wird der Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung aufgeteilt nach Sektoren dargestellt, vgl. Abbildung 18. Der Großteil fällt im IST-Zustand mit 88 % im Sektor Wohngebäude an. Der Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie nimmt anteilig 11 % ein. Der sonstige Endenergieverbrauch, der keinem der o.g. Sektoren zugeordnet werden kann, beträgt 1 %. Dabei handelt es sich um Energiebedarfe, die in Gebäuden anfallen, die aufgrund des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS®) keiner Gebäudeart zugeordnet werden können.

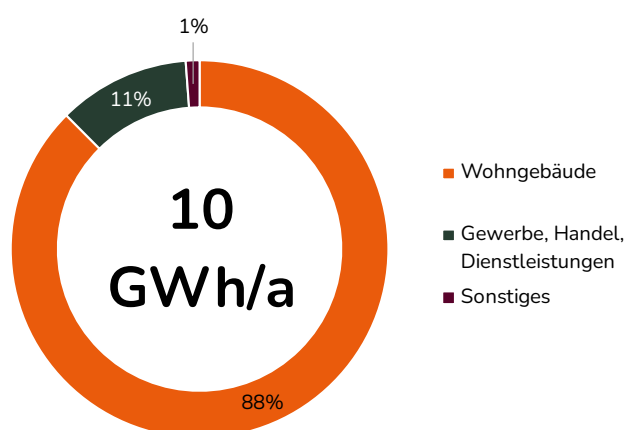


Abbildung 18: Aufteilung Endenergieverbrauch für Wärmeerzeugung nach Sektoren

5.8.3 Anteil EE und unvermeidbarer Abwärme an der Wärmeerzeugung

Wie in Abbildung 19 ersichtlich, werden vom gesamten Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung im IST-Zustand 72 % über fossile Energieträger und 28 % aus erneuerbaren Energien erzeugt.

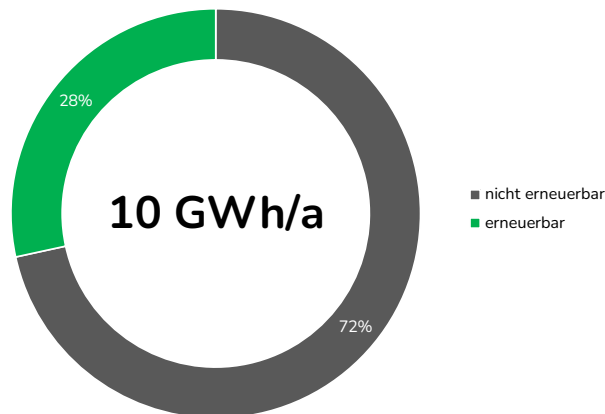


Abbildung 19: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtendenergiebedarf für Wärmeerzeugung

Der größte Anteil der erneuerbaren Energien entfällt dabei mit 20 % auf feste Biomasse. Der Anteil der über elektrisch betriebenen Heizungen bereitgestellten Wärme beträgt 4 %. Zur Ermittlung des erneuerbaren Stromanteils wird der EE-Anteil an der bundesweiten Stromerzeugung des Jahres 2024 verwendet, welcher laut Bundesnetzagentur bei 59 % lag [27].

5.8.4 Anteil leitungsgebundener Wärme an der Wärmeerzeugung

Der Anteil an leitungsgebundener Wärme an der Wärmeerzeugung beträgt in Ludwigschorgast 0 %, da es in Ludwigschorgast aktuell kein Wärmenetz gibt.

5.9 Wärmelinien- und Wärmebelegungs-dichte


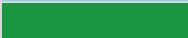

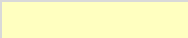



Als eines der wesentlichen Bewertungskriterien für die Wärmenetzeignung eines Straßenzuges bzw. eines gesamten Quartiers wird die sog. Wärmelinien-dichte definiert. Sie ist auch unter dem Begriff Wärmebelegungs-dichte (WBD) bekannt

Diese Größe gibt an, welche Wärmemenge pro Trassenmeter eines Wärmenetzes abgesetzt werden kann. Grundlage hierfür sind die in Abschnitt 5.2 und Kapitel 4 definierten Initialquartiere, die die Kommune in kleinere Quartiere teilen, um ein differenzierteres Bild des beplanten Gebiets zu erhalten. Für die in einem Quartier vorhandenen Straßenzüge wird jeweils die Wärmebelegungsichte ermittelt, wobei dabei ein Zuschlag von jeweils 15 m pro Hausanschlussleitung mit inbegriffen ist.

Die Wärmelinienichte setzt den gesamten Wärmebedarf eines Straßenzuges in Relation zur Summe aus Länge der Straße und der Hausanschlussleitungen. Je höher die Wärmelinienichte in einem Quartier ist, desto wirtschaftlicher lässt sich ein Wärmenetz grundsätzlich darstellen. Allerdings haben auch eine Vielzahl anderer Faktoren Einfluss auf dessen Wirtschaftlichkeit.

Die eingeteilten Wärmelinienichteklassen in der Einheit kWh/(Trm*a) sind in Tabelle 2 beschrieben:

Tabelle 2: farbliche Kennzeichnung der verschiedenen Wärmelinienichten

Farbe	Klassen [kWh/(Trm*a)]
	0 - 500
	501 - 750
	751 - 1.000
	1.001 - 1.500
	1.501 - 2.000
	2.001 - 3.000
	> 3.000

Die Analyse der initialen Quartiere anhand der Wärmelinienichte ergibt die in Tabelle 3 dargestellten Ergebnisse. Sie zeigt für jedes Quartier die dort bestehenden Wärmelinienichten und verteilt sie nach deren Häufigkeit. Anschließend gibt sie die durchschnittliche Wärmelinienichte für ein Quartier aus. Bspw. besteht das Quartier *Ludwigschorgast Altort* zu

- 4 % aus Wärmelinienichten zwischen 0-500 kWh/(m*a)
- 11 % aus Wärmelinienichten zwischen 501-750 kWh/(m*a)

- 57 % aus Wärmeliendichten zwischen 751-1.000 kWh/(m*a)
- 28 % aus Wärmeliendichten zwischen 1.001-1.500 kWh/(m*a)

Die durchschnittliche Wärmeliendichte für das gesamte Quartier *Ludwigschorgast Altort* beläuft sich auf 806 kWh/(m*a).

Tabelle 3: Einteilung der Quartiere in unterschiedliche Wärmeliendichten

Name des Quartiers	Klasseneinteilung der Wärmeliendichte in kWh/(m*a)								Gesamt je Quartier in kWh/(m*a)
	0 - 500	500 - 750	750 - 1.000	1.000 - 1.500	1.500 - 2.000	2.000 - 3.000	> 3.000		
Am Bahnhof	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	729
Ludwigschorgast Altort	4%	11%	57%	28%	0%	0%	0%	0%	806
Ludwigschorgast Nord	2%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	653
Ludwigschorgast Ost	23%	35%	0%	42%	0%	0%	0%	0%	588
Rother Bühl und Gewerbegebiet	69%	0%	0%	31%	0%	0%	0%	0%	362

Anhand der Ergebnisse in Tabelle 3 erfolgt in einem späteren Schritt bei der Erstellung des Zielszenarios ein erster Ausschluss von Quartieren für mögliche Wärmenetzgebiete: dabei werden die Quartiere mit zu geringen Wärmeliendichten als voraussichtliche Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung definiert, vgl. Abschnitt 7.2.

5.10 Schutzgebiete und Denkmäler

Die örtlichen Schutzgebiete und vorhandenen Denkmäler sind für die Bestands- und Potenzialanalyse von großer Bedeutung. Im Rahmen der Wärmeplanung lenken sie in unterschiedlichster Weise die Ausgestaltung der Wärmewendestrategie. Schutzgebiete und Denkmäler sind in jeder Kommune individuell vorhanden, weshalb sich jede Wärmeplanung damit individuell befassen muss. Hinsichtlich der Wärmenetzsignung können durch Schutzgebiete und Denkmäler Lösungsansätze erschwert oder verhindert werden, zugleich zeigen Schutzgebiete die Grenzen der umweltverträglichen Nutzung der regional vorkommenden Ressourcen auf.

Auf der anderen Seite ist im Rahmen einer Schutzgüterabwägung zu beachten, dass zum einen Erneuerbare Energien nach §2 Satz 1 des *Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien* (kurz *Erneuerbare-Energien-Gesetz* oder EEG) bzw. nach Art. 2 Abs. 5 Satz 2 *Bayerisches Klimaschutzgesetz* (BayKlimaG) und zum anderen Anlagen zur Erzeugung oder zum Transport von Wärme nach §1 Abs. 3 GEG im überragenden öffentlichen Interesse liegen [28] [29] [2].

5.10.1 Trinkwasserschutzgebiete

Trinkwasser ist ein wichtiges Schutzgut, weshalb Trinkwasserschutzgebiete in der Wärmeplanung besonderer Beachtung bedürfen. Neben der grundsätzlich ausgeschlossenen Nutzung von geothermischen Potenzialen ist auch die Nutzung anderer erneuerbarer Energiequellen innerhalb der Trinkwasserschutzgebiete je nach Schutzzone erschwert.

Der *Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW)* gibt an, dass die „Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten im konkreten Einzelfall zu dem Ergebnis kommen [kann], dass die mit einem Vorhaben verbundenen Risiken aufgrund der örtlichen Begebenheiten, der besonderen Ausführung oder des besonderen Betriebsreglements sicher beherrscht werden können und somit eine Befreiung von Verboten im Grundsatz möglich ist.“ [30]

Wie in Abbildung 20 ersichtlich, gibt es auf dem kommunalen Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast ein Trinkwasserschutzgebiet [31]. Überschneidungen mit Quartieren gibt es nicht.

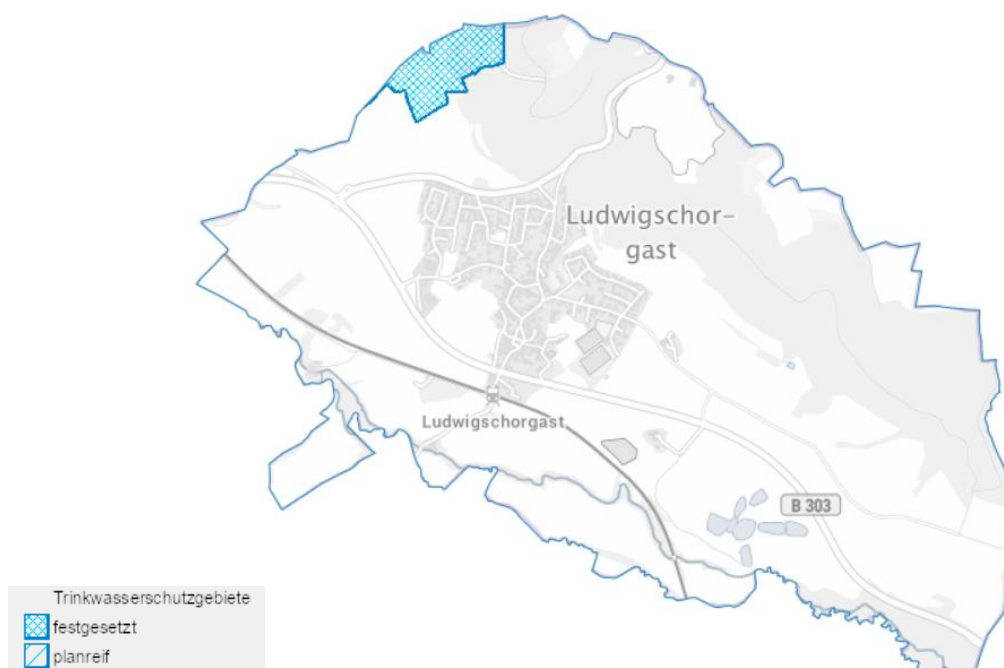


Abbildung 20: Trinkwasserschutzgebiete im Markt Ludwigschorgast [9] [32]

Nach einer kommunalen Wärmeplanung sollte im Falle einer Umsetzung von Wärmenetzprojekten deshalb eingehend geprüft werden, ob Schutzgebiete, insbesondere bei nicht ausreichend sichergestellter Energieversorgung im Gemeindegebiet, durch Berücksichtigung bestimmter Vorgaben dennoch energietechnisch erschlossen werden können.

5.10.2 Biosphärenreservate

Auf dem kommunalen Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast gibt es keine Biosphärenreservate [32].

5.10.3 Flora-Fauna-Habitat-Gebiete

Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) bilden zusammen mit den Europäischen Vogelschutzgebieten das Schutzgebiet-Netzwerk *Natura 2000* [33]. Die Umsetzung von Bauvorhaben ist in FFH-Gebieten erschwert. Nicht nur die Gebiete selbst stehen unter besonderem Schutz. Wird eine im FFH-Gebiet unter Schutz stehende Art durch Bauvorhaben oder anderes menschliches Wirken auch außerhalb des Gebietsumrisses beeinträchtigt, ist eine Realisierung nahezu unmöglich. Anders als bei üblichen Kompensationsmaßnahmen muss im Falle einer Realisierung des beeinträchtigenden Vorhabens der Erfolg der Ausgleichsmaßnahme erwiesenermaßen erbracht und vor dem Eingriff in das Schutzgebiet wirksam sein. Für die kommunale Wärmeplanung bedeutet dies, dass FFH-Gebiete möglichst von Maßnahmen der Wärmewendestrategie freizuhalten sind. Nur wenn das geplante Vorhaben keine räumlichen Alternativen besitzt, kann bei entsprechender Kompensation eine Umsetzung genehmigungsfähig sein. In nachfolgender Abbildung 21 sind die FFH-Gebiete für das kommunale Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast dargestellt. Es bestehen keine Überschneidungen mit Quartieren.

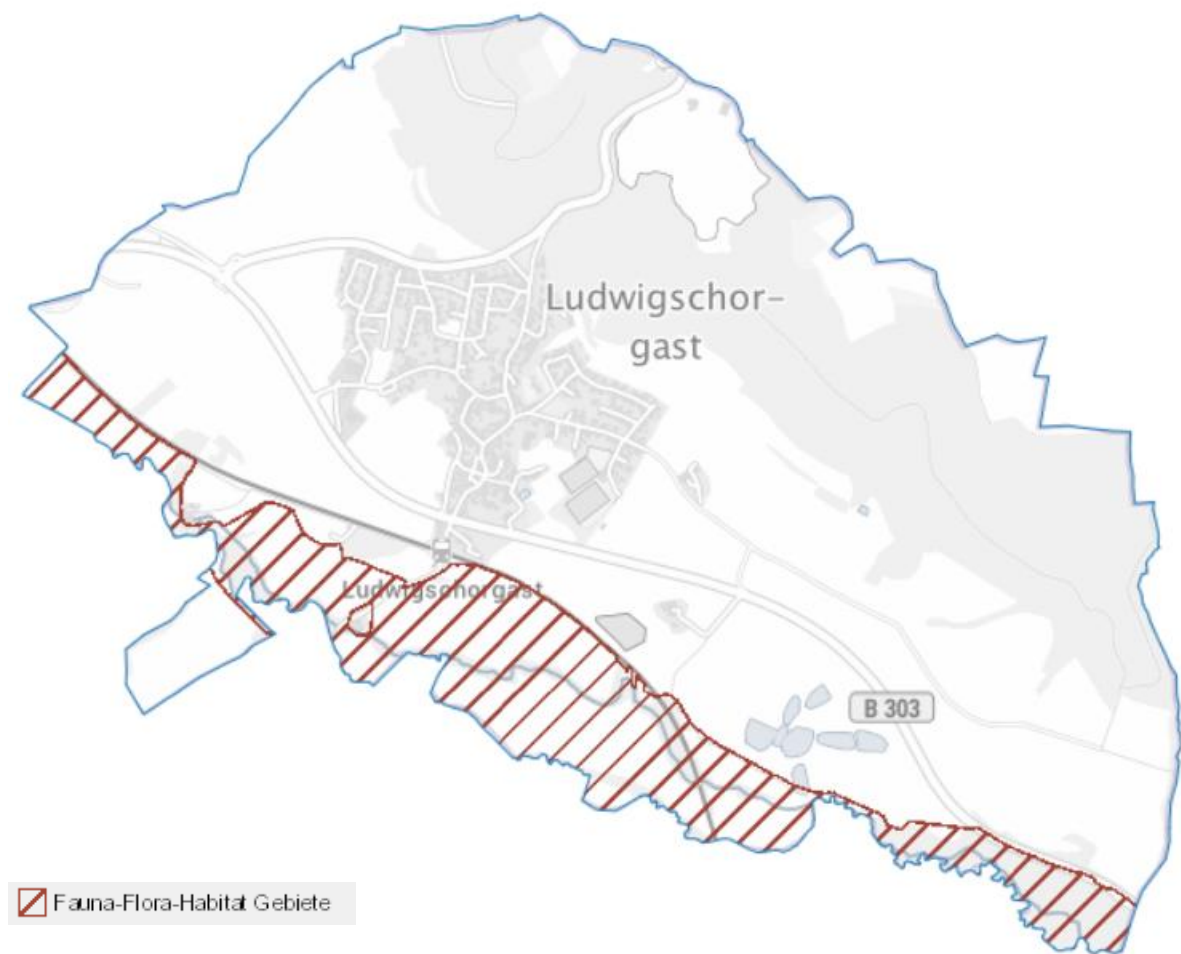


Abbildung 21: FFH-Gebiete im Markt Ludwigschorgast [34] [35]

5.10.4 Landschaftsschutzgebiete

Landschaftsschutzgebiete dienen dem Schutz von Natur und Landschaft und haben den Zweck, den Naturhaushalt wiederherzustellen, zu erhalten oder zu entwickeln. Sie unterscheiden sich von den Naturschutzgebieten insofern, dass Landschaftsschutzgebiete zumeist großflächiger sind und damit geringere Nutzungsaufgaben einhergehen, welche eher die Landschaftsbilderhaltung zum Ziel haben. [36]

Da die kommunale Wärmeplanung nicht zwingend einen unmittelbaren Einfluss auf das Landschaftsbild hat, ist von keiner maßgeblichen Beeinträchtigung der Wärmewendestrategie durch Landschaftsschutzgebiete auszugehen. Die Erschließung erneuerbarer Energieresourcen, insbesondere die Windenergienutzung, beeinflusst das Landschaftsbild jedoch. Aus

diesem Grund sind vor Ort bestehende Landschaftsschutzgebiete im Rahmen der Potenzialanalyse zu berücksichtigen.

In Abbildung 22 sind die Landschaftsschutzgebiete für das Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast dargestellt.

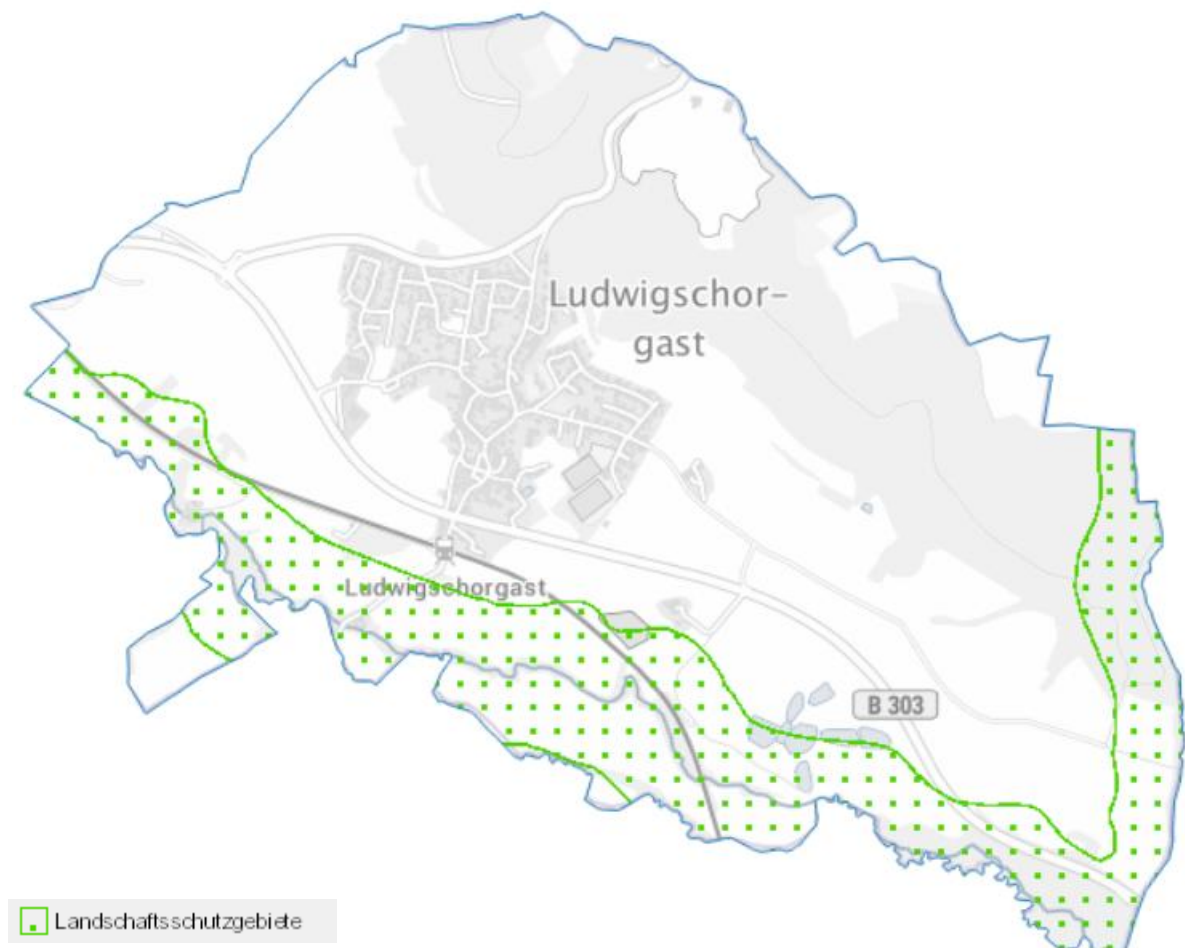


Abbildung 22: Landschaftsschutzgebiete im Markt Ludwigschorgast [9] [32]

Es gibt keine Überschneidungen mit Quartieren.

5.10.5 Nationalparke

Auf dem Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast gibt es keine Nationalparke [32].

5.10.6 Naturparke

Naturparke sind nach dem *Bundesnaturschutzgesetz* (BNatSchG) einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete, die überwiegend aus Natur- oder Landschaftsschutzgebieten bestehen [37]. In den Natur- und Landschaftsschutzgebieten gelten die entsprechenden Schutzvorschriften und Einschränkungen. Außerhalb dieser Gebiete gelten innerhalb der Grenzen des Naturparks die Vorgaben aus der entsprechenden Naturparkordnung, die eine Nutzung in der Regel nicht strikt ausschließt. Hierbei können Vorgaben zur Risikominimierung oder zur Schaffung von Ausgleichsflächen etc. existieren. In nachfolgender Abbildung 23 ist zu erkennen, dass alle Quartiere der Marktgemeinde Ludwigschorgast im Naturpark *Frankenwald* liegen.

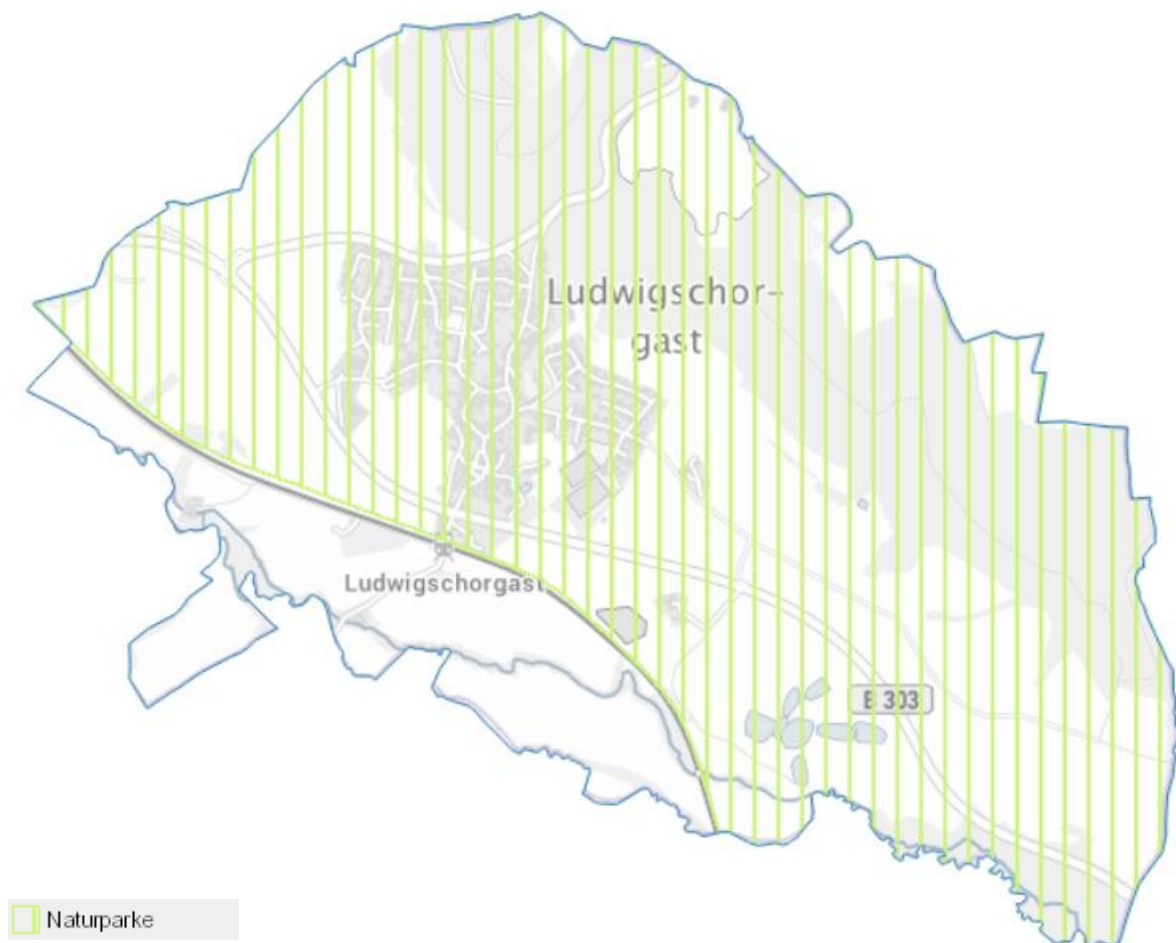


Abbildung 23: Naturparke in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]

5.10.7 Vogelschutzgebiete

Auf dem Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast gibt es keine Vogelschutzgebiete [32].

5.10.8 Biotope

Gesetzlich geschützte Biotop unterliegen dem Schutz des *Gesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege* (BNatSchG) (vgl. § 30 Abs. (5) und (6) BNatSchG) und genießen dabei eine gleichwertige Schutzqualität wie Naturschutzgebiete [38]. Im Zuge dessen ist die Beeinträchtigung dieses Schutzgebiets unzulässig, vgl. §23 BNatschG [39], und entsprechende Einschränkungen bei der Umsetzung von Wärmewendemaßnahmen sind zu berücksichtigen. Für die Wärmeplanung sind diese Gebietsumgriffe daher zunächst auszuschließen. Im Einzelfall kann eine Maßnahme unter Umständen trotz des Schutzbedürfnisses genehmigungsfähig sein, daher ist dies bei fehlenden Alternativen zu beachten. In nachfolgender Abbildung

24 sind die Biotope für das Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast dargestellt. Sie sind über das gesamte kommunale Gebiet verstreut und liegen teilweise in einzelnen Quartieren.

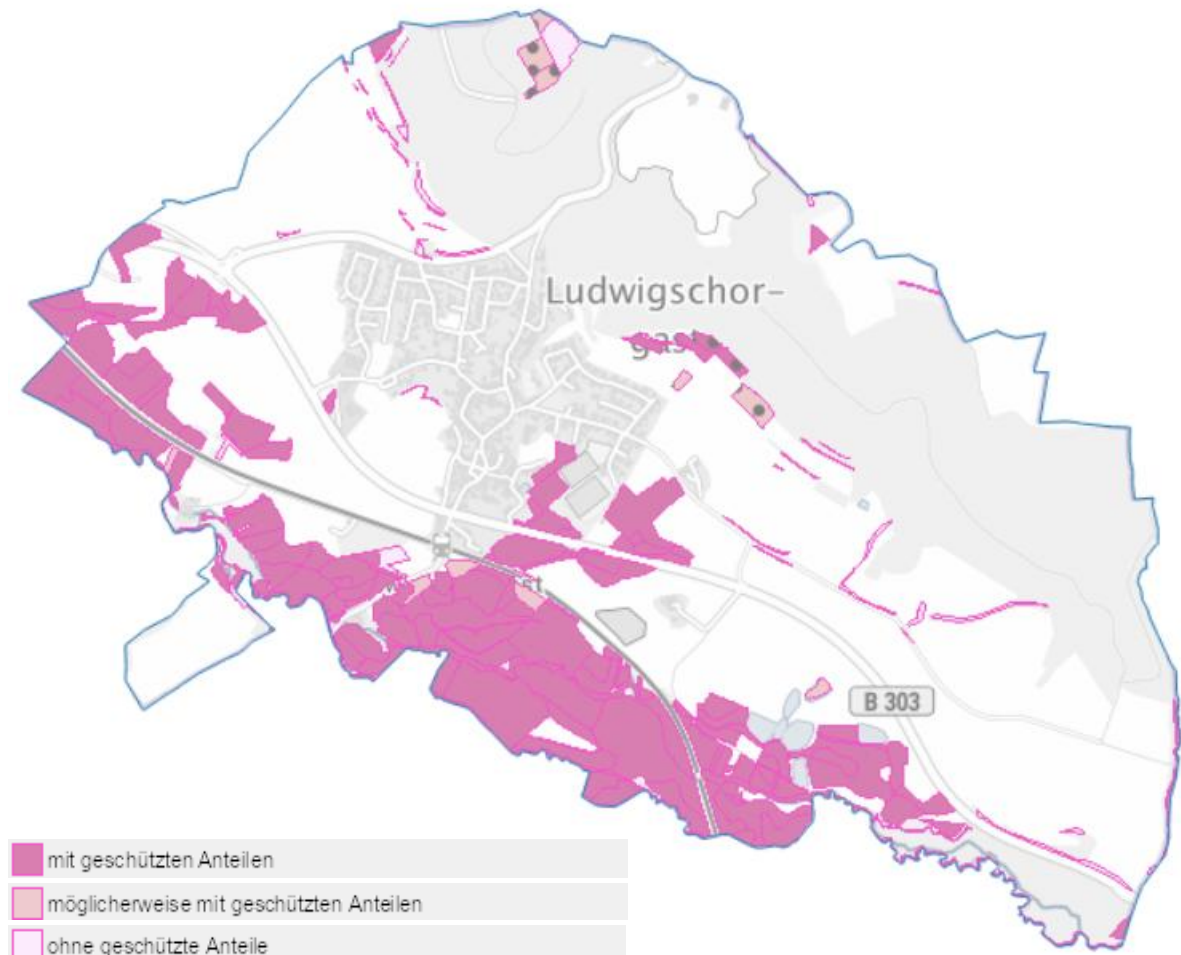


Abbildung 24: Biotope auf dem Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]

5.10.9 Bodendenkmäler

Bodendenkmäler können großflächig und weiträumig verstreut vorliegen. Sie sind bereits früh während der kommunalen Wärmeplanung aufgrund der von ihnen ausgehenden Projektrisiken zu berücksichtigen. Teilweise können Fundorte von archäologischen Gegenständen massive Verzögerungen im Bauablauf verursachen, weshalb die betroffenen Bereiche im Rahmen der Wärmeplanung möglichst unberücksichtigt bleiben sollten. Nur im Falle fehlender Alternativen ist die Planung der als Bodendenkmal belegten Gebiete zu erwägen. Es ist daher von großer Bedeutung, über die genaue Verortung der Bodendenkmäler Kenntnis zu

besitzen, bevor die Planungen zur Wärmewendestrategie beginnen. Der wichtigste Anhaltspunkt ist hierfür der *Bayerische Denkmal-Atlas*. In nachfolgender Abbildung 25 sind die Bodendenkmäler für das Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast dargestellt.



Abbildung 25: Bodendenkmäler in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]

5.10.10 Baudenkmäler

Auf dem Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast gibt es 21 Baudenkmäler [40], die aber aufgrund ihres Umfangs nicht einzeln aufgeführt werden. Der wichtigste Anhaltspunkt ist auch hierfür der *Bayerische Denkmal-Atlas* und die *Bayerische Denkmalliste*. Baudenkmäler, v.a. wenn es sich dabei um beheizte Gebäude handelt, können u.U. aufgrund des Denkmalschutzes geringe Energieeinsparpotenziale haben, was wiederum Einfluss auf die Wärmebe-

darfsentwicklung der gesamten Kommune Einfluss haben kann. Da es sich aber in der Markt-gemeinde Ludwigschorgast um vergleichsweise wenige Gebäude handelt, wird deren tat-sächlicher Einfluss darauf als vernachlässigbar eingeschätzt.

5.10.11 Heilquellenschutzgebiete

Auf dem Gebiet des Marktes Ludwigschorgasts gibt es keine Heilquellenschutzgebiete [32].

5.10.12 Hochwassergefahrenflächen HQ100

Hochwassergefahrenflächen für das sog. HQ100-Szenario zeigen die Flächen, die bei einem statistisch einmal in 100 Jahren zu erwartenden Hochwasser (kurz *HQ100*) überflutet wür-den. Sie bilden die räumliche Grundlage, um Gefährdungen von Siedlungen, Infrastruktur und Schutzgütern zu erkennen und sind damit eine zentrale Planungs- und Informationsgrund-lage für Kommunen, Raumplanung, Katastrophenschutz und das Hochwasserrisikomanage-ment. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung ist zu beachten, dass die Versorgungssicher-heit durch die Errichtung relevanter Anlagen der Wärmeversorgung in Hochwassergefahren-flächen gefährdet sein kann. Auch die Projektfinanzierung und die Versicherbarkeit der Anla-gen stellt ein Projektrisiko dar.

Da Grundwasser- und vor allem Flusswasserwärmepumpen aufgrund ihrer Art der Wärme-quelle häufig in Hochwassergefahrenflächen liegen können, muss eine besondere Betracht-ung erfolgen. In nachfolgender Abbildung 26 sind die Hochwassergefahrenflächen HQ100 für das Gebiet der Marktgemeinde Ludwigschorgast dargestellt.



Abbildung 26: Hochwassergefahrenflächen HQ100 in der Marktgemeinde Ludwigschorgast [9] [32]

5.11 Zwischenergebnisse Bestandsanalyse

Der Markt Ludwigschorgast befindet sich im Regierungsbezirk Oberfranken nördlich von Bayreuth. Die Kommune verfügt über ein Gasnetz, das von der *bayernwerk Netz GmbH* betrieben wird.

Im Markt Ludwigschorgast befinden sich ca. 1.170 Gebäude, wovon ca. 32 % Wohngebäude sind. Diese Objekte verteilen sich auf insg. 4 Ortsteile. Der Wärmebedarf in Form von Nutzenergie für alle beheizten Objekte beläuft sich auf 8,6 GWh/a. Dieser Bedarf wird durch einen Endenergieeinsatz von 10,2 GWh/a gedeckt, wobei Heizöl (57 %) und Biomasse (20 %) die am meisten genutzten Energieträger darstellen. Darüber hinaus werden auch Erd- und Flüssiggas, Solarthermie, Strom und Umweltwärme für die Wärmeerzeugung eingesetzt. Der

Anteil der EE an der Wärmeerzeugung liegt bei 28 % und im Rahmen der Wärmeerzeugung werden insgesamt jährlich 2,4 kt an Treibhausgasen emittiert.

Für die weitere Bearbeitung der Wärmeplanung wurde das gesamte kommunale Gebiet in mehrere Teilgebiete unterteilt. Dabei entstanden 5 Quartiere, die hinsichtlich ihrer Wärmenetzsignung im weiteren Verlauf untersucht werden.

6 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zeigt auf, welche Möglichkeiten in Ludwigschorgast bestehen, erneuerbare Energien und Abwärme für die Wärmeversorgung zu nutzen. Darüber hinaus beleuchtet sie Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen, um den Wärmebedarf innerhalb der Kommune zu senken. Eine Übersicht des Potenzialbegriffs bietet die nachfolgende Abbildung 27.



Abbildung 27: Schema des Begriffs „Potenzial“ aus energetischer Sicht in Anlehnung an [41]

Nachfolgend werden die einzelnen Potenzialbegriffe kurz erläutert.

Das theoretische Potenzial: Das theoretische Potenzial ist „das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot“ [41, p. 12]. Es beschreibt das maximale Angebot, das für die Wärmeerzeugung zur Verfügung steht. Aufgrund von technischen, ökologischen oder sozialen Restriktionen, kann es in Realität nie gänzlich genutzt werden.

Das technische Potenzial: Das technische Potenzial stellt den „zeit- und ortsabhängigen primär aus technischer Sicht möglichen Beitrag (...) zur Deckung der Energienachfrage“ [41, p. 12] dar. Das bedeutet, dass bspw. technische, aber auch regulatorische Rahmenbedingungen das theoretische Potenzial eingrenzen. Das technische Potenzial ist daher (meistens) geringer ist, als das theoretische.

Das wirtschaftliche Potenzial: Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen wirtschaftlich genutzt werden kann. Diese Rahmenbedingungen können sehr unterschiedlich sein und sind von den jeweiligen unternehmerischen Vorstellungen abhängig [41, p. 13].

Das erschließbare Potenzial: Unter dem erschließbaren Potenzial versteht sich der Teil des wirtschaftlichen Potenzials, der aufgrund verschiedener, weiterer Rahmenbedingungen tatsächlich erschlossen werden kann. Einschränkend können dabei z.B. soziale und ökologische Rahmenbedingungen sein.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für den Markt Ludwigschorgast werden theoretische Potenziale ermittelt, da die Wärmeplanung eine Bearbeitungstiefe mit sich bringt, bei der nicht alle technischen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen bekannt sind. Diese wären bei Bedarf in weiterführenden Untersuchungen und Planungen zu erheben und berücksichtigen.

6.1 Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wird ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für Wohngebäude wird die Berechnung mit der Maßgabe einer ambitionierten Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt. Dieser Wert wird als notwendig erachtet, um die Klimaziele im Jahr 2030 zu erreichen [42]. Im Mittel soll in diesem Szenario durch Einsparmaßnahmen ein spezifischer Wärmeverbrauch von rund 100 kWh/(m²*a) erreicht werden.

Bis zum Jahr 2045 wird in Ludwigschorgast somit eine Reduktion des Wärmebedarfs¹¹ von 8,6 GWh/a um 13 % auf knapp 7,5 GWh/a erreicht, was einer Einsparung von gut 1,1 GWh gegenüber dem Jahr 2023 entspricht. Die hier angesetzte Sanierungsrate und Sanie-

¹¹ Niveau Nutzenergie

rungstiefe liegen über dem Bundesdurchschnitt, können jedoch über entsprechende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen erreicht werden. Im Bundesdurchschnitt lag die Sanierungsrate für das Jahr 2023 bei 0,70 % [42].

6.2 Potenzial aus Erneuerbaren Energien

In diesem Abschnitt werden Potenziale zur Wärmeerzeugung mittels EE dargestellt. Es werden sämtliche Potenziale wie Solarthermie, verschiedene Formen von Umweltwärme, Biomasse, sowie Stromerzeugung aus EE zur Nutzung für den Betrieb von Wärmepumpen untersucht.

6.2.1 Solarthermie

Für die Warmwasserbereitung besteht laut *EnergieAtlas Bayern* ein theoretisches Potenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen in Höhe von 1.118 MWh/a [43]. Da aber auf Dachflächen auch Photovoltaik (PV)-Anlagen errichtet werden können, steht dieses Potenzial in Teilen oder gänzlich in Konkurrenz zum PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromerzeugung 4.924 MWh/a, siehe auch Kapitel 6.2.4.1).

6.2.2 Umweltwärme

Ein zentraler Baustein hin zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung in Ludwigschorgast ist die Erschließung von Umweltwärmequellen. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden insgesamt fünf Arten von Umweltwärmequellen geprüft: Umgebungsluft, oberflächennahe Erdwärme, tiefe Erdwärme, Grundwasser und Oberflächengewässer. Eine Ersteinschätzung zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie und Grundwasser erfolgt mit Hilfe des *Umweltatlas Bayern*. Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten von Umweltwärmequellen sind in den Kapiteln 6.2.2.1 bis 6.2.2.3 dargestellt. Dabei wird auf geeignete Wärmepumpentechnologien eingegangen, die zur Nutzbarmachung dieses Potenzials erforderlich wären. Sofern Wärmepumpen zum Einsatz kommen, ist neben der thermischen Leistung auch die erforderliche elektrische Leistung zu beachten. Ein limitierender Faktor kann nämlich das Stromnetz sein, das unter Umständen nicht für die benötigte elektrische Leistung einer Wärmepumpe ausgelegt ist. Dem kann jedoch grundsätzlich durch netzverstärkende Maßnahmen Abhilfe geschaffen werden.

6.2.2.1 Umgebungsluft

Geothermische Potenziale sind hinsichtlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit besonders attraktiv, wenngleich die geografische Verfügbarkeit komplexer ist. Im Idealfall stehen für die direkte Wärmeerzeugung Temperaturen von mindestens 60 °C, idealerweise mehr als 70 °C zur Verfügung. Dies ist jedoch nur selten der Fall¹². Umgebungsluft kann in den Sommermonaten Temperaturen deutlich unter diesen idealen Temperaturniveaus erreichen, in den Wintermonaten sogar Minusgrade. Wird mithilfe einer Wärmepumpe das Temperaturniveau allerdings zusätzlich angehoben, reichen auch die vergleichsweise niedrigeren verfügbaren Umgebungstemperaturen, z.B. für die Nutzung einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe.

Die thermische Nutzung der Umgebungsluft als Energiequelle mittels Wärmepumpe ist grundsätzlich ohne Beschränkung möglich. Beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen ist lediglich zu beachten, die Schallemissionen möglichst gering zu halten, um die Anwendung dieser Art von Wärmepumpen so allgemeinverträglich wie möglich zu gestalten. Je nach Bundesland gelten für Wärmepumpen unterschiedliche Abstandsregelungen zu anderen Grundstücken und Gebäuden¹³.

6.2.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Grundsätzlich stehen zwei verschiedene Technologien für die thermische Nutzung oberflächennaher Geothermie zur Verfügung: Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. In beiden Fällen besteht der Vorteil des Wärmeentzugs aus dem Boden im Gegensatz zur Umgebungsluft darin, dass die Bodentemperatur aufgrund der thermischen Trägheit des Mediums über den Jahresverlauf nahezu konstant ist. Aus den moderaten Temperaturschwankungen der Wärmequelle ergibt sich eine höhere Effizienz in der Wärmeerzeugung.

¹² Abwärme und Wärme aus tiefen Erdlagen können solche Temperaturniveaus aufweisen.

¹³ Es gelten die *Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm* (TA Lärm), sowie die jeweilige Landesbauordnung.

Erdwärmekollektoren: sie bestehen in der Regel aus einer Anordnung horizontal verlegter Rohre. Sie werden grundsätzlich oberflächennah verlegt, meist in einer Tiefe zwischen 1,2 m und 1,5 m. Soll die Kollektorfläche zusätzlich ackerbaulich genutzt werden, sind entsprechend höhere Sicherheitsabstände einzuhalten.

Da in diesem Fall das Erdreich als Wärmequelle genutzt wird, kühlt sich die Bodenstruktur beim Wärmeentzug leicht ab. Bei fachgerechter Kollektorauslegung sind jedoch keine umweltschädlichen Auswirkungen zu befürchten. Über die wärmeren Monate wird die Kollektorfläche durch Sonneneinstrahlung und Regeneintrag wieder regeneriert.

Die nachfolgende Karte (vgl. Abbildung 28) zeigt die Eignung für das gesamte beplante Gebiet der Kommune hinsichtlich einer Nutzung geothermischer Potenziale mittels Erdwärmekollektoren. Es handelt sich hierbei zum einen um Wasserschutzgebiete (rot), die eine Nutzung von Erdwärmekollektoren ausschließen. Die grünen Flächen weisen zum anderen eine uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeit von Erdwärmekollektoren auf. Auch einer Aussage des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) Nürnberg zufolge ist die Nutzung von Erdwärmekollektoren mit Ausnahme der gekennzeichneten Flächen grundsätzlich überall im beplanten Gebiet möglich.

Zu beachten ist, dass für die Versorgung von Wärmenetzen aufgrund der hohen Wärmebedarfsmengen oft sehr große Flächen mit Erdwärmekollektoren erforderlich sind. Ihre Nutzung eignet sich daher in erster Linie für Anwendungen im dezentralen Bereich.

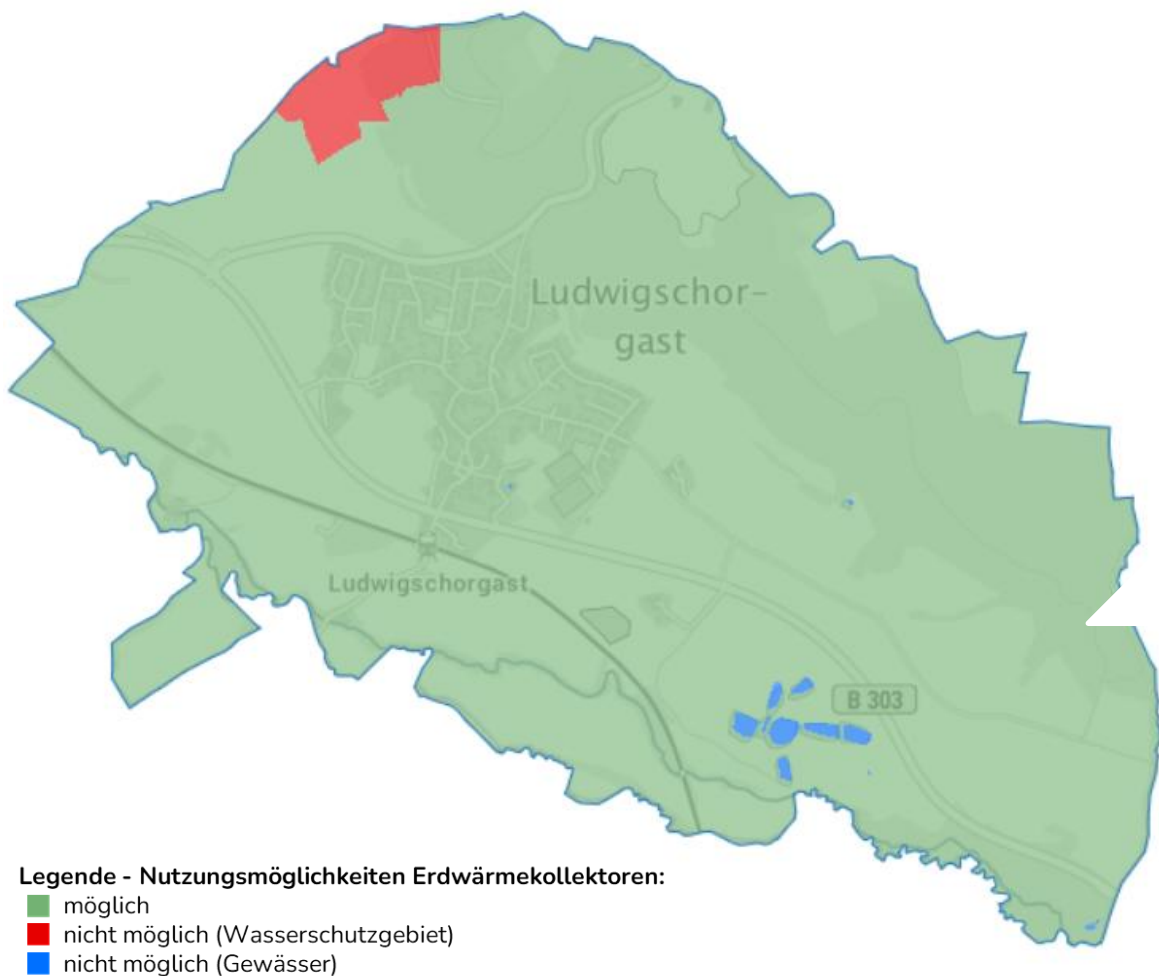


Abbildung 28: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmekollektoren [9] [31]

Erdwärmesonden: Bei der vertikalen Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Bohrungen spricht man von Erdwärmesonden. Üblicherweise sind die Bohrungen für kleinere Anwendungen dabei auf eine Tiefe von 100 m begrenzt. Tiefergehende Bohrungen unterliegen dem Bergrecht, wodurch aufwändigere Genehmigungsverfahren zu erwarten sind.

Im betrachteten Gebiet des Marktes Ludwigschorgast ist gemäß Abbildung 29 ersichtlich, dass laut der Erstauskunft im *Umweltatlas Bayern* die Nutzung von Erdwärmesonden aus hydrogeologischen, geologischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen größtenteils möglich ist (hellgrüne Fläche), allerdings einer Einzelfallprüfung bedarf. In den dunkelgrünen Flächen ist der Einsatz von Erdwärmesonden hingegen ohne Einzelfallprüfung erlaubt. In den Was-

serschutzgebieten (rot) ist die Nutzung von Erdwärmesonden nicht möglich. Die *Bohrpunkt-karte Deutschland*, die Bohrungen für geothermische Zwecke (Sonden) kartografisch darstellt, zeigt zwar für den Markt Ludwigschorgast eine entsprechende Bohrung [44]. Der Einsatz von Erdwärmesonden findet bislang allerdings in den hellgrün markierten Flächen statt. Gemäß Auskunft des WWA Hof wäre bei konkreten Vorhaben mit größeren Bohrtiefen das WWA in die Planungen miteinzubinden. Voraussetzung dafür wären geologische Gutachten, auf die aufgebaut werden könnte.

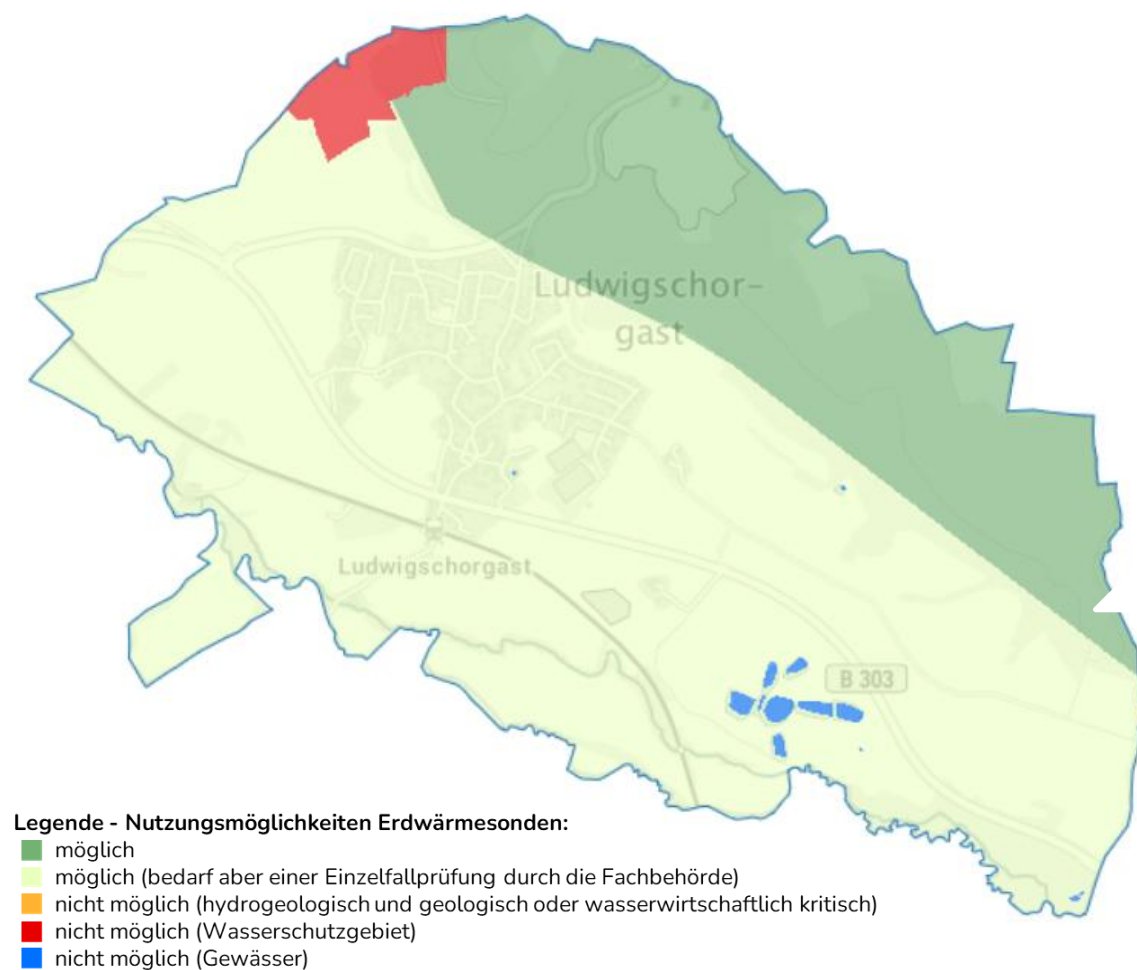


Abbildung 29: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmesonden [9] [31]

6.2.2.3 Grundwasser

Eine weitere Möglichkeit der Umweltwärmenutzung ist der Entzug von Wärme aus dem Grundwasser. Hierbei ergeben sich besondere Herausforderungen aufgrund der hohen Schutzbedürftigkeit des Grundwassers. Neben grundsätzlich ausgeschlossenen Bereichen,

wie Wasserschutzgebieten, ist die Durchteufung¹⁴ mehrerer Grundwasserstockwerke wasserrechtlich unzulässig. Darüber hinaus ergeben sich Vorgaben an die Reinhaltung und Wiedereinleitung des Grundwassers in den Grundwasserleiter, aus dem das Wasser zuvor entnommen wurde.

Die folgende Karte (siehe Abbildung 30) gibt Aufschluss über das wasserrechtlich mögliche Potenzial. Etwaige Grundwasserzusammensetzungen, die die Erschließung der geothermischen Quelle unter Umständen erschweren oder unwirtschaftlich machen, sind hierbei nicht Bestandteil der Betrachtung.

Laut *Umweltatlas Bayern* ist eine Nutzung von Grundwasserwärmepumpen in Ludwigschor-gast zum einen aus hydrogeologischen, geologischen und wasserwirtschaftlichen Gründen möglich (grün), bedarf aber in den meisten Fällen einer Einzelfallprüfung durch die Fachbe-hörde (hellgrün). In Wasserschutzgebieten (rot) ist dies nicht der Fall – hier ist der Einsatz von Grundwasserwärmepumpen aus wasserwirtschaftlichen Gründen nicht möglich, siehe ent-sprechende Flächen in Abbildung 30. In den orange markierten Flächen ist der Einsatz von Grundwasserpumpen laut *Umweltatlas* ebenso nicht möglich. Bei konkreten Vorhaben ist das WWA Hof anzufragen.

¹⁴ Bergmännische Bezeichnung für „Durchbohren“ oder „Durchstoßen“ geologischer Schichten [61].

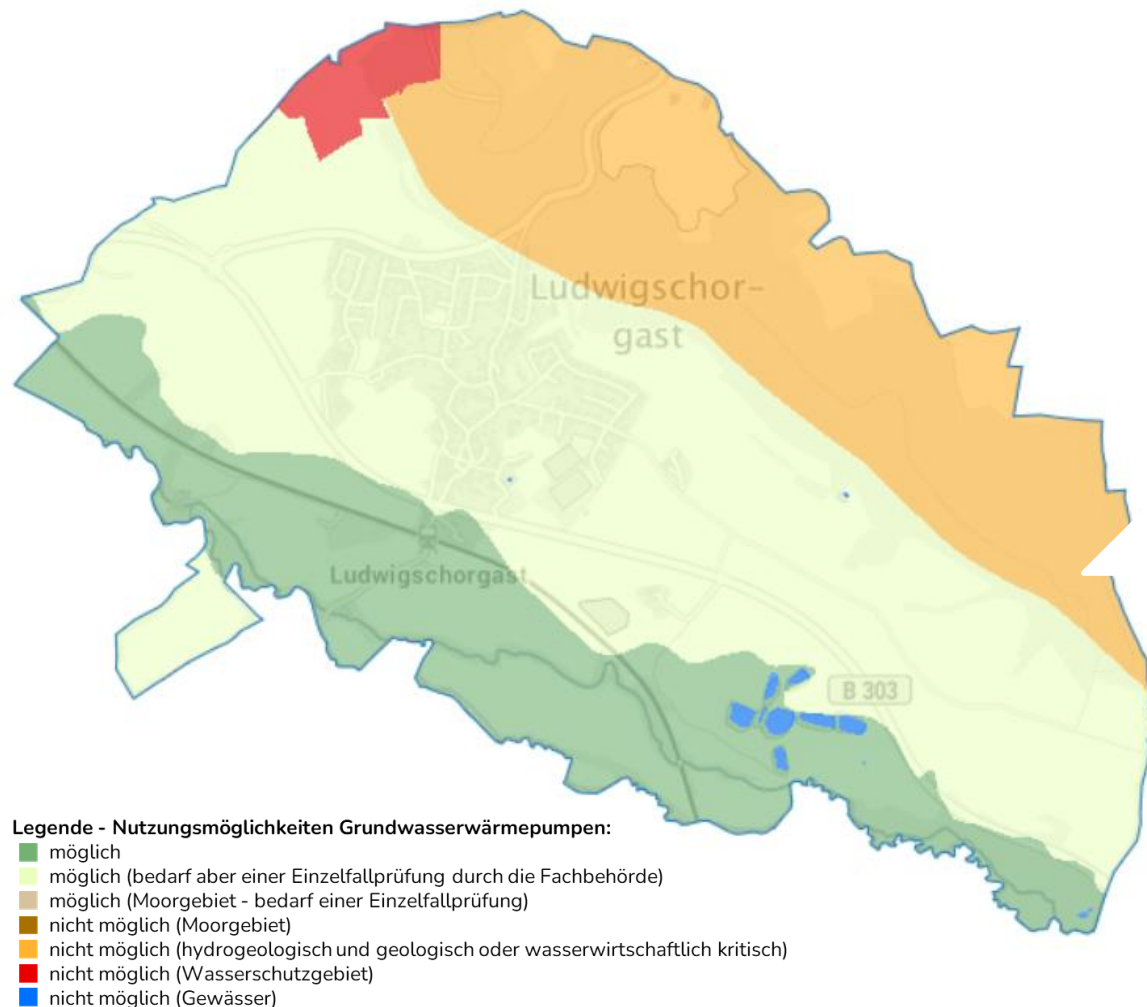


Abbildung 30: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen [9] [31]

6.2.2.4 Fluss- und Seewasser

Durch das Gebiet des Marktes Ludwigschorgast verläuft die Schorgast, ein Fließgewässer II. Ordnung [45]. Es besteht zunächst also die Möglichkeit, diese auch thermisch zu nutzen. Es wird daher ermittelt, ob ihr theoretisches Potenzial für eine wärmenetztechnische Versorgung ausreichend ist.

Zunächst findet eine qualitative Einschätzung des Potenzials dieser Fließgewässer auf Grundlage einer Einschätzung des WWA Hofes statt: Die Möglichkeit der thermischen Nutzung von Fließgewässern bedarf in den meisten Fällen einer Einzelfallprüfung. Hierfür sind Abflussverhältnisse und thermische Veränderungen des Flusswasserkörpers an potenziellen

Standorten von Wärmeerzeugungsanlagen und/oder Entnahmebauwerken für solche zu ermitteln. Zum Zeitpunkt der Kommunalen Wärmeplanung können diese nicht beantwortet werden, sondern vielmehr bei konkreten Wärmenetz- oder Anlagenplanungen, die sich wenn üblicherweise einer Wärmeplanung anschließen.

Für eine erste quantitative Abschätzung wird daher das gemeindespezifische theoretische Potenzial zur thermischen Fließgewässernutzung betrachtet. Der Verein *Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE)* hat für jede Kommune in Bayern ermittelt, zu welchen Anteilen die Potenziale der darin vorhandenen Fließgewässer den Wärmebedarf abdecken. Für den Markt Ludwigschorgast ist für den Monat Januar zu erkennen, dass dieser Deckungsgrad bei über 100 % liegt, d.h. bei einer Spreizung¹⁵ von 1,5 K kann die Schorgast den Wärmebedarf der Marktgemeinde decken, vgl. Abbildung 31.

¹⁵ Temperaturdifferenz zwischen dem für thermische Zwecke entnommenen und wieder eingeleiteten Flusswasser.

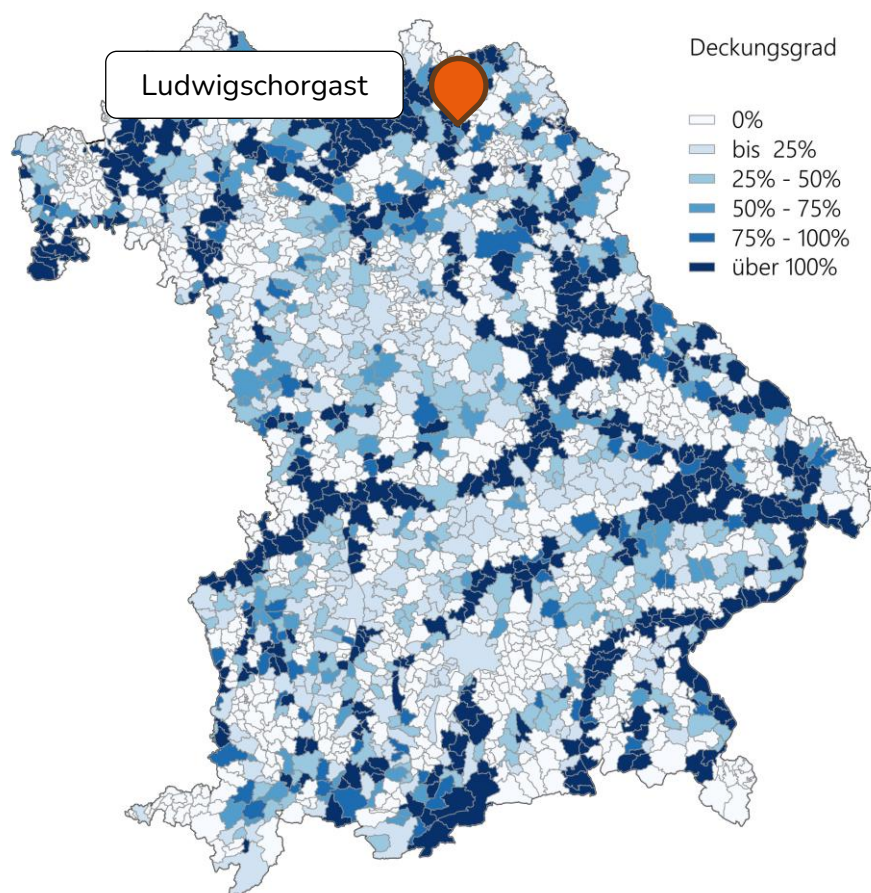


Abbildung 31: Deckungsgrad des Flusswasserpotenzials je Gemeinde für Januar [46]

Es wird daher im weiteren Verlauf das EE-Potenzial des Flusses näher betrachtet und quantitativ bewertet. Damit dies möglich ist, werden v.a. Daten zum Abfluss und Temperatur der Schorgast benötigt.

Der *Gewässerkundliche Dienst Bayern* (GKD) zeigt keine Messstelle in Ludwigschorgast selbst, bei welcher der Abfluss der Schorgast ermittelt wird. Daher wird auf Messstellen zurückgegriffen, die sich in nächster Nähe befinden, aus den dort ermittelten Werten Durchschnittswerte gebildet. Es handelt sich um Abflussdaten der Messstationen in Untersteinach, östlich der Überführung der B 289 der Schorgast¹⁶, und in Wirsberg, nämlich südlich der

¹⁶ Diese Messstelle befindet sich nach der Mündung der Unteren Steinach in die Schorgast, d.h. die Abflussdaten an dieser Stelle werden höher sein, als an anderen Stellen der Schorgast, die sich näher

Straße Schorgasttal bzw. südwestlich der Mündung des Koserbachs in die Schorgast [47]. Eine Messung der Temperatur findet dort allerdings nicht statt, weshalb auf Temperaturdaten des Weißen Mains zurückgegriffen wird. An der Messstelle an der Überführung des Weißen Mains bei der Staatsstraße 2182 in Ködnitz [47] werden näherungsweise ähnliche Bedingungen erwartet, wie sie in Ludwigschorgast bzw. an der Messstelle der Schorgast in Untersteinach zutreffen könnten.

Mit Hilfe der Abfluss- und Temperaturdaten wird die abgreifbare Umweltleistung eines fiktiven Wärmetauschers in Ludwigschorgast abgeschätzt. Dabei wird davon ausgegangen, dass für die thermische Nutzung max. eine Menge von 10 % des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) dem Fluss entnommen wird und eine max. Spreizung von 3 K erfolgt. Letzteres geht auf eine Empfehlung des *Bayerischen Landesamtes für Umwelt* (LfU) zurück [48]. Abbildung 32 zeigt den Einfluss der Entnahmemenge und der Temperaturspreizung, d.h. der rechnerischen Temperaturabsenkung des Wassers nach vollständiger Durchmischung¹⁷. Bei o.g. Annahmen wäre eine Umweltleistung am Wärmetauscher einer Fließgewässerwärmepumpe in der Schorgast in Ludwigschorgast von max. 703 kW möglich, vgl. Abbildung 32. Bei dieser Erhebung ist zu erwähnen, dass der elektrische Anteil an der Wärmeleistung dabei noch nicht berücksichtigt ist. Es ist anzumerken, dass es sich dabei außerdem um eine erste grobe Abschätzung handelt. Die genauen max. möglichen Entnahmemengen und Temperaturspreizungen sind bei konkreten Vorhaben beim WWA Hof zu erfragen. Dabei kann es zu Abweichungen von dieser ersten Abschätzung kommen.

an einer Bebauung in Ludwigschorgast befinden. Bei einer möglichen Planung einer Flusswasserwärmepumpe müssen allerdings die Abflusswerte des Flusses am potenziellen Standort der Wärmepumpe ermittelt werden.

¹⁷ Das ist der Zeitpunkt, an dem das nach der thermischen Nutzung abgekühlte Flusswasser wieder dem Gewässer zugeführt wird und sich vollständig mit dem restlichen Flusswasser vermischt.

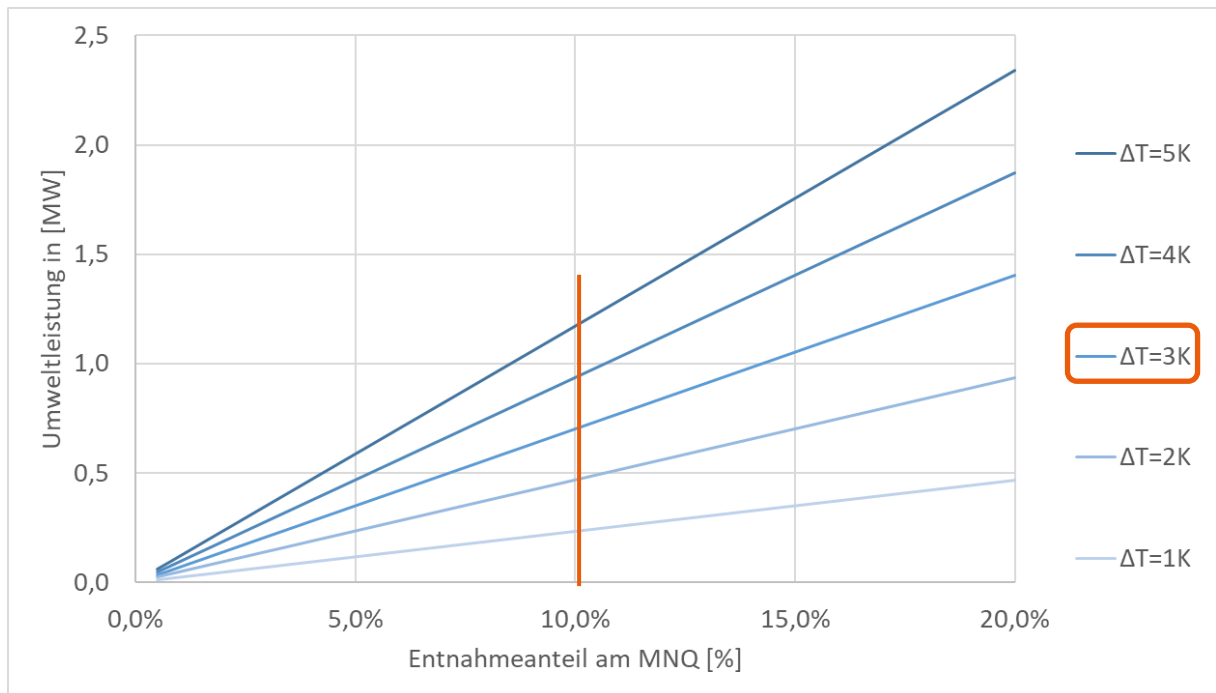


Abbildung 32: Umweltleistung am Wärmetauscher in der Schorgast in Abhängigkeit der Entnahmemenge und Temperaturspreizung

Alternativ zur direkten Nutzung des Flusswassers ist eine thermische Nutzung des sog. Uferfiltrats möglich. Dabei handelt es sich um Flusswasser, das in Flussnähe oder in der Flusssohle versickert und sich anschließend mit Grundwasser vermischt. Mittels Brunnenbohrungen wird das Uferfiltrat einer thermischen Nutzung zugeführt. Das bedeutet, dass neben dem Durchfluss beider Flüsse, auch der Grundwasserpegel eine wichtige Rolle zur Beurteilung dieses Potenzials spielt. Die nächstgelegene Messstation, die den Grundwasserpegel ermittelt, befindet sich in der Nachbarkommune Stadtsteinach. In Ludwigschorgast selbst wird dieser nicht gemessen, vgl. [49]. Die Hinweiskarte *Hohe Grundwasserstände* des LfU zeigt für Bereiche links und rechts der Schorgast hohe Grundwasserpegel¹⁸. Diese Bereiche stimmen auch mit den möglichen Bereichen für eine Grundwasserwärmepumpennutzung, vgl. 6.2.2.3 *Grundwasser*. Allerdings liegen diese Bereiche z.T. auch in den Hochwassergefahrenflächen HQ100, vgl. 5.10.12 *Hochwassergefahrenflächen HQ100*. Die hydrogeologischen

¹⁸ „temporär oder dauerhaft weniger als drei Meter unter der Geländeoberfläche“ [69]

Gegebenheiten eignen sich bedingt für eine Uferfiltratnutzung (geringe Mächtigkeit von Flussschotter und Sand im Gewässerbereich, dafür aber Gebiete mit mittlerer Durchlässigkeit um die Gewässer, vgl. [50]), weshalb eine abschließende Beurteilung dieses Potenzials zum aktuellen Stand nicht möglich ist. Bei konkreten Vorhaben und der Kenntnis über konkrete Standorte für die thermische Nutzung des Uferfiltrats, ist dies daher mit dem WWA Hof weiter abzustimmen.

Größere Seen sind auf dem Gebiet der Kommune nicht vorhanden. Ein entsprechendes Potenzial zur Nutzung von Seewasser wird demzufolge ausgeschlossen.

6.2.2.5 Tiefe Geothermie

Im Bereich der geothermalen Energiegewinnung wird ab einer Bohrtiefe von 400 m von „tiefer Geothermie“ gesprochen. Auch hier kommen Erdsonden zum Einsatz, für die Bohrungen erforderlich sind. Neben der direkten Nutzung der tiefen Erdwärme für Heizzwecke, wird sie in einigen Anlagen auch zur Erzeugung von Elektrizität genutzt. Die dafür benötigte Temperatur liegt mit etwa 90 °C jedoch deutlich über dem Niveau der ausschließlich thermischen Nutzung.

Als Herausforderung für die Nutzung tiefer Geothermie sind die hohe Standortabhängigkeit und die Investitionsintensität zu nennen. Liegen keine genauen Daten vor, sind kostenintensive Probebohrungen durchzuführen, die ein Projekt bereits im Planungszeitraum belasten können.

In Bezug auf die Nutzung von Tiefengeothermie sind einer ersten Einschätzung des LfU zufolge die vorhandenen Temperaturen in tieferen Lagen in und um Ludwigschorgast zu niedrig, um dieses Potenzial sinnvoll nutzen zu können [31]. Des Weiteren macht die Nutzung von tiefer Geothermie zur Wärmeversorgung nur dann Sinn, wenn entsprechend große Wärmeleistungen und -mengen benötigt werden. Je kleiner die Wärmeabnahme und die benötigte Wärmeleistung, desto höher liegen die spezifischen Investitionskosten für Tiefenbohrungen. Auch sie machen eine sinnvolle ökonomische Nutzung tiefer Geothermie auf dem Gebiet des Marktes Ludwigschorgast aus diesem Grund unwahrscheinlich.

Die Temperaturverteilung in 500 m unter Gelände ist in Abbildung 33 dargestellt. In Ludwigschorgast liegen die Temperaturen in dieser Tiefe unter 35 °C, weshalb nicht von signifikanten thermischen Energiequellen ausgegangen werden kann. In tieferen Lagen, ab 750 m sind Temperaturen von 40 °C vorzufinden, wobei hier auf die o.g. sinnvolle ökonomische Nutzung dieses Potenzials hingewiesen wird.

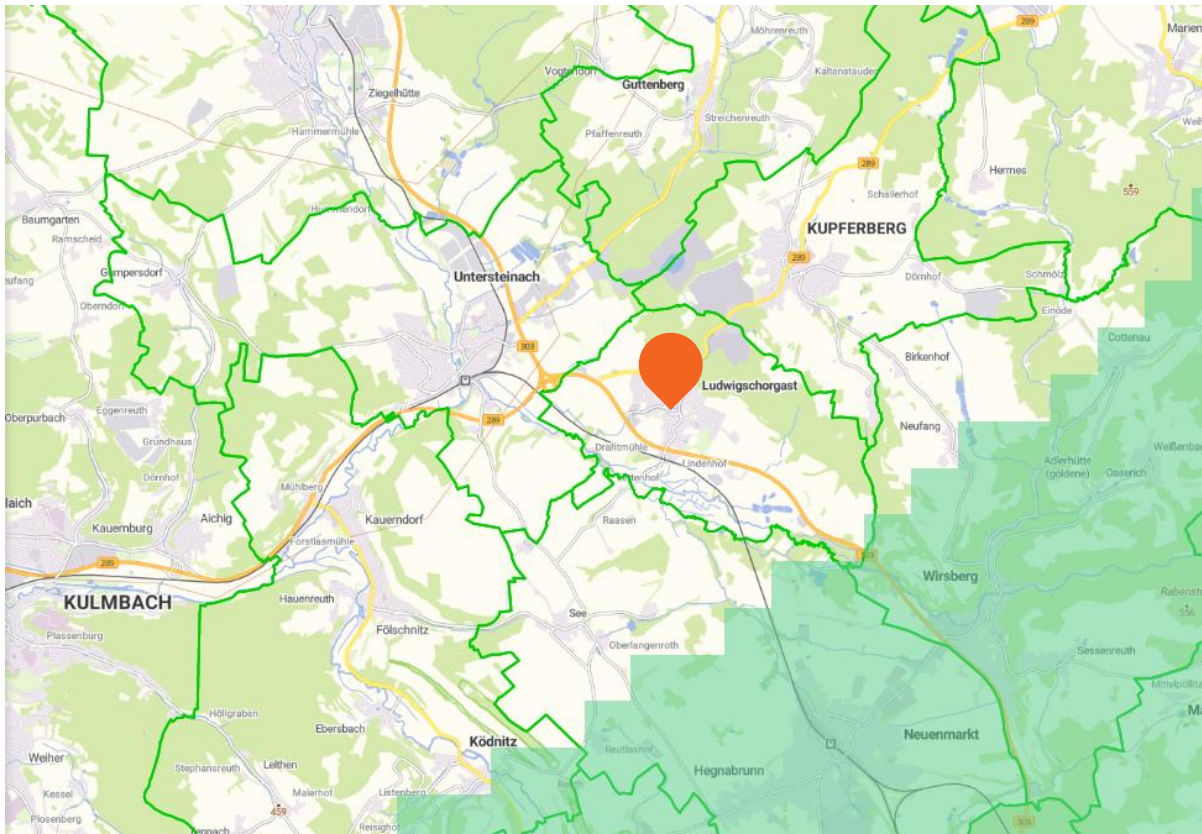


Abbildung 33: Temperaturverteilung in 500 m unter Gelände [31]

6.2.3 Biomasse

Bei den Biomassepotenzialen wird unterschieden zwischen fester Biomasse in Form von Waldderholz, Flur- und Siedlungsholz und Altholz, sowie gasförmiger Biomasse in Form von Biogas. Die beiden Potenziale sind in den nachfolgenden Unterabschnitten beschrieben.

6.2.3.1 Feste Biomasse

Für die Potenzialermittlung fester Biomasse im Gebietsumgriff der Kommune wird auf Daten der *Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)* zurückgegriffen. Diese Daten geben Auskunft über die aus den Wäldern jährlich nutzbaren Energiepotenziale je

Kommune [51]. Zusätzlich werden Daten des LfU verwendet, die die anfallende Altholzmenge der vergangenen Jahre pro Landkreis ausweisen [52].

Die Potenziale des LWF beziehen sich zum einen auf Waldderbholz¹⁹. Die Daten dazu beinhalten unter anderem Fernerkundungsdaten, Daten aus der vierten Bundeswaldinventur und aus einer Holzaufkommensmodellierung. Das bedeutet, dass der Waldumbau sowie die aktuelle Holznutzung nach Besitzart mitberücksichtigt werden. Mit diesem Datensatz ist jedoch keine Auskunft darüber möglich, in welchem Umfang die Potenziale bereits genutzt werden oder in welchem Umfang sie tatsächlich verfügbar gemacht werden können.

Zum anderen gibt das LWF eine Auskunft über die Potenziale, die sich aus Flur- und Siedlungsholz ergeben. Darunter fallen Gehölze, Hecken und Bäume im Offenland (beispielsweise Straßenränder, Parks, Gärten, etc.). Die Daten der Abfallbilanz des LfU weisen landkreis-scharf das angefallene Altholz aus. Unter der Annahme einer anteiligen energetischen Nutzung des Altholzes kann hieraus ebenso ein Potenzial zur Wärmeerzeugung für die Kommune ermittelt werden.²⁰

Basierend auf den vorhergehend beschriebenen Daten des LWF und des LfU konnte somit ein theoretisches Potenzial von insgesamt knapp 0,73 GWh/a ermittelt werden. Dabei gehen 0,67 GWh/a auf die Nutzung von Waldderbholz und 0,03 GWh/a auf die Nutzung von Flur- und Siedlungsholz zurück. Aus der Verwertung von Altholz kann ein Potenzial von 0,04 GWh/a genutzt werden. Zusammenfassend sind die Potenziale in Abbildung 34 aufgelistet. Die Werte sind dabei auf Endenergie bezogen.

¹⁹ Derbholz: oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser größer 7 cm und mit Rinde [59]

²⁰ Anders als im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung, ist bei der Umsetzung von Wärmenetzprojekten, neben dem kommunal verfügbaren Potenzial an Biomasse, auch das interkommunal zur Verfügung stehende Potenzial zu untersuchen. Dies kann in Nachbarkommunen, aber auch darüber hinaus zur Verfügung stehen. In solch einem Fall ist der Beschaffungsaufwand ebenso bei der Planung zu berücksichtigen.

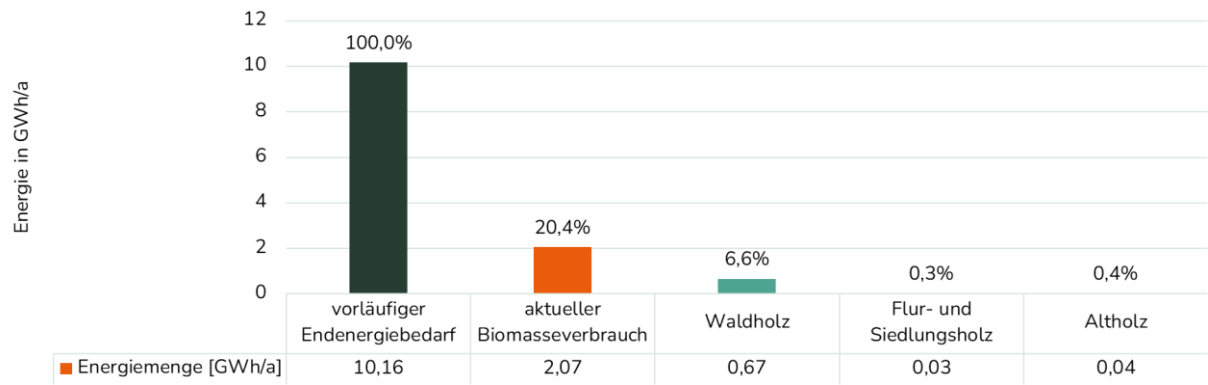


Abbildung 34: Endenergiepotenziale fester Biomasse

Um die tatsächliche Verfügbarkeit dieses Potenzials besser einschätzen zu können, werden zunächst die Besitzverhältnisse der Wälder in Ludwigschorgast untersucht, vgl. Abbildung 35.

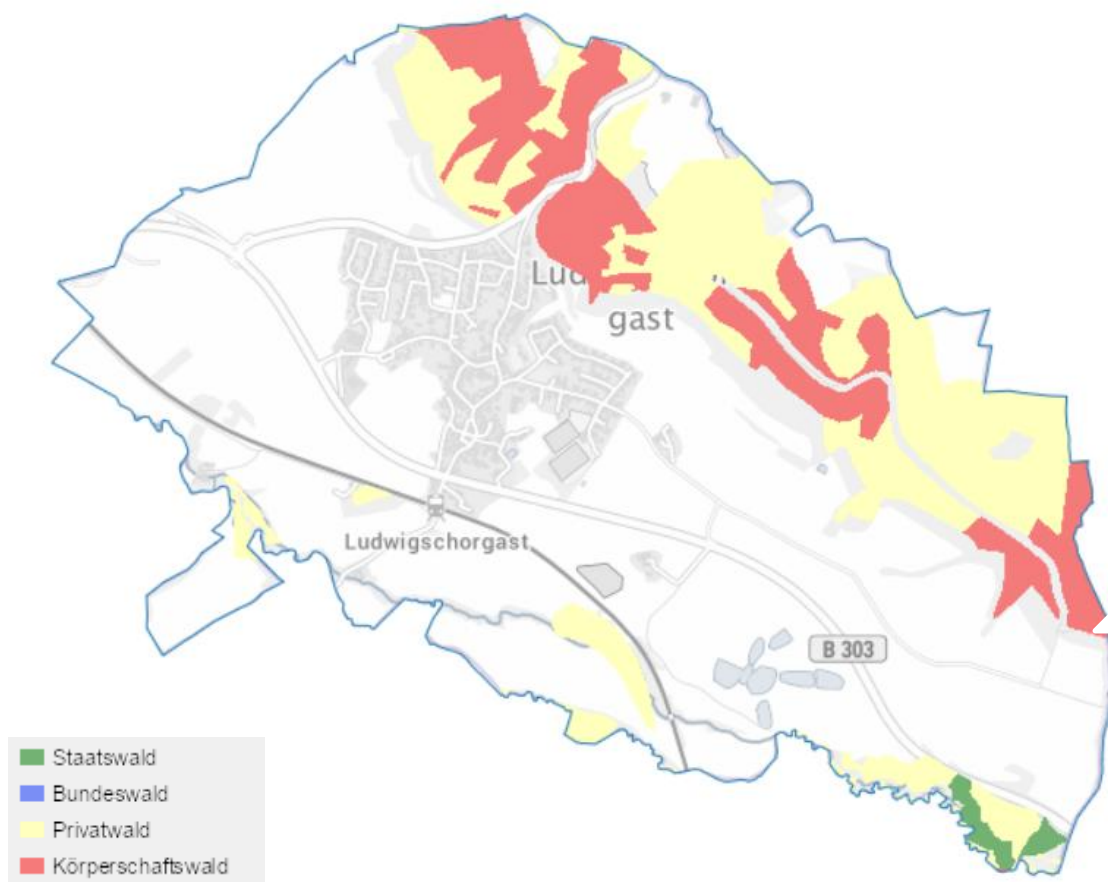


Abbildung 35: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Ludwigschorgast [4], [30]

Die Mehrheit des Waldes auf dem Gebiet der Kommune ist entweder Privatwald oder Körperschaftswald, d.h. im Eigentum der Kommune. Daneben gibt es kleinere Flächen Staatswald. Eine seriöse Einschätzung des tatsächlich nutzbaren Potenzials aus Waldderholz aus privaten Wäldern ist aufgrund der Eigentumsverhältnisse an dieser Stelle nicht möglich. Generell führen unvorhersehbare Ereignisse wie Stürme oder Borkenkäferbefall teilweise zu starken Schwankungen in der tatsächlich nutzbaren Holzmenge für thermische Zwecke.

Da im Rahmen der Wärmeplanung das theoretisch zur Verfügung stehende Potenzial zur Wärmeerzeugung berücksichtigt werden soll, wird im weiteren Verlauf des Projektes das Biomassepotenzial basierend auf den Daten des LWF und des LfU verwendet. Dies wird damit begründet, dass aufgrund der ökologischen Bedeutung des Waldes und der voraussichtlich zunehmenden Rolle im Wärmesektor die Bewirtschaftung des Privatwaldes in der Zukunft ebenfalls ansteigen wird.

Die Nutzung von Biomasse in der Wärmeversorgung kann eine nachhaltige und bezahlbare Option darstellen. Aus ökologischer Sicht wird der Brennstoff aus der Region bezogen. Es ist bei der Nutzung von Biomasse darauf hinzuweisen, dass die mittel- und langfristigen Kosten für den Brennstoff je nach Szenario stark steigen können, wenn durch die fortschreitende Energiewende auch andere Sektoren vermehrt auf die Nutzung von Biomasse setzen (z.B. Prozesswärme in der Industrie). Im Zusammenhang mit dem Aufbau von Wärmenetzen kann die Nutzung von Biomasse u.U. eine sinnvolle Übergangstechnologie für den Aufbau der Netzinfrastuktur darstellen.

Die Einbindung der Biomasse in die Wärmeversorgung bringt zunächst den Vorteil mit sich, dass bedingt durch den tendenziell niedrigeren Wärmepreis hohe Anschlussquoten im Vergleich zu anderen Varianten erreicht werden können. Bei der Errichtung einer Heizzentrale, die den Energieträger Biomasse verwendet, sind dennoch einige Punkte bereits im Vorfeld zur Berücksichtigung zu empfehlen. So sollte das Heizwerk von Beginn an bereits so geplant werden, dass auch eine Umrüstung auf andere Technologien, wie beispielsweise Großwärmepumpen, möglich ist. Ebenso sollten bereits andere Energieträger beim Aufbau eines Wärmenetzes mit integriert werden. So kann beispielsweise ein Wärmeerzeugerpark so geplant werden, dass im Sommer der Wärmebedarf primär über Wärmepumpen oder Solarthermie

gedeckt werden kann, damit die Biomasse nicht die alleinige Versorgung übernimmt. Bedingt durch die starke Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen können die Biomassepotenziale sehr stark schwanken. Eine Nutzung von Biomasse als Energieträger erfordert deshalb unter Umständen eine Entscheidung im Einzelfall. Die Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse werden darüber hinaus in der EU-Richtlinie 2018/2001 (RED²¹ II) geregelt und sind für die Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energieträger zu berücksichtigen.

6.2.3.2 Gasförmige Biomasse

Zur Ermittlung des theoretischen Biogaspotenzials wird auf Daten des LfStat und des LfU zurückgegriffen. Konkret werden für den Gebietsumgriff der gesamten Kommune Daten über die aktuelle Gebietsflächenverteilung, den Viehbestand und die jährlich anfallende Menge an Bioabfällen erhoben. Daraus lässt sich ein Potenzial bestimmen, unter der Annahme, dass ein bestimmter Anteil der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Energiepflanzen genutzt wird und diese anschließend zu Biogas verarbeitet werden. Darüber hinaus wird, basierend auf den Daten zum Viehbestand, das Potenzial aus Gülle bestimmt. Ebenso wird der Potenzialberechnung zu Grunde gelegt, dass der jährlich anfallende Bioabfall vollständig zur Erzeugung von Biogas genutzt werden kann.

Das hieraus ermittelte Potenzial versteht sich als theoretisches Potenzial zur Erzeugung von Biogas mittels lokaler Ressourcen und ist somit auch zunächst unabhängig davon zu betrachten, ob Biogasanlagen im Gemeindegebiet vorhanden sind. Tatsächlich ist es so, dass es aktuell eine Biogasanlage im Markt Ludwigschorgast gibt. Insgesamt steht somit ein theoretisches Biogaspotenzial von 1,52 GWh/a zur Verfügung. Abbildung 36 zeigt dieses aufgegliedert nach den verschiedenen Biomassefraktionen im Vergleich zum aktuellen Endenergiebedarf für die Wärmeerzeugung.

²¹ Renewable Energy Directive (RED) bzw. Erneuerbare-Energien-Richtlinie

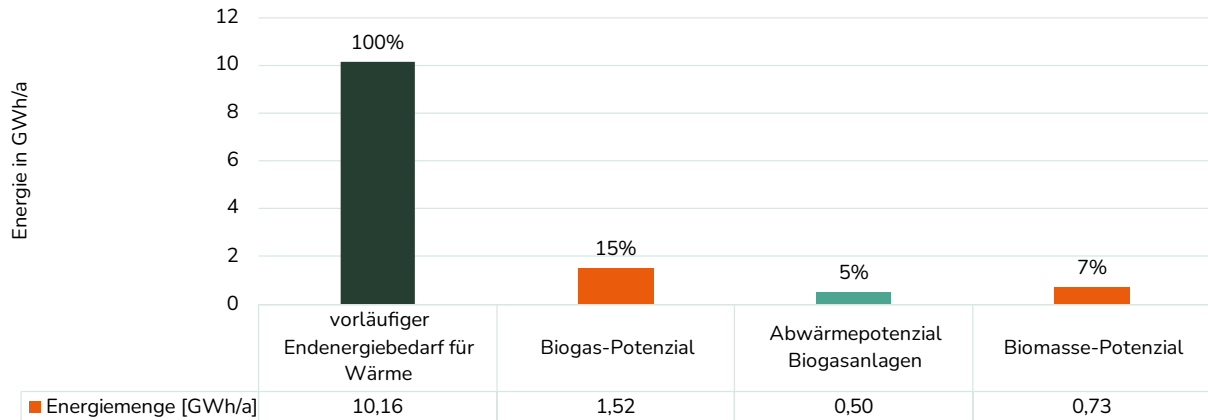


Abbildung 36: Endenergiepotenziale gasförmiger Biomasse

6.2.4 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Dieser Abschnitt umfasst sowohl Photovoltaikanlagen auf Dächern, als auch auf Freiflächen, sowie das Potenzial aus Windkraftanlagen und Wasserkraftanlagen. Die Stromerzeugung mit Hilfe von EE-Anlagen wird vor dem Hintergrund untersucht, dass mögliche Wärmepumpen für Wärmenetze weitgehend mit erneuerbarem Strom betrieben werden sollen.

6.2.4.1 PV-Aufdachanlagen

Die vorhandenen Dachflächen im Markt Ludwigschorgast bieten ein großes Potenzial für die Stromproduktion durch Photovoltaikanlagen. Bis zum 31.12.2024 konnte laut *Energieatlas Bayern* ein Ausbaustand von 1.206 MWh/a [43] erreicht werden, was einem Ausbaugrad von 19,6 % entspricht. Das verbleibende PV-Potenzial auf den Dachflächen beläuft sich somit auf 4.924 MWh/a [43]. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Anteil denkmalgeschützter Gebäude, der 3,5 % des gesamten PV-Dachflächenpotenzials [43] ausmacht. Alternativ zur Nutzung für Photovoltaik besteht wie bereits in Kapitel 6.2.1 beschrieben ein Solarthermie-Potenzial für die Warmwasserbereitung in Höhe von 1.118 MWh/a.

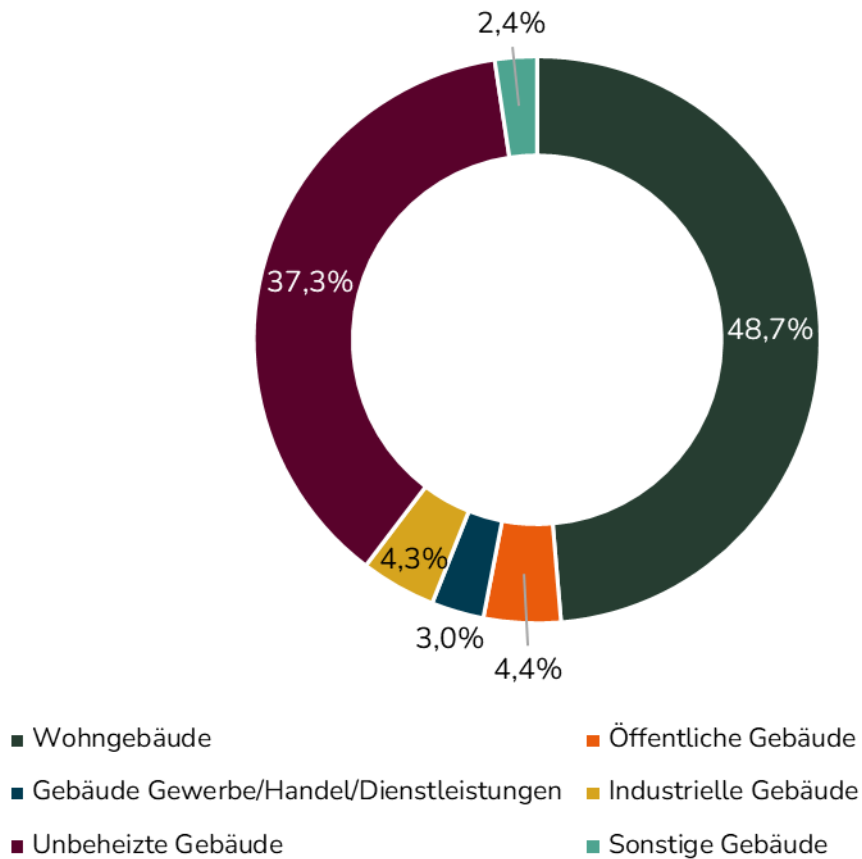


Abbildung 37: Aufteilung Potenzial PV-Aufdachanlagen nach Nutzungsart [43]

Die Verteilung des PV-Dachflächenpotenzials nach Nutzungsart der Gebäude in Abbildung 37 zeigt, dass Wohngebäude mit knapp 49 % den mit Abstand größten Anteil ausmachen. Gut 37 % des Potenzials entfällt auf unbeheizte Gebäude. Öffentliche Gebäude tragen gut 4 % bei, während Gebäude des Gewerbes, Handels und der Dienstleistungen gut 3 % des Potenzials stellen. Industrielle und sonstige Gebäude steuern jeweils gut 4 % bei.

Eventuell notwendige netzverstärkende Maßnahmen bei einem verstärkten Ausbau von PV-Anlagen sind in dieser Potenzialanalyse noch nicht berücksichtigt.

6.2.4.2 PV-Freiflächenanlagen

Die Freiflächen auf dem Gebiet des Marktes Ludwigschorgast bieten ein großes theoretisches Potenzial zur Erzeugung von Strom aus EE mittels Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Gemäß eines bayernweit allgemeingültigen PV-Kriterienkatalogs und des Kriterienkatalogs für Freiflächenphotovoltaikanlagen des Marktes Ludwigschorgastes können Flächen im Umfang von

rund 4,8 ha als potenziell geeignet für die Installation von PV-Freiflächenanlagen eingestuft werden. Unter der Annahme, dass 1 ha Fläche ca. 1 MW_p PV-Leistung entspricht, kann folglich überschlägig eine Leistung von ca. 4,8 MW_p installiert werden. Diese Größe umfasst das gesamte verfügbare Potenzial, d.h. bestehende Freiflächenanlagen, 0,75 MW_p, sind inkludiert. Abzüglich dieser bleibt somit ein ausbaufähiges Potenzial von gut 4,0 MW_p. Damit lässt sich bei einer spezifischen Erzeugung von 1.125 kWh/kW_p eine Strommenge von etwa 4,5 GWh/a generieren.²²

Eventuell notwendige netzverstärkende Maßnahmen bei einem verstärkten Ausbau von PV-Anlagen sind in dieser Potenzialanalyse noch nicht berücksichtigt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass nur auf einem geringen Teil der potenziell geeigneten Flächen auch tatsächlich PV-Freiflächenanlagen installiert werden.

6.2.4.3 Windkraftanlagen

Im Markt Ludwigschorgast gibt es aktuell keine Windkraftanlage. Die Kommune liegt laut *Energie-Atlas Bayern* z.T. in bedingt geeigneten Flächen für Windkraft aufgrund besonders landschaftsprägender Denkmäler und gänzlich im militärischen Interessensbereich [53]. Unter Umständen können sich bei der Fortschreibung des Wärmeplans neue Erkenntnisse zur Errichtung von Windkraftanlagen ergeben, die für künftige Planungen berücksichtigt werden können.

6.2.4.4 Wasserkraft

Im Markt Ludwigschorgast ist aktuell keine Wasserkraftanlage installiert [54].

²² Potenzial umfasst auch geplante, aber noch nicht errichtete PV-Freiflächenanlagen (Stand: Januar 2026)

6.3 Abwärme

Innerhalb der Gemeinde fällt an unterschiedlichen Stellen Abwärme an, die grundsätzlich für die Wärmeversorgung genutzt werden kann. Im weiteren Verlauf werden die Abwärmepotenziale näher beleuchtet.

6.3.1 Industrielle Abwärme

Wie bereits im Abschnitt 5.2 beschrieben, befinden sich auf dem Gebiet des Marktes Ludwigshergast Gewerbetriebe. Aufgrund ihrer Branchentätigkeit wird davon ausgegangen, dass diese Unternehmen über keine nutz- und auskoppelbaren Abwärmepotenziale verfügen.

6.3.2 Abwasserkanäle

Zur Potenzialermittlung der Abwärme aus kommunalen Abwasserkanälen wird zunächst der Netzplan des lokalen Kanalnetzes untersucht. In Abbildung 38 ist das gesamte Kanalnetz kartografisch dargestellt. Für einen technisch sinnvollen Betrieb sind gewisse Bedingungen zu erfüllen. Nach Rücksprache mit Systemherstellern sowie nach Anlage 1 WPG werden im Folgenden nur Kanalabschnitte mit einer Breite und Höhe von mindestens DN 800 [5] betrachtet. Für eine ausreichende Wärmeentnahme ist ebenso ein gewisser Mindestdurchfluss im Kanal, auch Trockenwetterabfluss genannt, notwendig, der in etwa 10 l/s betragen sollte, sodass bevorzugt Sammler in nähere Betrachtung kommen. Aufgrund der Wärmeentnahme muss auch berücksichtigt werden, dass eine gewisse Kanalreststrecke bis zur Einleitung in die Kläranlage verbleibt, damit sich die Abwassertemperatur im weiteren Verlauf regenerieren kann.

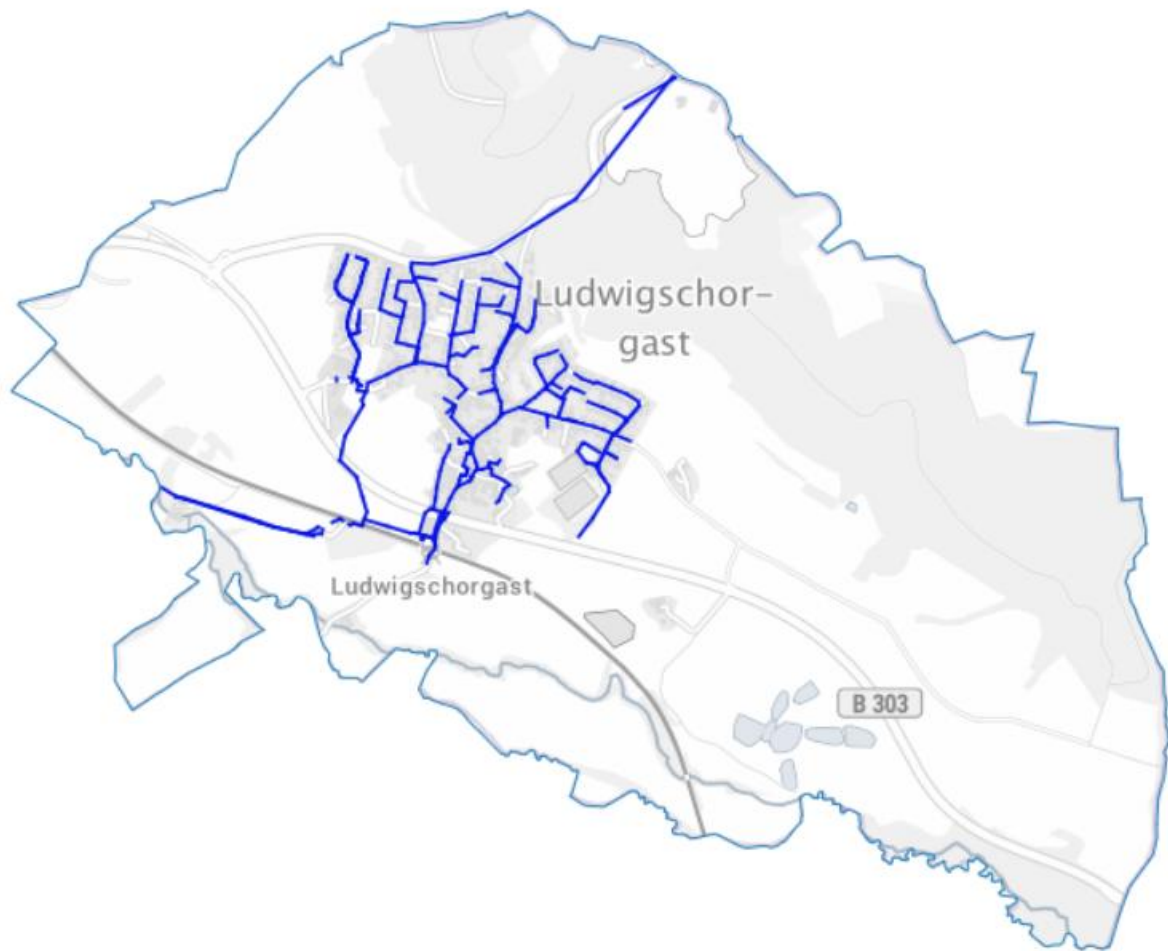


Abbildung 38: Abwassernetz im Markt Ludwigschorgast [9]

Kanalabschnitt mit einer Mindestnennweite \geq DN 800 sind in Abbildung 39 markiert. Zu sehen ist, dass v.a. im OT Ludwigschorgast vereinzelt Sammelkanäle diese Bedingung erfüllen. Diese Kanalabschnitte liegen z.T. auch in der Nähe zu Quartieren mit hoher Wärmeliniendichte, wie zum Beispiel Ludwigschorgast Altort.



Abbildung 39: Kanalabschnitte im Markt Ludwigschorgast mit DN \geq 800 mm [9]

Für das Kanalnetz in Ludwigschorgast liegen allerdings keine konkreten Messdaten zu Durchflüssen in diesen Kanalabschnitten vor. Lediglich an der Pumpstation Ludwigschorgast werden Durchflussmengen erhoben, allerdings keine Temperaturwerte des Abwassers. Von dort wird das gesammelte Abwasser des Marktes Ludwigschorgast und der Stadt Kupferberg gesammelt in Richtung Kläranlage in Kulmbach weitergeleitet. Diese Pumpstation befindet sich auf einem Grundstück südlich der Bahntrasse, außerhalb eines Quartieres der kWP. Das nächstgelegene Quartier, Am Bahnhof, ist ca. 340 m via Straßenverlauf von diesem Grundstück entfernt. Der geringste gemessene Trockenwetterabfluss an dieser Station betrug im Jahr 2024 3,1 l/s, in den Jahren 2022-2024 durchschnittlich 2,2 l/s, und liegt somit unter den vorhin genannten 10 l/s, die mindestens vorhanden sein sollten, um dieses Potenzial sinnvoll thermisch nutzen zu können.

6.3.3 Kläranlagen

Das Abwasser des Marktes Ludwigschorgastes wird von o.g. Pumpstation ausgehend in Richtung Südwesten in die Kläranlage Kulmbach geleitet. Dieses Potenzial liegt außerhalb des Marktes Ludwigschorgast und kann daher in der kommunalen Wärmeplanung für Ludwigschorgast nicht berücksichtigt werden.

6.4 Wasserstoff und grünes Gasnetz

Wie im Abschnitt 6.2.4.2 bereits beschrieben, gibt es theoretisch ein großes Potenzial für erneuerbare Stromerzeugung in Form von PV-Anlagen, der prinzipiell für den Betrieb eines Elektrolyseurs genutzt werden könnte. Allerdings ist davon auszugehen, dass nur ein Bruchteil des verfügbaren theoretischen Potenzials für den PV-Ausbau auch tatsächlich genutzt wird und somit die verfügbare Überschussstrommenge für den wirtschaftlichen Betrieb eines Elektrolyseurs nicht ausreichend gegeben bzw. nicht örtlich zusammenhängend genug ist, ohne das Stromnetz zusätzlich zu belasten. Allerdings sind aktuell keine Überlegungen zu einer dezentralen Wasserstoffherzeugung, z.B. in Form eines Elektrolyseurs, bekannt.

Zwar gibt es im Markt Ludwigschorgast ein ausgebautes Erdgasnetz (siehe Abschnitt 5.7). Die Nutzung von Wasserstoff in Ludwigschorgast über das vorgelagerte Wasserstoff-Kernnetz, das in den nächsten Jahren aufgebaut werden soll, ist jedoch in absehbarer Zeit nicht gewiss. Zum jetzigen Zeitpunkt kann Wasserstoff daher aus den oben genannten Gründen realistischerweise nicht als Potenzial für die Wärmeversorgung – weder zentral noch dezentral – herangezogen werden.

6.5 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Tabelle 4 sind alle untersuchten Potenziale zusammenfassend dargestellt²³. Die Einteilung in --, -, +, ++ stellt die mit der jeweiligen Quelle bereitstellbaren Deckungsgrade im Sinne

²³ Die darin genannten Energiemengen beziehen sich auf Endenergie.

eines Ausbaupotenzials, bezogen auf den Gesamtwärmeverbrauch dar. Die Attribute werden wie folgt vergeben:

- Deckungsgrad 0 - 10 %: --
- Deckungsgrad 10 - 20 %: -
- Deckungsgrad 20 - 50 %: +
- Deckungsgrad 50 - 100 %: ++

Tabelle 4: Übersicht der EE- und Abwärmepotenziale

Potenzial	Bewertung	Bemerkung
Biomasse	-	0,7 GWh _{th} , Verfügbarkeit bei weiteren Planungen individuell prüfen
Biogas	--	Keine Biogasanlage vorhanden
Geothermie	++	Tiefengeothermie nein, Oberflächennah mittels Grundwasserwärmepumpen, sowie Erdwärmesonden und -kollektoren möglich, teilweise Einzelfallprüfung erforderlich
Flusswasser	+	Schorgast, Abstimmungen, v.a. mit WWA, erforderlich
Uferfiltrat	+	Schorgast, Abstimmungen, v.a. mit WWA, erforderlich
PV-Freiflächen	++	Ca. 4,0 MW _p pot. Verfügbar (entspricht 4,5 GWh/a Stromproduktion)
PV-Dachflächen	++	Ca. 4,9 MW _p pot. Verfügbar (entspricht 4,9 GWh/a Stromproduktion)
Windkraft	--	Kein Potenzial vorhanden, aktuell keine WKA vorhanden
Grünes Gasnetz	--	Keine Biogasanlage vorhanden
Wasserstoff	o	Abstimmung mit Netzbetreiber notwendig
Abwärme	--	Keine Abwärmequellen vorhanden
Kläranlage	--	Liegt nicht im kommunalen Gebiet
Abwasserwärme	--	Fehlende Messwerte in den Kanälen, Durchfluss Pumpstation zu gering für thermische Nutzung

Das statistische **Potenzial fester Biomasse** beläuft sich auf 0,7 GWh/a, welches zum Großteil aus Waldderbholz erzeugt werden kann. Es kann zu gut 7 % den Gesamtenergiebedarf für die Wärmeerzeugung abdecken. Abbildung 34 zeigt aber auch, dass aktuell bereits gut 20 % des Gesamtenergiebedarfs durch feste Biomasse bereitgestellt werden. Bilanziell betrachtet wird dieses Potenzial bereits mehr als ausgeschöpft. In Realität wird aber feste Biomasse auch von Quellen außerhalb der kommunalen Grenzen für die Wärmeerzeugung bezogen. In welchem Ausmaß das aktuell, aber auch zukünftig erfolgen wird, kann im Rahmen der Wärmeplanung nicht ermittelt werden. Die genannten Zahlen sind daher rein bilanziell zu verstehen.

Das statistische **Gesamtpotenzial gasförmiger Biomasse** beläuft sich auf 2 GWh/a. Es kann theoretisch einen Anteil von max. 20 % am Gesamtenergiebedarf für die Wärmeerzeugung decken. Da es aber aktuell keine Biogasanlage auf kommunalem Gebiet gibt, kann dieses Potenzial nicht vor Ort erzeugt werden

Potenziale zur Nutzung **oberflächennaher Geothermie** sind in Ludwigschorgast laut *Umweltatlas Bayern* vorhanden. Erdsonden sind laut Erstauskunft in vielen Gebieten möglich, außer in Wasserschutz- oder anderen Ausschlussgebieten. V.a. in bebauten Gebieten ist aber hierfür eine Einzelfallprüfung erforderlich. Erdwärmekollektoren sind außerhalb von Wasserschutzgebieten möglich, aber aufgrund ihres hohen Flächenbedarfs eher für die dezentrale Wärmeerzeugung als für die wärmenetztechnische Versorgung geeignet. Die Nutzung von Grundwasser zur Wärmeerzeugung ist ebenso in vielen Gebieten möglich, wobei es oft einer Einzelfallprüfung bedarf.

Als theoretisch geeignetes **Fließgewässer** auf dem kommunalen Gebiet des Marktes Ludwigschorgast kommt die Schorgast in Frage. Hier sind aber aktuell Standorte für Wärmepumpen und/oder -tauscher noch nicht geklärt, weshalb zukünftig im Falle von konkreten Planungen diese mit dem WWA Hof abzustimmen wären. Je nach Standort wären Umweltleistungen am Wärmetauscher von bis zu 0,7 MW theoretisch möglich.

Durch die Flächenverteilung der Kommune ergeben sich sowohl auf Freiflächen als auch auf Dachflächen grundsätzlich große Potenziale zur Errichtung von **Photovoltaikanlagen**. Diese

Stromerzeugungsanlagen können ebenso in die Wärmeversorgung zum Betrieb von Wärmepumpen mit eingebunden werden. Theoretisch können auf Freiflächen jährlich ca. 4,5 GWh_{el} Strom produziert werden, auf Dachflächen bis zu gut 4,9 GWh_{el}. Hierbei handelt es sich allerdings um das noch maximal ausbaubare Potenzial. Der Anlagenausbau und Änderungen im Kriterienkatalog für PV-Freiflächenanlagen haben Einfluss auf diese Zahlen.

Windkraftanlagen sind aktuell nicht im Gebiet des Marktes Ludwigschorgastes vorhanden. Dieses Potenzial ist daher in den Fortschreibungen des Wärmeplans erneut zu evaluieren.

Ob und wie **Wasserstoff** für die Wärmeerzeugung in Ludwigschorgast genutzt werden kann, ist aktuell nicht bekannt. Der Netzbetreiber, *bayernwerk Netz GmbH*, orientiert sich „an der vorliegenden Planung für das deutsche Wasserstoffkernnetz sowie an der integrierten Netzentwicklungsplanung für Strom, Gas und Wasserstoff“ [25, p. 2]. Im gesamten Gebiet des Marktes Ludwigschorgast gibt es keine Biogasanlage, weshalb **Grünes Gas** aus einer Biogasanlage nicht zur Verfügung steht, ebenso wie die theoretisch dabei entstehende Abwärme.

Abwärmepotenziale größerer Betriebe, die für ein Wärmenetz geeignet wären, konnten nicht identifiziert werden.

Die Nutzung von Wärme aus dem Abwasser einer **Kläranlage** ist nicht möglich, da sich auf dem kommunalen Gebiet des Marktes Ludwigschorgast keine Kläranlage befindet.

Die Analyse des **Abwassernetzes** ergab zwar bestimmte Teilstränge, die aufgrund ihres Durchmessers für die thermische Nutzung grundsätzlich geeignet sein könnten, allerdings gibt es hier keine Messreihen zu tatsächlichen Abflussmengen. Lediglich an der **Pumpstation** in Ludwigschorgast wird der Durchfluss des Abwassers gemessen, da von dort weiter zur Kläranlage Kulmbach geleitet wird. Der Durchfluss an dieser Station beträgt allerdings weniger als 10 l/s, die für eine sinnvolle thermische Nutzung dessen mindestens notwendig wären.

7 Zielszenario

Nach § 18 Abs. 1 WPG ist für alle Gebiete, die nicht der verkürzten Wärmeplanung unterliegen, eine Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete durchzuführen [5]. Hierzu stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige beplante Teilgebiet am besten eignet. In nachfolgender Tabelle 5 sind die unterschiedlichen Kategorien von Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG dargestellt. Ein Wärmenetzgebiet ist demnach ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll.

Tabelle 5: Unterscheidung Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG [5]

Bezeichnung	Beschreibung
Wärmenetzverdichtungsgebiet	Beplantes Teilgebiet, in dem Letztverbraucher, die sich in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz befinden, mit diesem verbunden werden sollen, ohne dass hierfür der Ausbau des Wärmenetzes nach Buchstabe b) erforderlich würde.
Wärmenetzausbaugebiet	Beplantes Teilgebiet, in dem es bislang kein Wärmenetz gibt und das durch den Neubau von Wärmeleitungen erstmals an ein bestehendes Wärmenetz angeschlossen werden sollen.
Wärmenetzneubaugebiet	Beplantes Teilgebiet, das an ein neues Wärmenetz nach § 3 Abs. 1 Nr. 7 WPG angeschlossen werden soll.
Gebiet für dezentrale Wärmerversorgung	Beplantes Teilgebiet, das zum Großteil nicht über ein Wärmenetz oder ein Gasnetz versorgt werden soll.
Prüfgebiet	Beplantes Teilgebiet, das weder ein Wärmenetzgebiet, noch ein dezentrales Versorgungsgebiet, noch ein Wasserstoffnetzgebiet sein soll. Zum Zeitpunkt der Wärmeplanung waren entweder nicht alle Umstände dafür bekannt oder ein Großteil der dortigen Letztverbraucher soll anderweitig mit Wärme versorgt werden, z.B. leitungsgebunden mit grünem Methan.

Die Wahl der Wärmeversorgungsart erfolgt mithilfe der nachfolgenden Parameter:

1. Wärmegestehungskosten²⁴
2. Realisierungsrisiken
3. Maß an Versorgungssicherheit
4. kumulierte Treibhausgasemissionen

Nach § 18 Abs. 2 WPG besteht kein Anspruch Dritter auf Einteilung zu einem bestimmten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitstellen zu müssen.

Nach § 18 Abs. 3 WPG erfolgt die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für die Betrachtungszeitpunkte der Jahre 2030, 2035 und 2040 sowie das Zieljahr 2045.

7.1 Erstellung Zielszenario

Die folgenden Unterabschnitte erläutern die Herangehensweise, wie das Zielszenario erarbeitet wird.

7.1.1 Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien

Zur detaillierteren Betrachtung bestimmter Teilgebiete wird der zeitliche Wärmebedarf aus den vorliegenden Daten des Wärmekatasters²⁵ abgeleitet. Dabei wird mittels des absoluten jährlichen Wärmebedarfs und Standardlastprofilen, die die Art des Gebäudes berücksichtigen, der zeitliche Verlauf des Wärmebedarfs gebäudescharf abgebildet. Falls vorhanden, werden v.a. bei relevanten Großverbrauchern gemessene Lastgänge anstelle der Standardlastprofile verwendet. Zur Darstellung des Wärmebedarfs auf Quartiersebene werden alle in

²⁴ Die Wärmegestehungskosten umfassen sowohl die Investitionskosten einschließlich Infrastrukturausbaukosten als auch die Betriebskosten sowie die Wartungs- und Instandhaltungskosten über die Lebensdauer.

²⁵ Ein Wärmekataster beinhaltet Informationen zu allen (beheizten) Gebäuden einer Kommune, z.B. Nutzungsart, Wärmeverbrauch, Baualter, uvm. Insgesamt lässt sich damit der Wärmebedarf einer Kommune ermitteln.

einem Quartier befindlichen, zeitlich aufgelösten Wärmebedarfe kumuliert. Dabei wird zunächst keine Gleichzeitigkeit²⁶ berücksichtigt. Um die benötigte Wärmeleistung im Jahresverlauf besser beurteilen zu können, wird eine geordnete thermische Jahresdauerlinie erstellt. Diese stellt die Wärmeleistung absteigend vom größten bis zum kleinsten Leistungswert über die Stunden eines Jahres dar und gibt somit Aufschluss darüber, welche Wärmeleistung zu wie vielen Stunden im Jahr benötigt wird.

7.1.2 Dimensionierung der Technologien

Auf Grundlage des zeitlich differenzierten Wärmebedarfs der Quartiere kann die Dimensionierung der Wärmeerzeuger durchgeführt werden. Zunächst werden potenzielle Wärmeverluste im Wärmenetz berücksichtigt, indem der Wärmebedarf in Abhängigkeit der Wärmeliendichte des Quartiers erhöht wird. Falls gewünscht, wird über typische Erzeugungsprofile zeitlich aufgelöst ein möglicher Betrag der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie ermittelt. Über das verbleibende Profil kann die Dimensionierung weiterer Wärmeerzeuger durchgeführt werden. Diese werden wiederum durch ihre thermische Spitzenleistung und die Volllaststunden definiert. Das Produkt aus beiden Parametern ergibt die jährlich erzeugte Wärmemenge, worüber sich der jährliche Anteil der jeweiligen Technologie an der Gesamtwärmeversorgung des Wärmenetzes ermitteln lässt. Ziel dieser Betrachtung ist es, Wärmeerzeuger mit dazu passenden Volllaststunden zu ermitteln und den Anteil an (fossilen) Spitzenlasttechnologien möglichst gering zu halten. Mithilfe der ermittelten notwendigen thermischen Leistung und Laufzeit der Erzeuger kann anschließend eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung (Vollkostenrechnung) erfolgen.

Bei der Dimensionierung der Wärmeerzeugungstechnologien gilt es, neben den technischen und wirtschaftlichen, auch regulatorische Rahmenbedingungen zu erfüllen. Dabei muss zunächst unterschieden werden, ob ein Wärmenetz neu gebaut wird, oder ob ein bestehendes Netz verdichtet oder ausgebaut wird.

²⁶ Mithilfe des Gleichzeitigkeitsfaktors wird der Tatsache Rechnung getragen, dass in einem größeren Wärmeverbund praktisch zu keinem Zeitpunkt alle Verbraucher gleichzeitig die maximale Leistung beziehen.

Bestehende Wärmenetze: nach § 29 Abs. 1 WPG gilt für bestehende Wärmenetze, dass die jährliche Nettowärmeerzeugung ab den genannten Zeitpunkten²⁷ aus den folgenden Wärmequellen erzeugt werden muss [5]:

1. ab dem 1. Januar 2030 zu einem Anteil von mindestens 30 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus
2. ab dem 1. Januar 2040 zu einem Anteil von mindestens 80 Prozent aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus

Neu zu errichtende Wärmenetze: gemäß § 30 WPG muss sich die jährliche Nettowärmeerzeugung für neue Wärmenetze vor dem Jahr 2045 wie folgt gestalten:

1. Jedes neue Wärmenetz muss abweichend von § 29 Abs. 1 Nr. 1 WPG ab dem 1. März 2025 zu einem Anteil von mindestens 65 Prozent der jährlichen Nettowärmeerzeugung mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.
2. Der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ist in neuen Wärmenetzen mit einer Länge von mehr als 50 Kilometern ab dem 1. Januar 2024 auf maximal 25 Prozent begrenzt.

Ab 2045 muss nach § 31 WPG die jährliche Nettowärmeerzeugung für jedes Wärmenetz wie folgt stattfinden:

1. Jedes Wärmenetz muss spätestens bis zum Ablauf des 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.

²⁷ Eine Verlängerung der Frist kann unter bestimmten Voraussetzungen erfolgen.

2. Der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ist in Wärmenetzen mit einer Länge von mehr als 50 Kilometern ab dem 1. Januar 2045 auf maximal 15 Prozent begrenzt.

Dabei gilt es zu beachten, dass unter Umständen, z.B. bei Inanspruchnahme von Fördermitteln, gemäß den Förderrichtlinien höhere Anforderungen an den einzuhaltenden Anteil aus EE gestellt werden, als dies durch das WPG gefordert ist.

7.1.3 Kostenprognose

Zur Quantifizierung der Wärmegestehungskosten, die ein wesentliches Bewertungskriterium zur Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sind, werden Kostenprognosen aufgestellt. Auf Grundlage der ausgelegten Versorgungsvarianten wird eine überschlägige Vollkostenrechnung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 erstellt [55]. Die zugrundeliegenden Werte für Investitionskosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten wurden dem Technikkatalog Wärmeplanung des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz* (BMWK) und des *Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen* (BMWSB) entnommen [56]. Das bedeutet, dass sämtliche einmalig anfallende sowie laufende Kosten zusammengefasst und auf einen bestimmten Zeitraum abgeschrieben werden. Dadurch wird eine geeignete und adäquate Entscheidungsgrundlage für Investitionen mit langfristigen Wirkungen geschaffen.

7.2 Zielszenario 2045

In den folgenden Abschnitten wird das Zielszenario für ausgewählte Teilgebiete im Jahr 2040 (Bayern)²⁸ bzw. 2045 (Deutschland) inklusive der Zwischenschritte in den Stützjahren dargestellt und näher erläutert.

²⁸ Laut Art. 2 Absatz 2 des Bayerischen Klimaschutzgesetzes soll das Bundesland Bayern bis 2040 klimaneutral sein [58].

7.2.1 Voraussetzungen und Annahmen







Die Betrachtungen basieren auf gewissen Annahmen, die bereits in den vorherigen Kapiteln teilweise beschrieben wurden. Eine Wasserstofflösung wurde nicht betrachtet und berechnet, da in Ludwigschorgast zum jetzigen Kenntnisstand eine Versorgung mit Wasserstoff – zentral wie dezentral – nicht als realistisch eingestuft wird.

Darüber hinaus wurde die Einteilung in Wärmenetzgebiete auf Basis des gesamten Wärmeverbrauchs der Straßenzüge durchgeführt. Die tatsächliche Umsetzbarkeit von Wärmenetzen hängt weiterhin stark von der real zu erwartenden Anschlussquote ab.

7.2.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Nachfolgend werden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren sowie im Zieljahr 2045 dargestellt. Alle unter 5.2 beschriebenen Quartiere auf dem Gebiet des Marktes Ludwigschorgast wurden für diese Einteilung berücksichtigt. Die Einteilung nach dem WPG lautet wie folgt:

Tabelle 6: Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete gemäß §3 WPG [5]

Farbe	Einteilung Wärmeversorgungsgebiete
	Wärmenetzverdichtungsgebiet
	Wärmenetzausbaugebiet
	Wärmenetzneubaugebiet
	Wasserstoffnetzgebiet
	Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung
	Prüfgebiet

Die Einteilung der Quartiere in die verschiedenen Klassen der Wärmeversorgungsgebiete gemäß Tabelle 6 erfolgte dabei in enger Abstimmung mit dem Markt Ludwigschorgast.

Abbildung 40 zeigt die Einteilung der Quartiere in Wärmeversorgungsgebiete im **Stützjahr 2030** für das gesamte Gebiet des Marktes Ludwigschorgast. Zu erkennen sind vier Prüfgebiete und ein dezentrales Versorgungsgebiet.

Die Quartiere *Ludwischorgast Nord*, als auch *Roter Bühl* und *Gewerbegebiet* sind sowohl im Stützjahr 2030, als auch bis zum Zieljahr 2045 Prüfgebiete. V.a. in den Quartieren mit einem hohen Anteil an GHDI-Liegenschaften konnten im Rahmen der Wärmeplanung trotz Befragung Wärmebedarfe nicht genau ermittelt werden, so dass auf statistische Erhebungen zurückgegriffen werden musste. Diese erweisen sich vor allem in diesem Sektor als z.T. sehr ungenau, da Nutzungen und Wärmebedarfe sich hier sehr individuell gestalten. Eine erneute Erhebung und Evaluierung dieser Quartiere ist daher für die Fortschreibungen des Wärmeplans zu empfehlen. Darüber hinaus weisen diese Quartiere weder eine hohe noch eine niedrige Wärmelinien-dichte auf, weshalb aktuell keine eindeutige Empfehlung für eine leitungsgebundene oder dezentrale Wärmeversorgung ausgesprochen werden kann. Die Einstufung als Prüfgebiet ist in den kommenden Fortschreibungen des Wärmeplans erneut zu prüfen und ggf. anzupassen.

Die Quartiere *Ludwischorgast Ost* und *Ludwischorgast Altort* sind im Stützjahr 2030 noch Prüfgebiete, da dort davon auszugehen ist, dass bis dahin aus zeitlichen Gründen kein neues Wärmenetz umgesetzt werden kann. Es ist aber nicht auszuschließen, dass in diesem Zeitraum kleinere Wärmeverbände, also Gebäudenetze, aus privater Initiative heraus umgesetzt werden. Bei entsprechender Auslegung ist eine Erweiterung zu einem Wärmenetz zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

Beim Quartier *Am Bahnhof* handelt es sich in diesem Stützjahr und bis zum Zieljahr um ein dezentrales Wärmeversorgungsgebiet. Dies liegt an den zu erwartenden niedrigen Wärmelinien-dichten, vgl. Tabelle 3. In diesen Gebieten wird es als sehr unwahrscheinlich angesehen, dass diese großflächig mit einem Wärmenetz versorgt bzw. erschlossen werden. Gebäude in jenen Gebieten werden zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit dezentral mittels Einzellösungen versorgt werden.

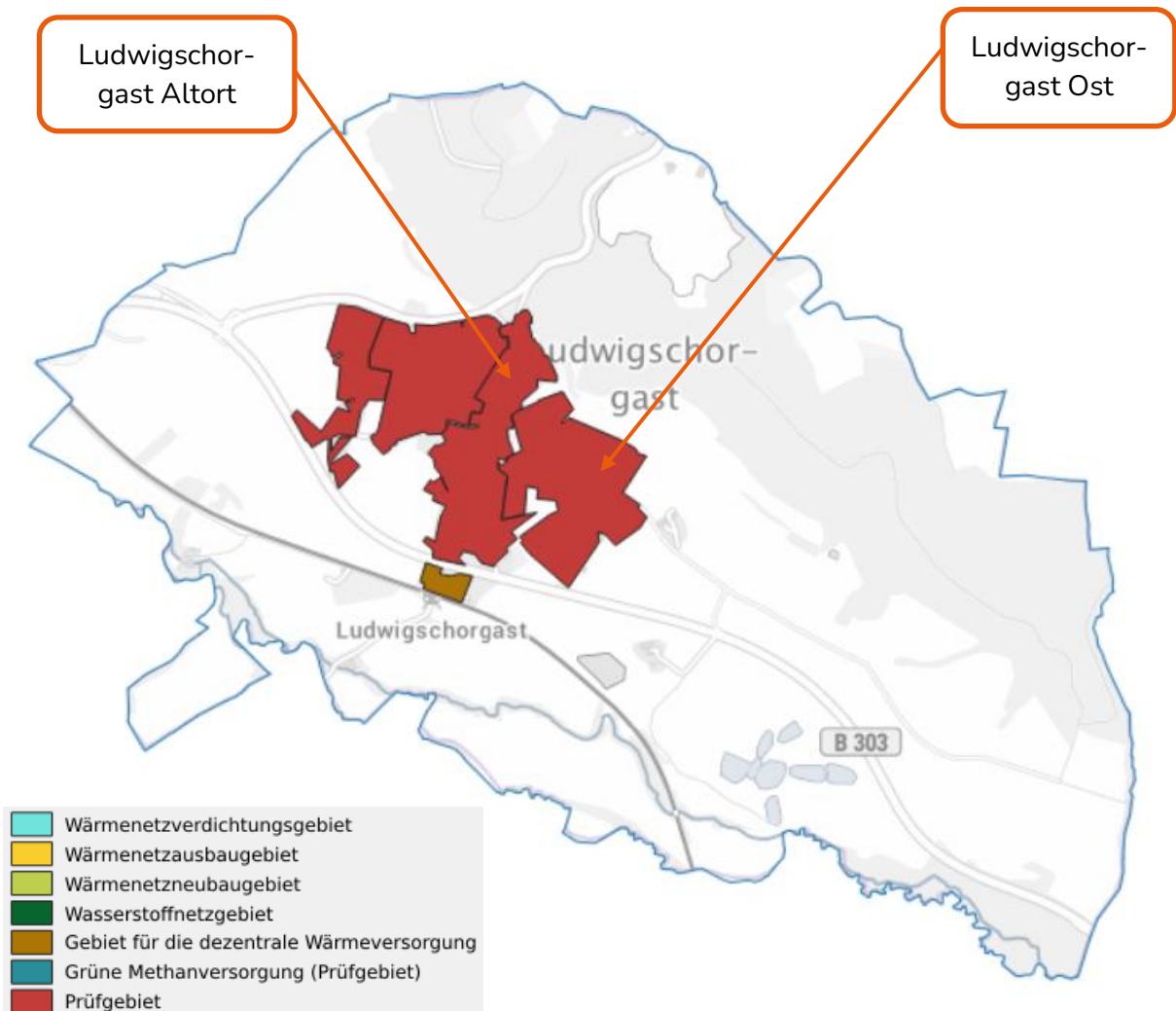


Abbildung 40: Wärmeversorgungsarten in den Quartieren im Stützjahr 2030

Für das **Stützjahr 2035** zeigt Abbildung 41 die weiteren Entwicklungen. Bis zum Zieljahr 2045 werden keine weiteren Entwicklungen erwartet, weshalb diese Abbildung bis dahin gilt. Wärmenetzneubaubereiche wären zum einen Ludwigschorgast Altort und Ludwigschorgast Ost. Diese beiden Quartiere weisen eine höhere Wärmeliniendichte auf. Eine Umsetzung größerer Wärmeverbände ist ab 2035 als realistisch anzusehen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass je länger ein Quartier ein Prüfgebiet bleibt bzw. eine Umsetzung von Wärmenetzprojekten nicht erfolgt, die Wahrscheinlichkeit steigt, dass letztendlich eine dezentrale Wärmeversorgung erfolgt und Wärmenetze nicht umgesetzt werden. Hintergrund ist die Tatsache, dass immer mehr Gebäudeeigentümer, die zu Beginn Anschlussinteresse an ein Wärmenetz gehabt hätten, aufgrund des fehlenden Wärmeverbundes eine eigene dezentrale Wärmeversorgungsart umsetzen, z.T. auch zwangsläufig. Aus diesem Grund sollte, im Sinne

einer Wärmeverbundlösung, eine Umsetzung von Wärmenetzprojekten zeitnah angestoßen und umgesetzt werden.

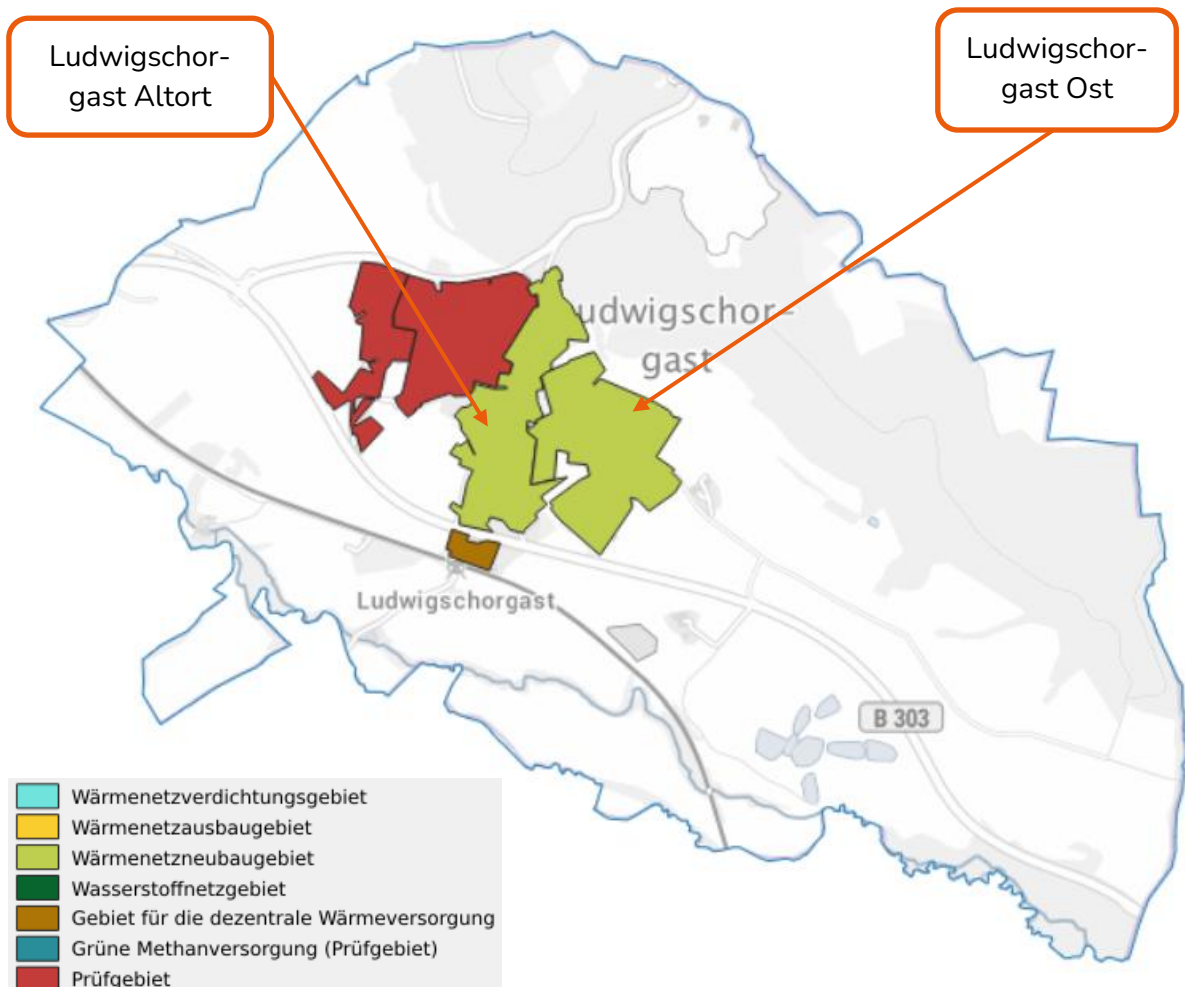


Abbildung 41: Wärmeversorgungsarten in den Quartieren im Stützjahr 2035 bis zum Zieljahr 2045

7.2.3 Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

Nach §18 Abs. 5 WPG werden zusätzlich zu den voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten auch geplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential dargestellt [5]. Die gelb markierten Gebiete in Abbildung 42 zeigen einen hohen Anteil an Gebäuden mit einem hohen spezifischen Endenergieverbrauch für Raumwärme auf, die besonders für Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs geeignet sind. Es handelt sich hierbei v.a. um den Altort Ludwigschorgastes.

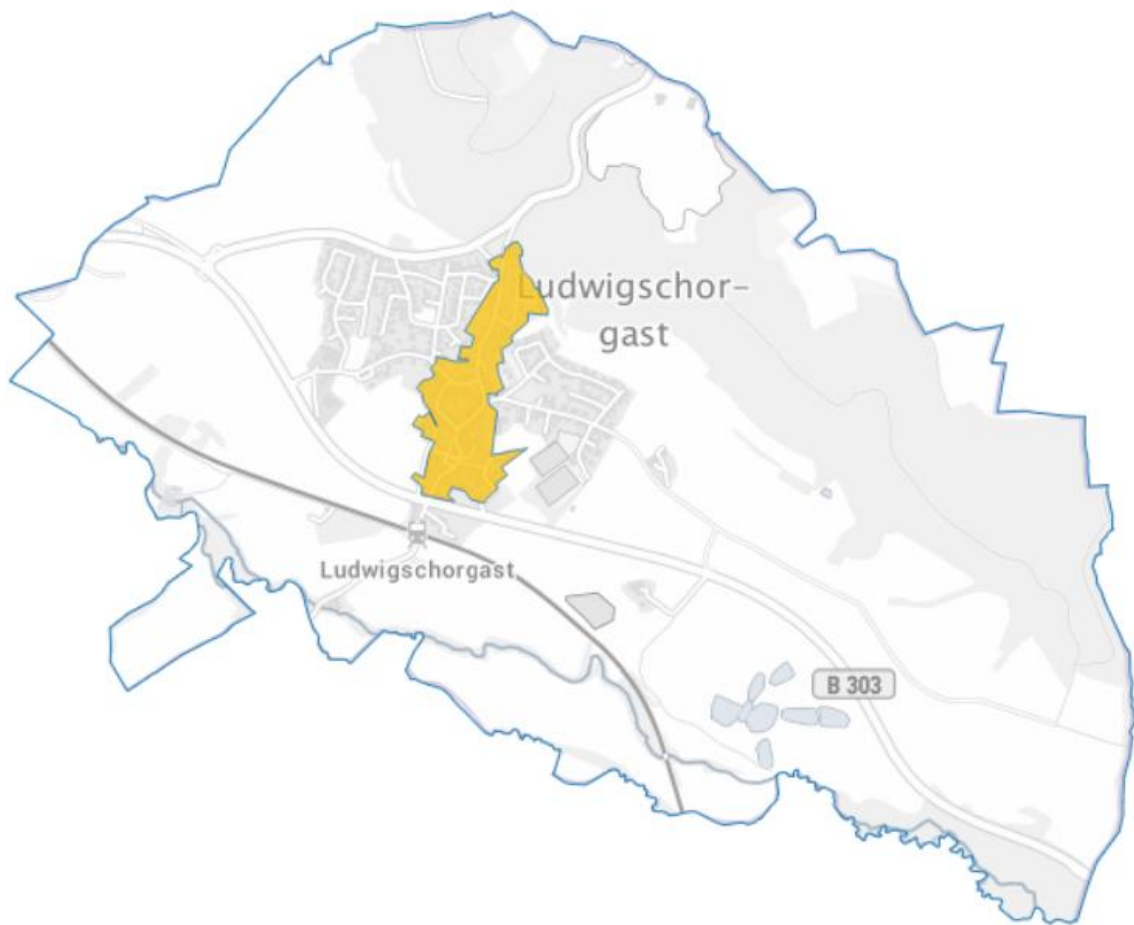


Abbildung 42: beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial [9]

In allen übrigen Quartieren wird das Energieeinsparpotenzial aufgrund des Baualters und der Bebauungsstruktur als geringer angesehen.

7.2.4 Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr

Nach § 19 Abs. 2 WPG sind die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr anhand ihrer Eignung wie folgt einzustufen:

Tabelle 7: Einteilung der Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr [5]

Farbe	Wahrscheinlichkeit
	sehr wahrscheinlich geeignet
	wahrscheinlich geeignet
	wahrscheinlich ungeeignet
	sehr wahrscheinlich ungeeignet

Bei der Einordnung der in Tabelle 7 dargestellten Wahrscheinlichkeitsstufen ist hervorzuheben, dass es zahlreiche Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung gibt, die im Rahmen der Wärmeplanung noch nicht abschließend geklärt werden können. Diese umfassen u.a.:

1. Verbindliches Anschlussinteresse möglicher Abnehmer an einem Wärmenetz
2. Betreibermodelle
3. Finanzierbarkeit
4. Kostenentwicklung
5. Fördermittel (Bund und Länder)
6. Bundeshaushalt
7. Verfügbarkeit von Fachplanern und ausführenden Fachfirmen
8. Verkehrsbeeinträchtigungen durch Baumaßnahmen
9. Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen

Grundsätzlich ist jedes Quartier für eine dezentrale Wärmeversorgung geeignet, vgl. Abbildung 43. Es besteht lediglich eine Unterscheidung zwischen sehr wahrscheinlich und wahrscheinlich geeigneten Quartieren. Dabei wird angenommen, dass überall dort, wo eine leistungsgebundene Wärmeversorgung geeignet, die dezentrale Versorgung wahrscheinlich geeignet sein könnte.

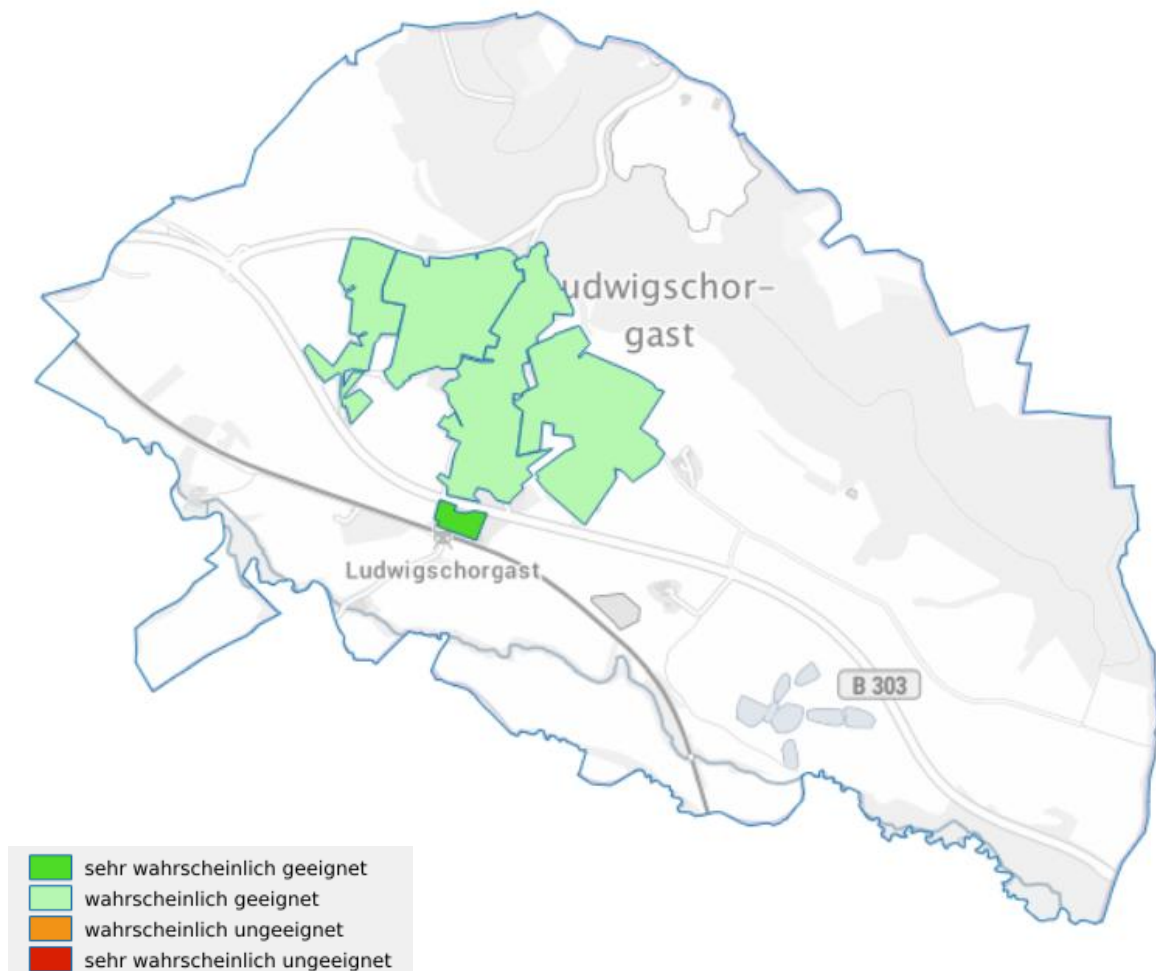


Abbildung 43: Eignung für die dezentrale Wärmeversorgung [9]

Aufgrund der Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Energieversorgung durch Wasserstoff in der Kommune und den Aussagen des Netzbetreibers werden zunächst, wie in Abbildung 44 erkennbar, alle Quartiere in Bezug auf Wasserstoffnetzgebiete als sehr wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Diese Einstufung kann sich allerdings ändern, sobald neue Erkenntnisse zu einer möglichen Wasserstoffversorgung in Ludwigschorgast vorliegen.

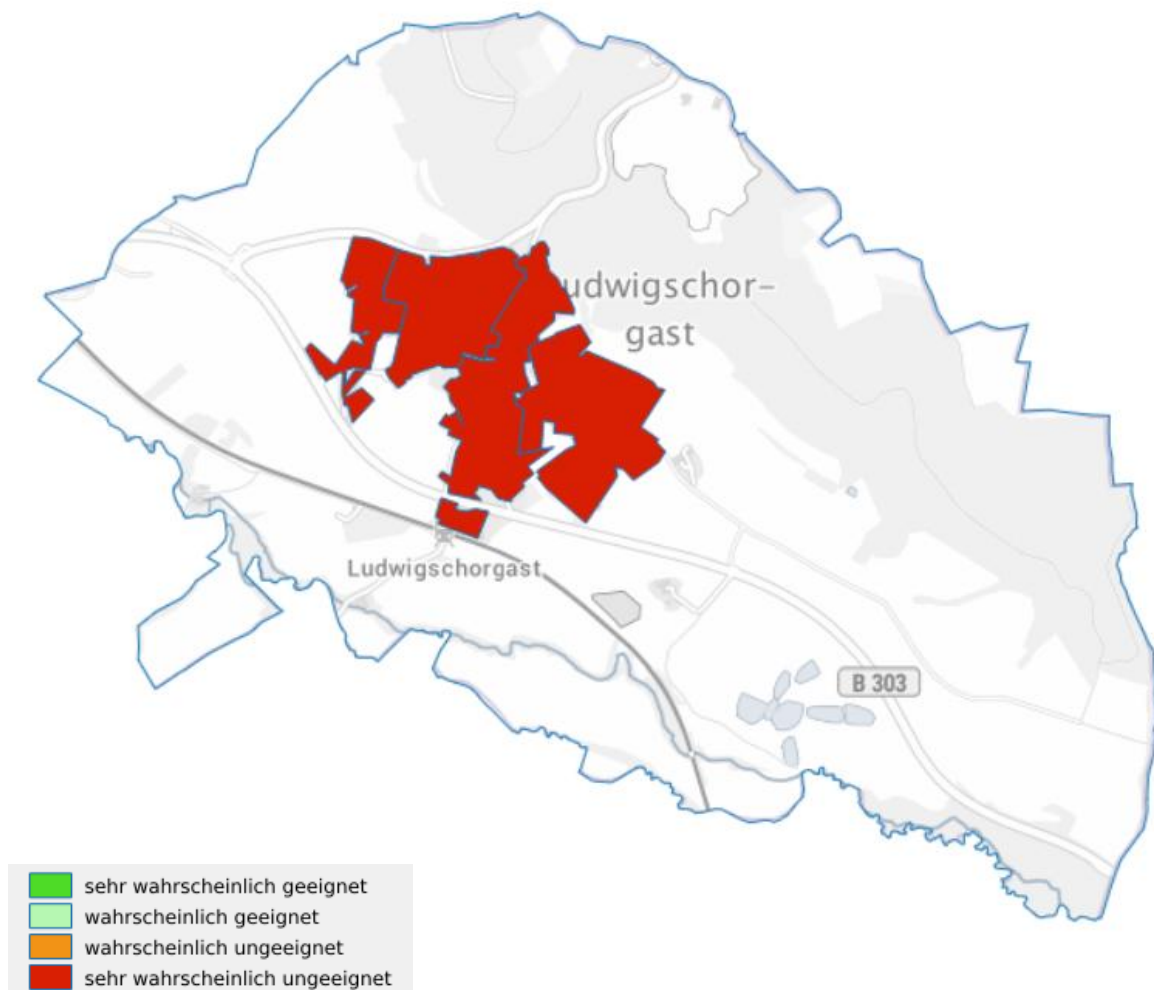


Abbildung 44: Eignung für Wasserstoffnetzgebiete [9]

Die in Abbildung 45 dargestellten Wahrscheinlichkeitsstufen zur Eignung für ein Wärmenetzgebiet ergeben sich aus der Entfernung zu möglichen Abwärmequellen sowie aus der Abnehmerstruktur. Die Wärmenetzzeignungsquartiere werden mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit eingestuft, wohingegen die Prüfgebiete als wahrscheinlich ungeeignet für solch eine Wärmeversorgung definiert werden. Grund dafür ist die Vermutung, dass je länger ein Prüfgebiet als solches definiert wird, eine dezentrale Wärmeversorgung zukünftig immer wahrscheinlicher wird. Alle dezentralen Wärmeversorgungsgebiete werden als sehr wahrscheinlich ungeeignet für ein Wärmenetz eingestuft. Eine solche Einstufung ist auf eine geringe Wärmeabnahme und das geringe Anschlussinteresse der Gebäudeeigentümer zurückzuführen.

Generell ist zu solchen Eignungsstufen zu betonen, dass diese sich bei jeder Fortschreibung des Wärmeplans ändern und die Prognosen mit fortschreitender Zeit genauer werden.

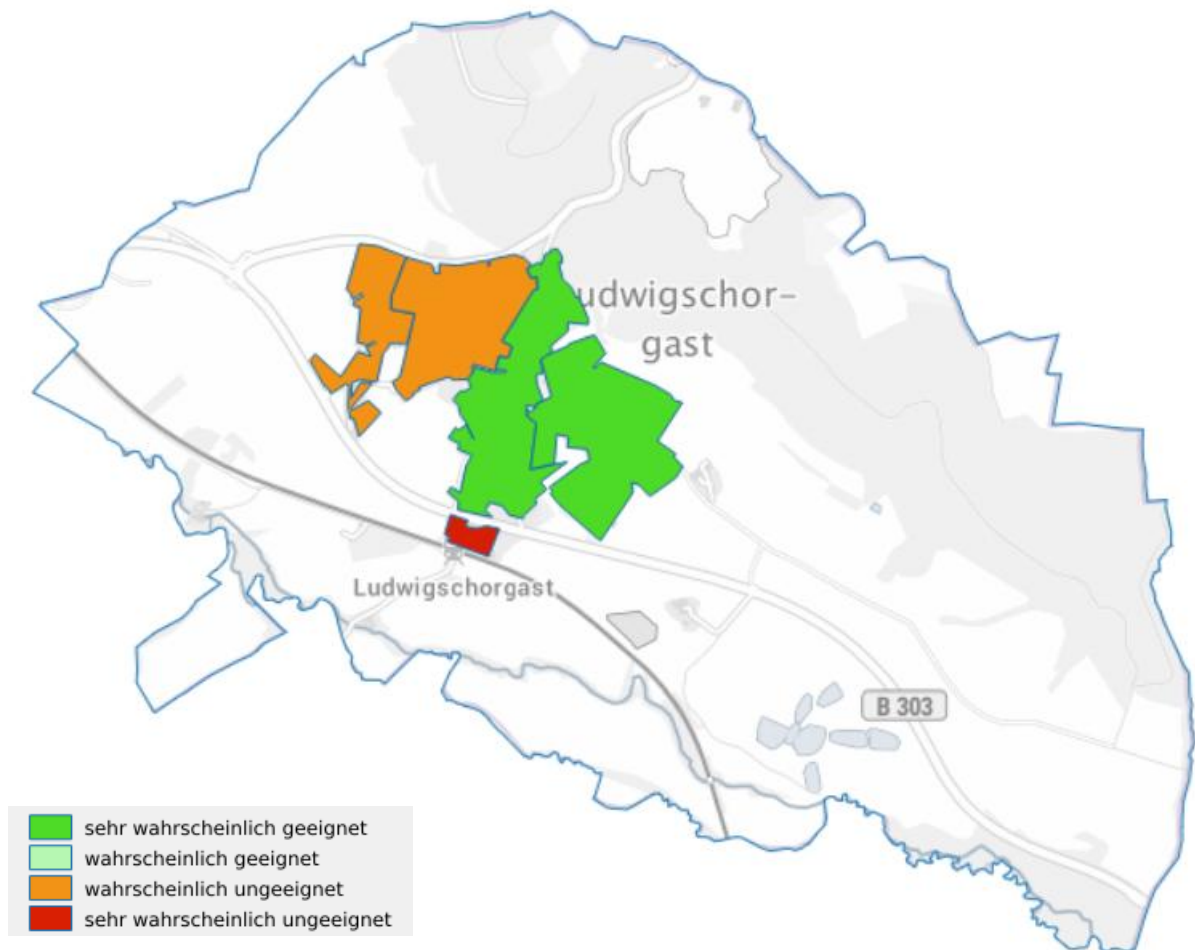


Abbildung 45: Eignung für Wärmenetzgebiete [9]

7.2.5 Optionen für die künftige Wärmeversorgung

In diesem Abschnitt werden insgesamt zwei Fokusgebiete beleuchtet, in denen die Umsetzungswahrscheinlichkeit eines Wärmenetzes am höchsten ist. In der Untersuchung ist jeweils eine Variantenauslegung anhand der thermischen Jahresdauerlinie enthalten. Anhand des Technikkatalogs des BMWK und des BMWSB wurden außerdem erste Kosten für die Umsetzung veranschlagt. Anhand der überschlägig berechneten Wärmegestehungskosten wurden jeweils drei Wärmeversorgungsvarianten pro Fokusgebiet hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit miteinander verglichen.

Aus den Erkenntnissen der Potenzialanalyse in Kapitel 6 lässt sich ableiten, dass zur Wärmeversorgung in erster Linie Potenziale auf Basis der Energieträger Biomasse, Strom und verschiedener Umweltwärmequellen vorhanden sind. Zusätzlich ist eine Einbindung von Wärme aus Solarthermieanlagen z.B. auf den Dächern der Heizzentralen möglich. Alle Versorgungsvarianten sind von Beginn an auf eine Wärmeversorgung aus 100 % EE hin ausgelegt.

Der errechnete Preis pro Kilowattstunde Wärme berücksichtigt die gesamten anfallenden Kosten für die Errichtung und den Betrieb des Wärmenetzes, das bedeutet u.a. Investitions-, Betriebs- und Energiekosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten. Im weiteren Verlauf werden daraus jährliche Kosten abgeleitet, die durch die jährlich abgenommene Wärmemenge geteilt werden. Durch diese Herangehensweise ergeben sich höhere Preise pro kWh, da beispielsweise die anfallenden Kosten, die unmittelbar beim Anschluss an das Wärmenetz (z. B. durch die Hausanschlussleitung oder den Wärmetauscher) anfallen, bei der Berechnung der spezifischen Kosten vollständig enthalten sind. Zudem wird der Wärmepreis häufig in Grund- und Arbeitspreis und damit in Kosten pro vertraglich zugesicherter Leistung und tatsächlich abgenommener Wärmemenge aufgeteilt. Dementsprechend wird je nach Festlegungen des Wärmenetzbetreibers der tatsächlich anfallende Preis pro kWh von der errechneten Kostenprognose abweichen.

Außerdem werden die Berechnungen für den fiktiven Fall durchgeführt, dass alle Gebäude in einem Quartier an das Wärmenetz angeschlossen werden, die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Wärmeplanung noch nicht an einem Gebäude- oder Wärmenetz angeschlossen waren. Dies entspricht einer Anschlussquote von bis zu 100 %, was sich in der Praxis kaum umsetzen lässt.

Wie bereits im Zielszenario unter 7.2.2 beschrieben, besteht weiterhin die Möglichkeit für alle als Gebiet für die dezentrale Versorgung klassifizierten Quartiere der Kommune, die Wärmeversorgung trotzdem über ein Wärmenetz zu realisieren. Tendenziell sind hier kleinere Lösungen denkbar.

7.2.5.1 Fokusgebiet 1: Ludwigschorgast Altort

Abbildung 46 zeigt den zeitlichen Verlauf des Wärmeverbrauchs für das Quartier Ludwigschorgast Altort.

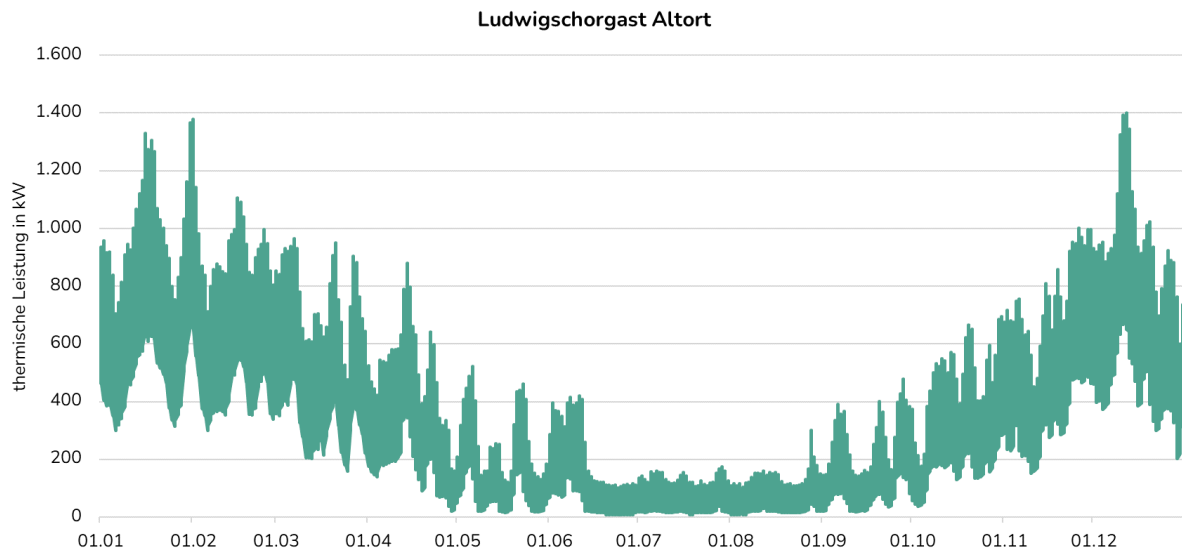


Abbildung 46: Lastprofil Wärmeverbrauch Ludwigschorgast Altort inkl. Netzverluste

Die geordnete thermische Jahresdauerlinie (JDL) mit Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 1 für das Quartier Ludwigschorgast Altort ist in Abbildung 47 dargestellt.

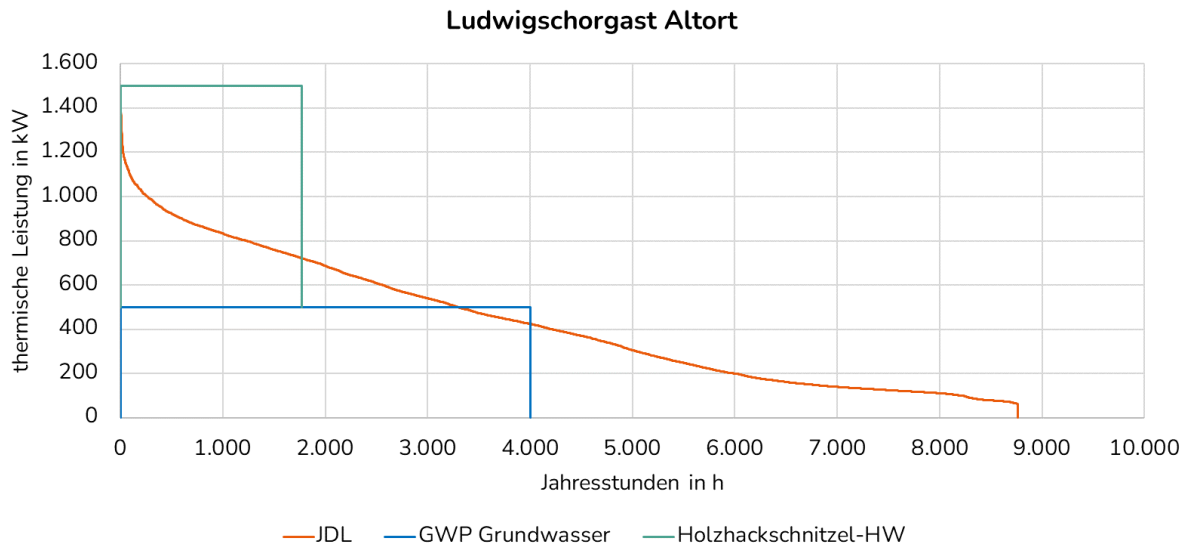


Abbildung 47: geordnete thermische JDL Ludwigschorgast Altort mit Variante 1

Für die Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 2 für das Quartier Ludwigschorgast Altort zeigt Abbildung 48 die geordnete thermische Jahresdauerlinie.

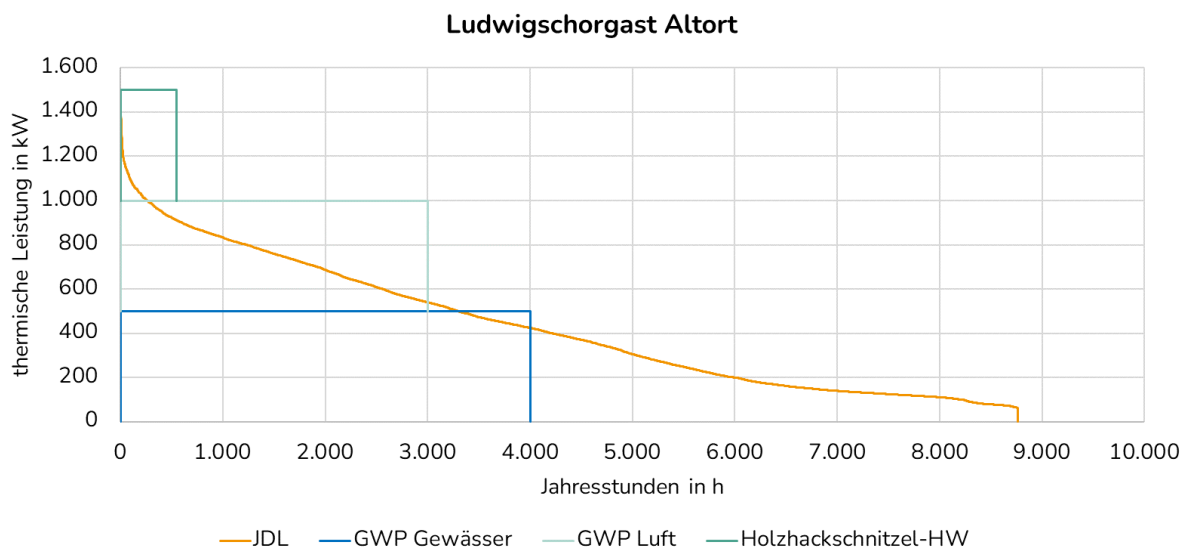


Abbildung 48: geordnete thermische JDL Ludwigschorgast Altort mit Variante 2

Abbildung 49 visualisiert die geordnete thermische Jahresdauerlinie für Ludwigschorgast Altort mit Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 3.

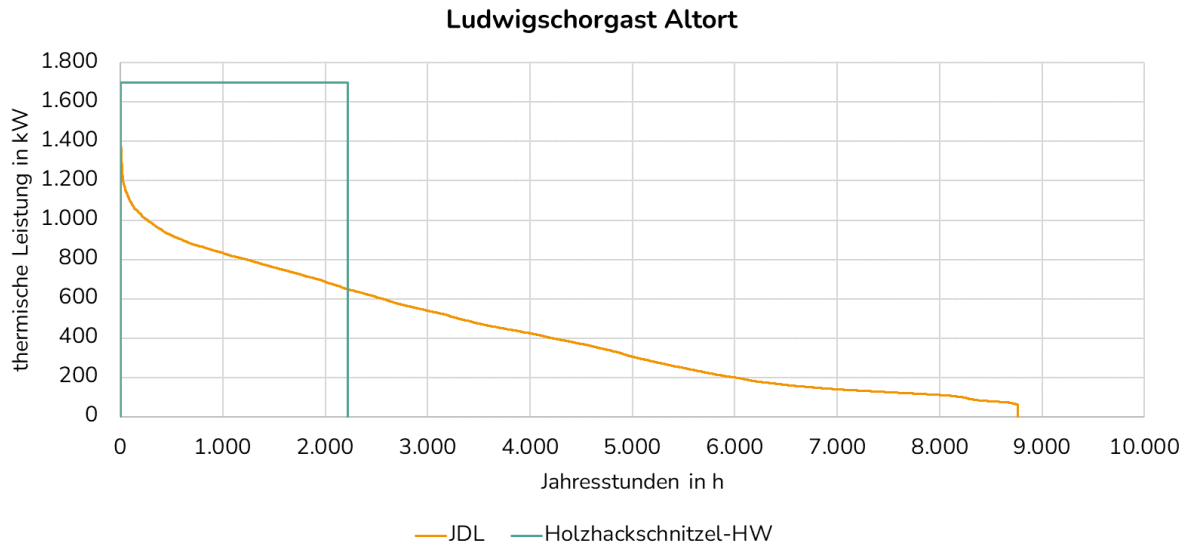


Abbildung 49: geordnete thermische JDL Ludwigschorgast Altort mit Variante 3

Abbildung 50 zeigt die Übersicht der Variantenauslegungen für das Quartier Ludwigschorgast Altort.

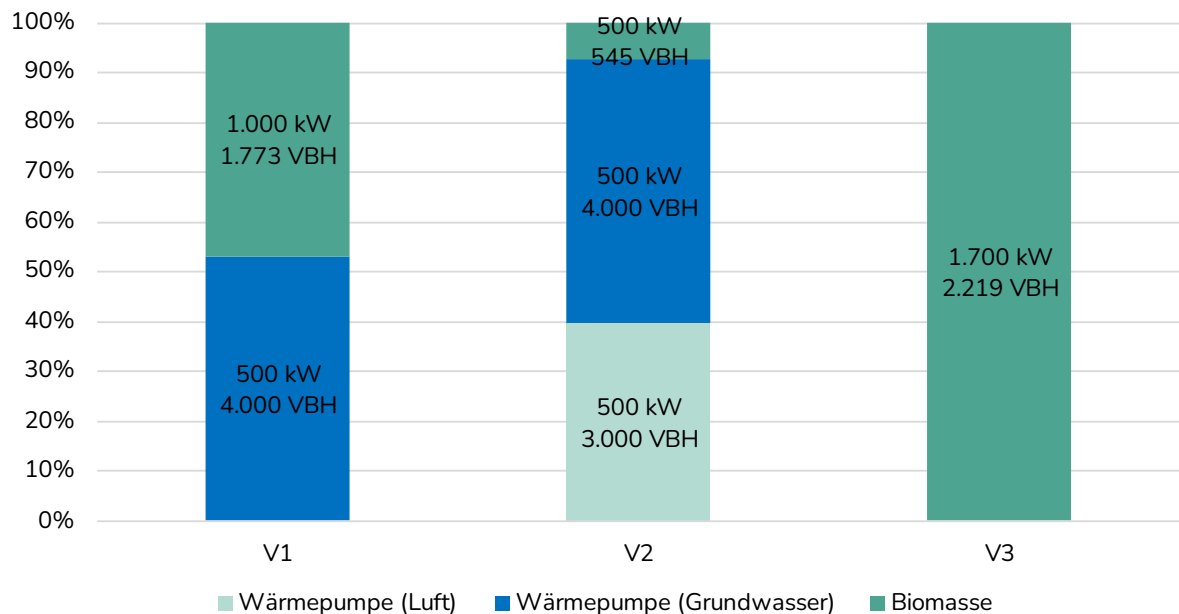


Abbildung 50: Vergleich Variantenauslegungen Ludwigschorgast Altort

Die Jahresgesamtkosten (JGK) und die Wärmegestehungskosten (WGK) für das Quartier Ludwigschorgast Altort sind in Abbildung 51 zu sehen.

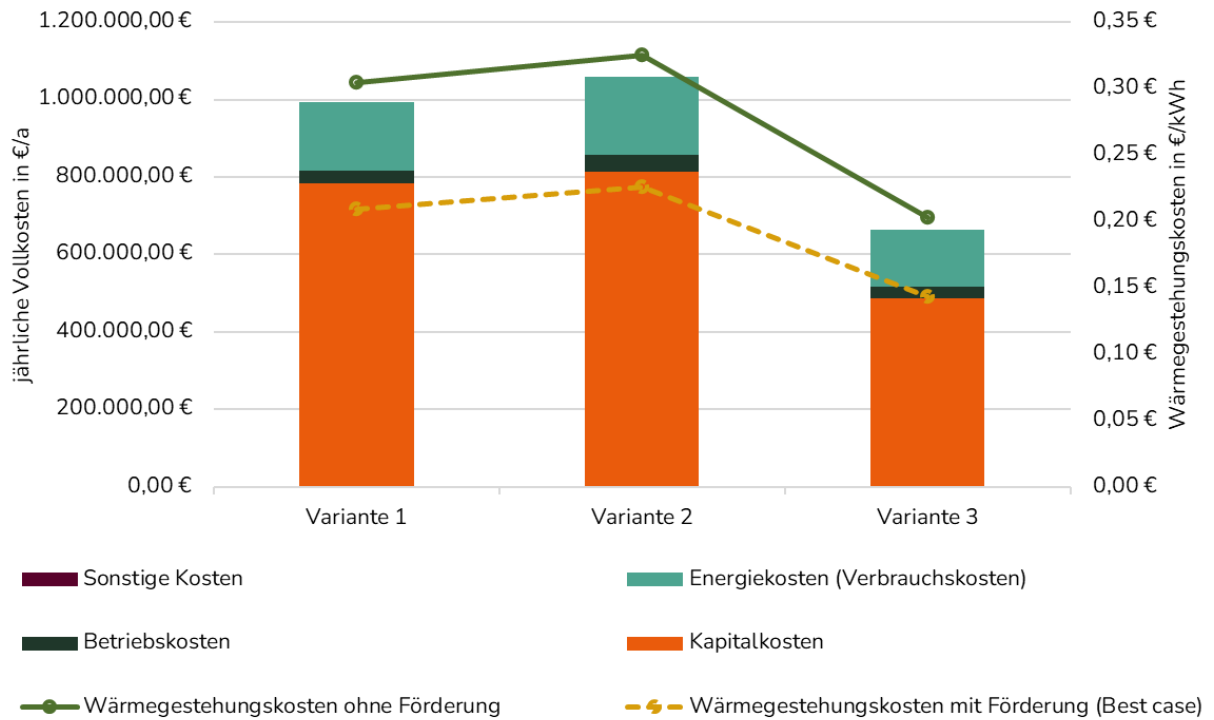


Abbildung 51: Variantenvergleich JGK und WGK Ludwigschorgast Altort

Bei Variante 1 ist mit höheren JGK und WGK zu rechnen, da der Einsatz von zwei verschiedenen Wärmepumpentechnologien, hier Luft- und Grundwasserwärmepumpen, zu höheren Kapitalkosten führt, als beim Einsatz von nur einer Wärmepumpentechnologie wie bei Variante 1. Bei beiden Varianten ist aufgrund des Stromeinsatzes für die Wärmepumpen aktuell mit höheren Energiekosten als bei Variante 3 zu rechnen.

7.2.5.2 Fokusgebiet 2: Ludwigschorgast Ost

Abbildung 52 zeigt den zeitlichen Verlauf des Wärmeverbrauchs für das Quartier Ludwigschorgast Ost.

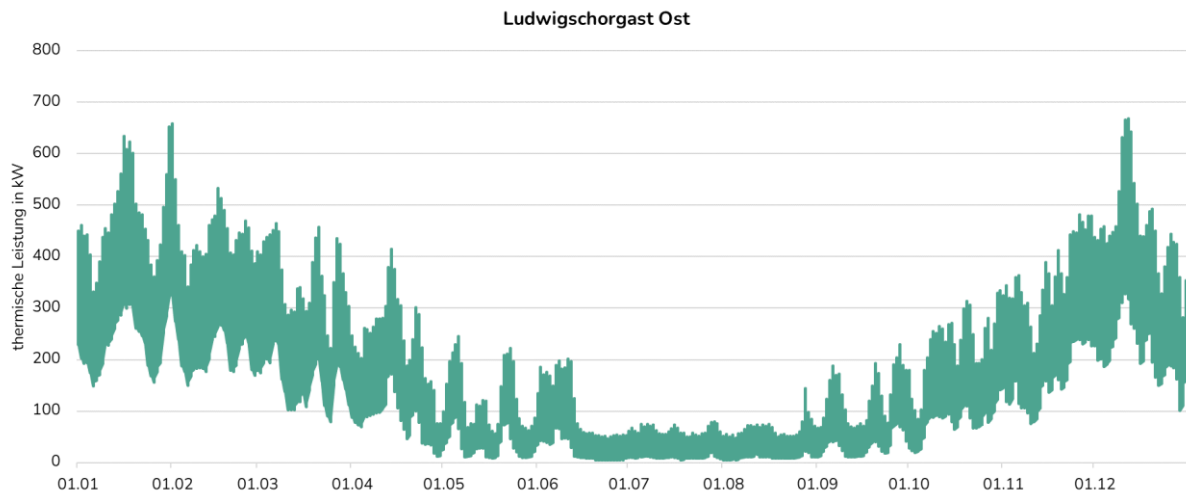


Abbildung 52: Lastprofil Wärmeverbrauch Quartier Kleinschwarzenlohe Rangaustraße inkl. Netzverluste

Die geordnete thermische Jahresdauerlinie (JDL) mit Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 1 für das Quartier Ludwigschorgast Ost ist in Abbildung 53 dargestellt.

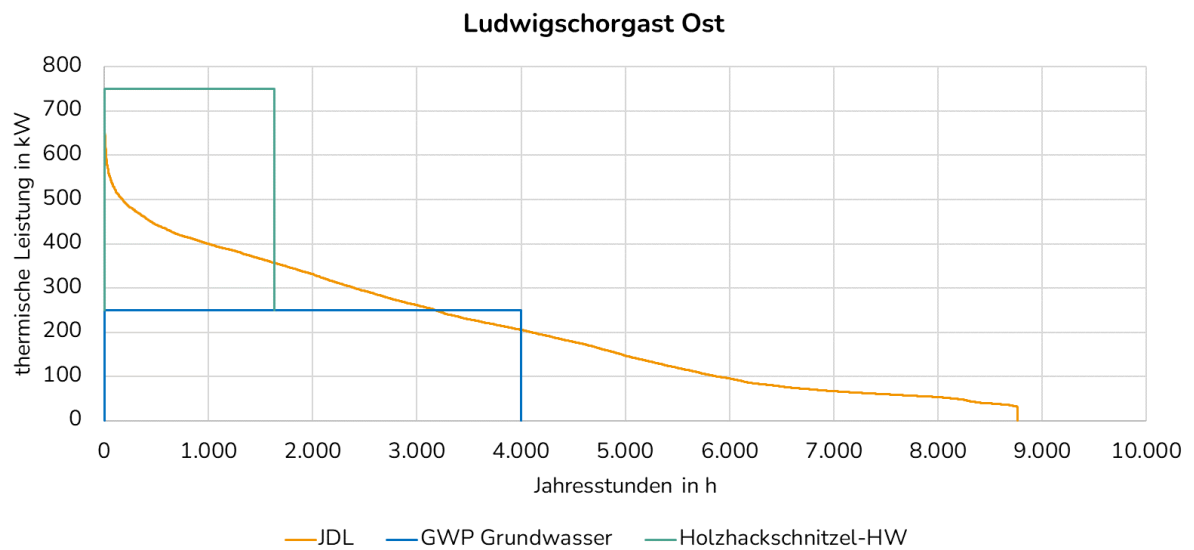


Abbildung 53: geordnete thermische JDL Ludwigschorgast Ost mit Variante 1

Für die Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 2 für das Quartier Ludwigschorgast Ost zeigt Abbildung 54 die geordnete thermische Jahresdauerlinie.

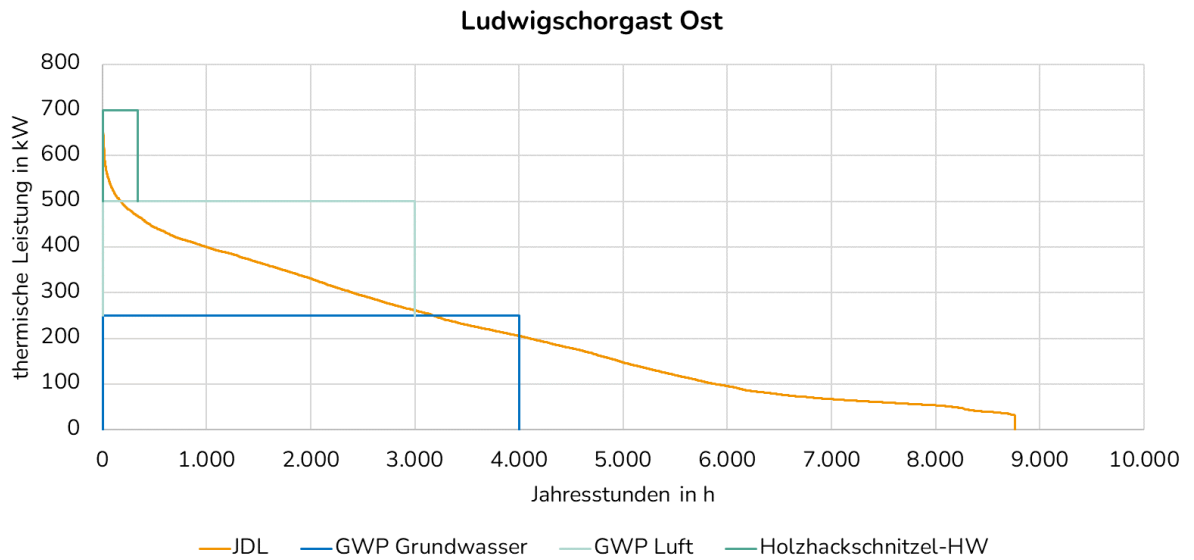


Abbildung 54: geordnete thermische JDL Ludwigschorgast Ost mit Variante 2

Abbildung 55 visualisiert die geordnete thermische Jahresdauerlinie für das Quartier Ludwigschorgast 3 mit der Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 3.

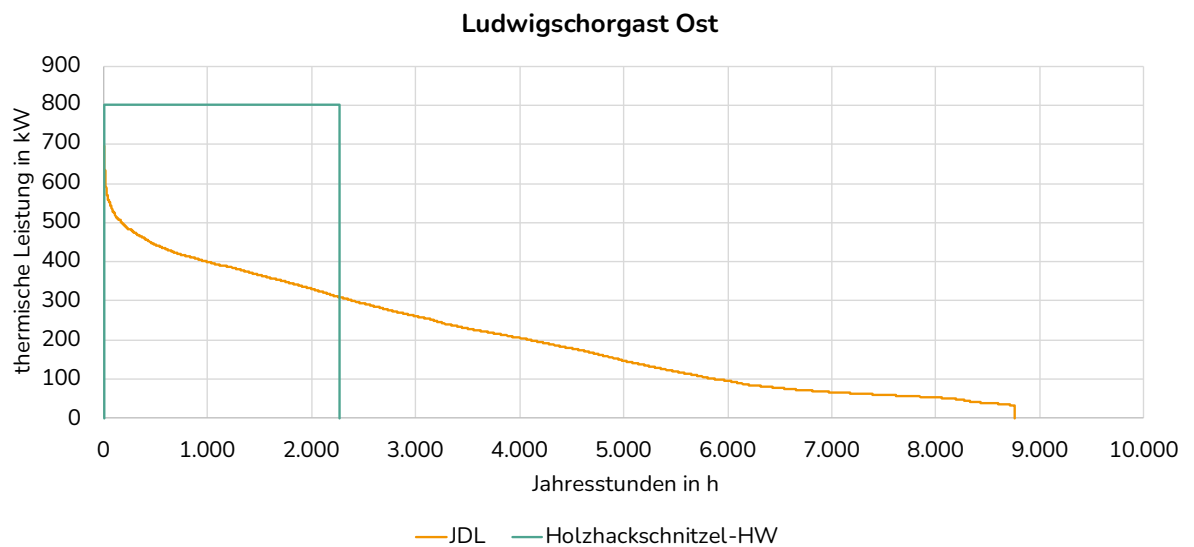


Abbildung 55: geordnete thermische. JDL Ludwigschorgast Ost mit Variante 3

Abbildung 56 zeigt die Übersicht der Variantenauslegungen für das Quartier Ludwigschorgast Ost.

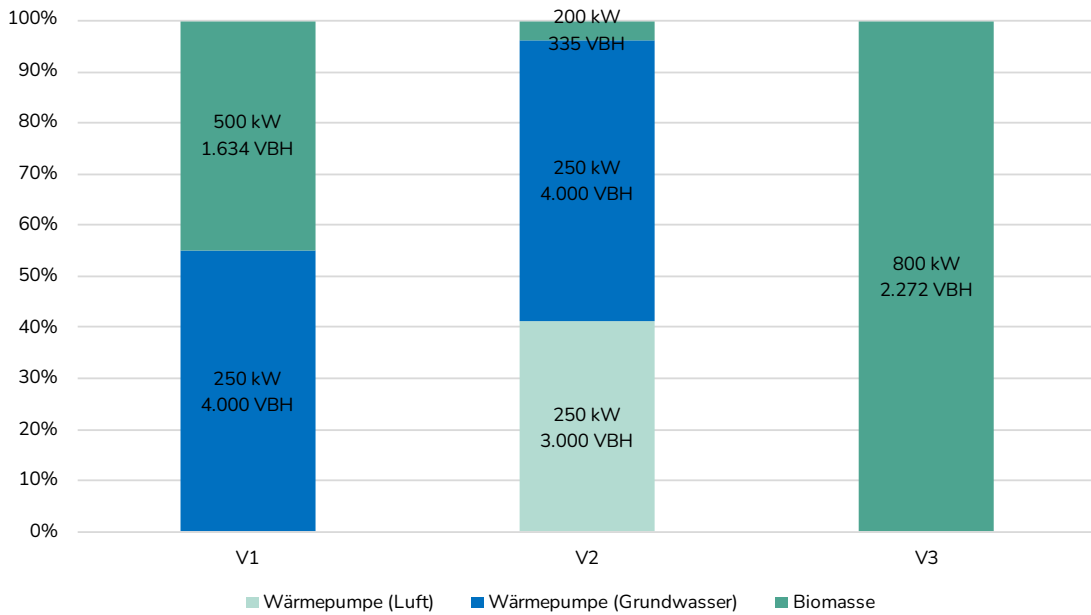


Abbildung 56: Vergleich Variantenauslegungen Ludwigschorgast Ost

Die Jahresgesamtkosten und die Wärmegestehungskosten für das Quartier Ludwigschorgast Ost sind in Abbildung 57 zu sehen.

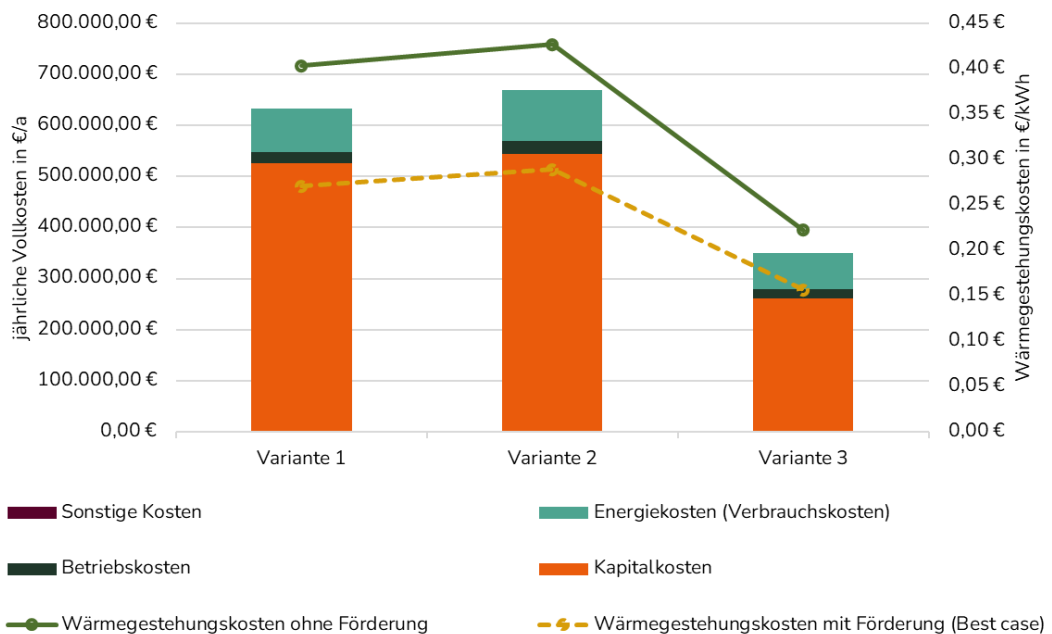


Abbildung 57: Variantenvergleich JGK und WGK Ludwigschorgast Ost

Bei Variante 2 ist mit höheren JGK und WGK zu rechnen, da hier drei verschiedene Erzeugerarten zum Einsatz kommen und somit zu höheren Investitionskosten führen. Variante 3 ist auch hier wieder die Variante mit den niedrigsten JGK und WGK, da v.a. die Kosten für die Hackschnitzel aktuell vergleichsweise gering ausfallen und nur eine Wärmeerzeugungstechnologie zum Einsatz kommt.

7.2.6 Energiebilanz im Zielszenario

In Abbildung 58 ist für das gesamte Gebiet des Marktes Ludwigschorgast der Endenergiebedarf aufgeteilt nach Energieträgern in den Stützjahren sowie im Zieljahr dargestellt.

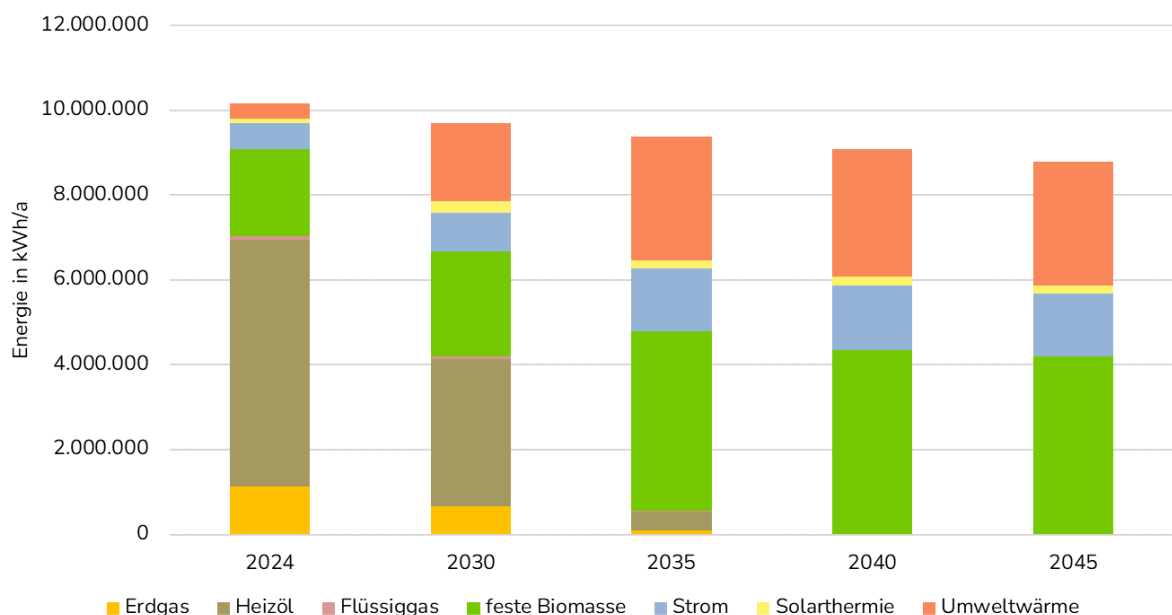


Abbildung 58: Endenergiebedarf für Wärmeerzeugung nach Energieträgern in den Stützjahren & im Zieljahr

Zu erkennen ist, dass der Anteil von Heizöl, Erd- und Flüssiggas in den folgenden Jahren bis zum Stützjahr 2035 drastisch sinkt. Der Anteil an fester Biomasse hingegen erhöht sich bis zum Stützjahr 2035 und der Anteil der über Wärmepumpen (Umweltwärme und Strom) bereitgestellten Wärme steigt kontinuierlich bis zum Zieljahr an. Der Wärmeverbrauch sinkt in Summe ebenfalls kontinuierlich bis zum Zieljahr, da von einer stetigen Sanierung des Gebäudebestands ausgegangen wird.

Zu beachten ist, dass Abweichungen der Wärmeverbräuche zur Sanierungsbetrachtung unter 6.1 daher rühren, dass Netzverluste bei vorgesehenen Wärmeverbänden in den Fokusgebieten berücksichtigt sind.

In Abbildung 59 ist der Anteil der leitungsgebundenen Wärme am Gesamtenergiebedarf für Wärme dargestellt. Es ist erkennbar, dass dieser Anteil im Jahr 2035 ansteigt, da bis dahin der Bau und die Inbetriebnahme von Wärmenetzen als sinnvoll erachtet wird. Danach ist bis zum Zieljahr 2045 mit keinen weiteren Wärmenetzen zu rechnen.

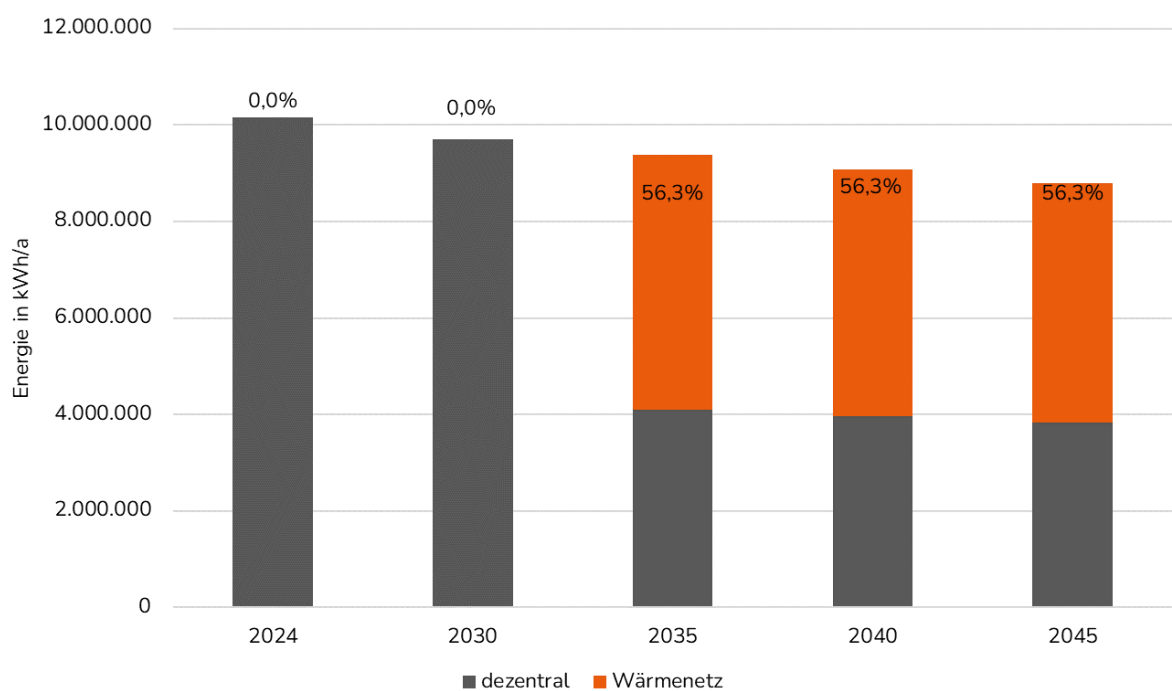


Abbildung 59: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtenergiebedarf für Wärme in den Stützjahren und Zieljahr

Abbildung 60 zeigt den Energiemix der Wärmenetze. Zu erkennen ist, dass in den gewählten Versorgungsvarianten der Wärmenetze jeweils feste Biomasse den mit Abstand größten Anteil bildet. Der Anteil an Umweltwärme kann u.U. höher angesetzt werden, als hier dargestellt – unter der Annahme, dass die Groß-Wärmepumpentechnik, v.a. im Bereich der Luft-Wärmepumpen, zukünftig weiter ausgebaut wird und sich etabliert. Diese Annahme ist in den folgenden Wärmeplanungen zu überprüfen und die Grafik ggf. anzupassen. Ansonsten

ist davon auszugehen, dass sich der Energiemix von 2035 bis zum Zieljahr 2045, also innerhalb von 10 Jahren, nicht maßgeblich ändern wird, weil davon auszugehen ist, dass in diesem kurzen Zeitraum kein Wärmeerzeugerwechsel stattfinden wird.

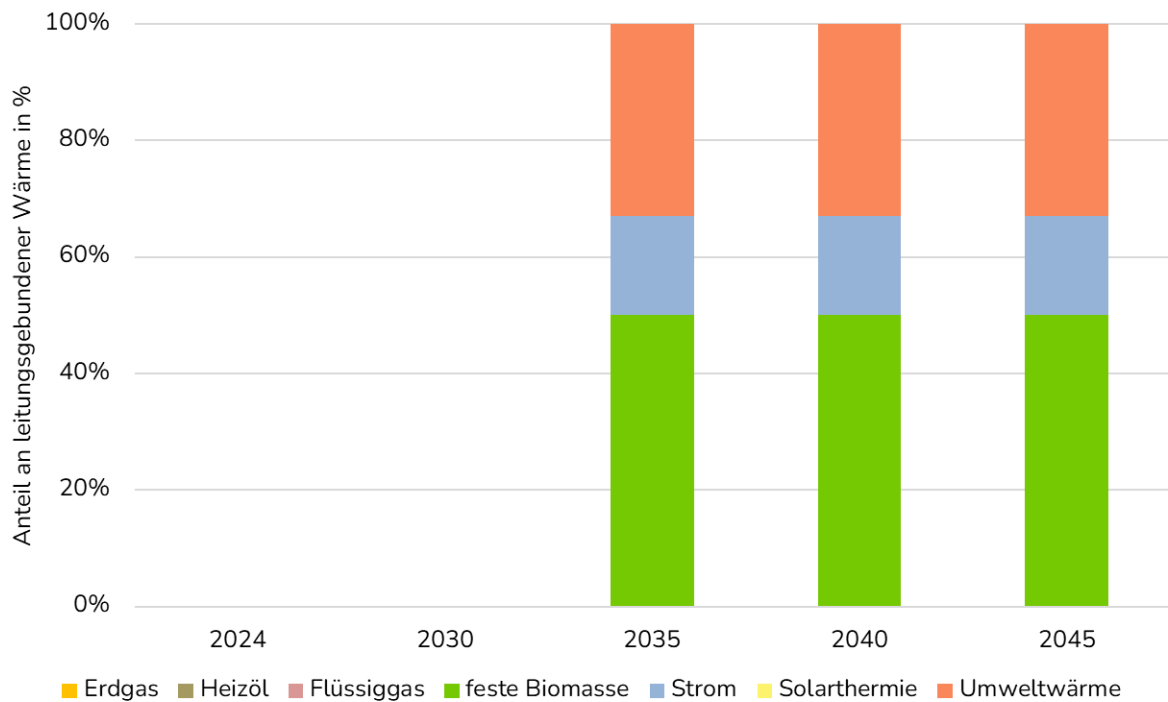


Abbildung 60: Leitungsgebundene Wärme nach Energieträgern in den Stützjahren und im Zieljahr

7.2.7 Treibhausgasbilanz im Zielszenario

Auf Grundlage des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Abbildung 58 können die Treibhausgasemissionen errechnet werden, welche in Abbildung 61 dargestellt sind. Zu sehen ist eine starke Abnahme der Treibhausgasemissionen bereits zum Jahr 2030, welche weiterhin fortlaufend bis zum Zieljahr 2045 abnehmen und zur vollständigen Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien führen. Ab diesem Zeitpunkt sind nur Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Biomasse als Energieträger zu erwarten.

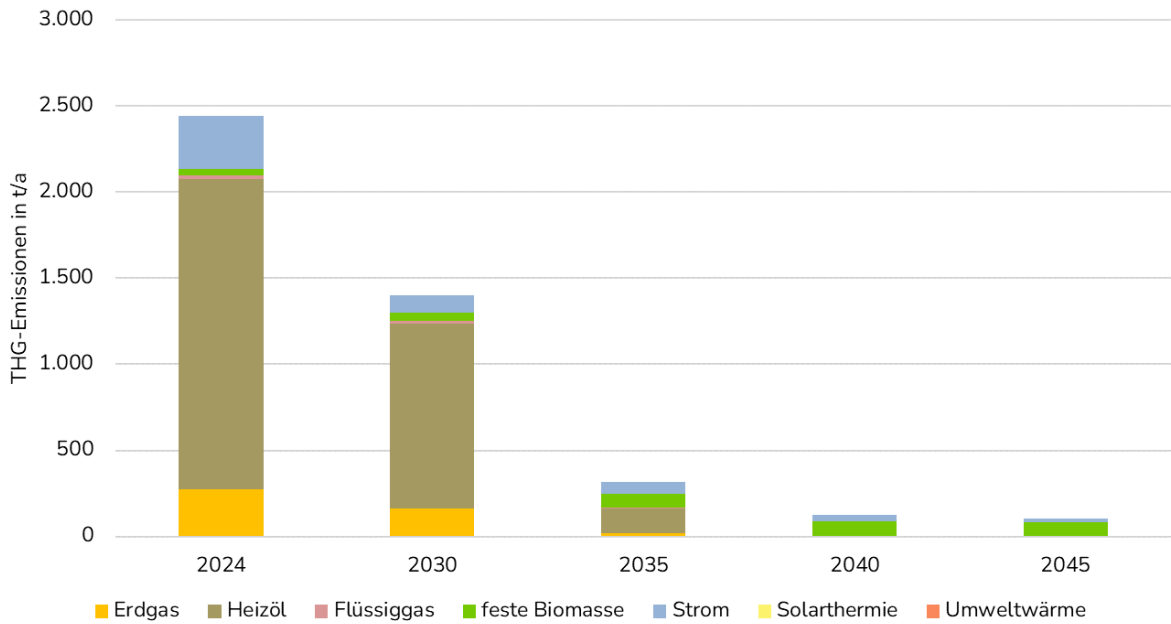


Abbildung 61: Treibhausgasemissionen für Wärmeerzeugung im Zielszenario nach Energieträger

In Abbildung 62 ist der Erdgasverbrauch, der sich aus den definierten Szenarien und Annahmen zur Zukunft des lokalen Gasnetzes ergibt, dargestellt. Zu sehen ist dabei eine stetige Abnahme bis hin zum vollständigen Rückgang auf 0 kWh/a im Stützjahr 2040.

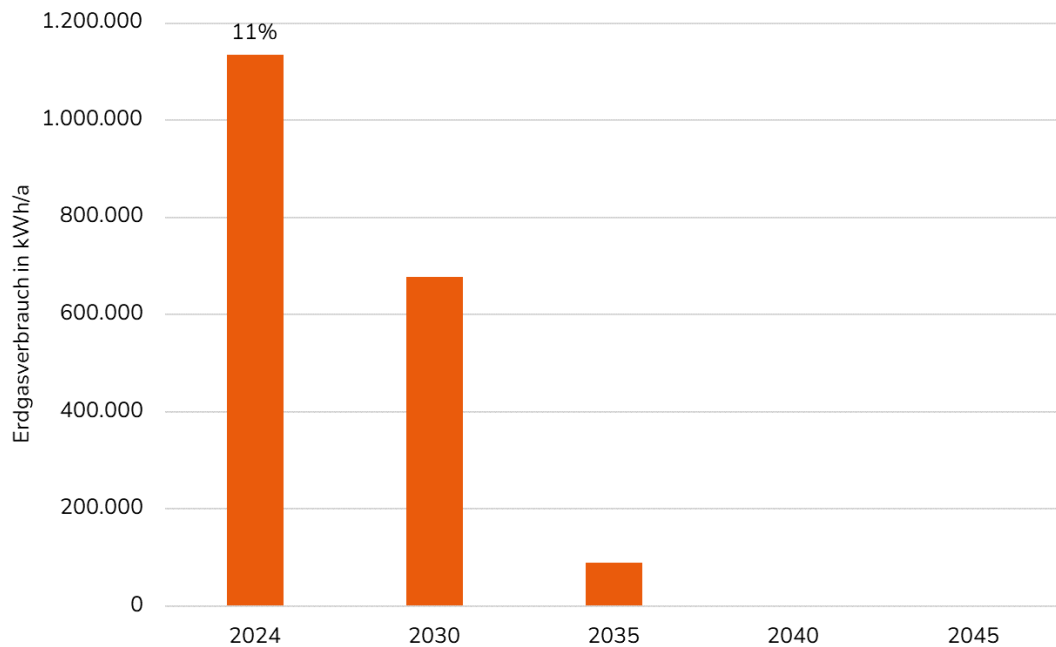


Abbildung 62: Erdgasverbrauch für Heizzwecke in den Stützjahren und im Zieljahr

Abbildung 63 zeigt analog dazu die Anzahl der Gasanschlüsse im Verlauf der Stützjahre.

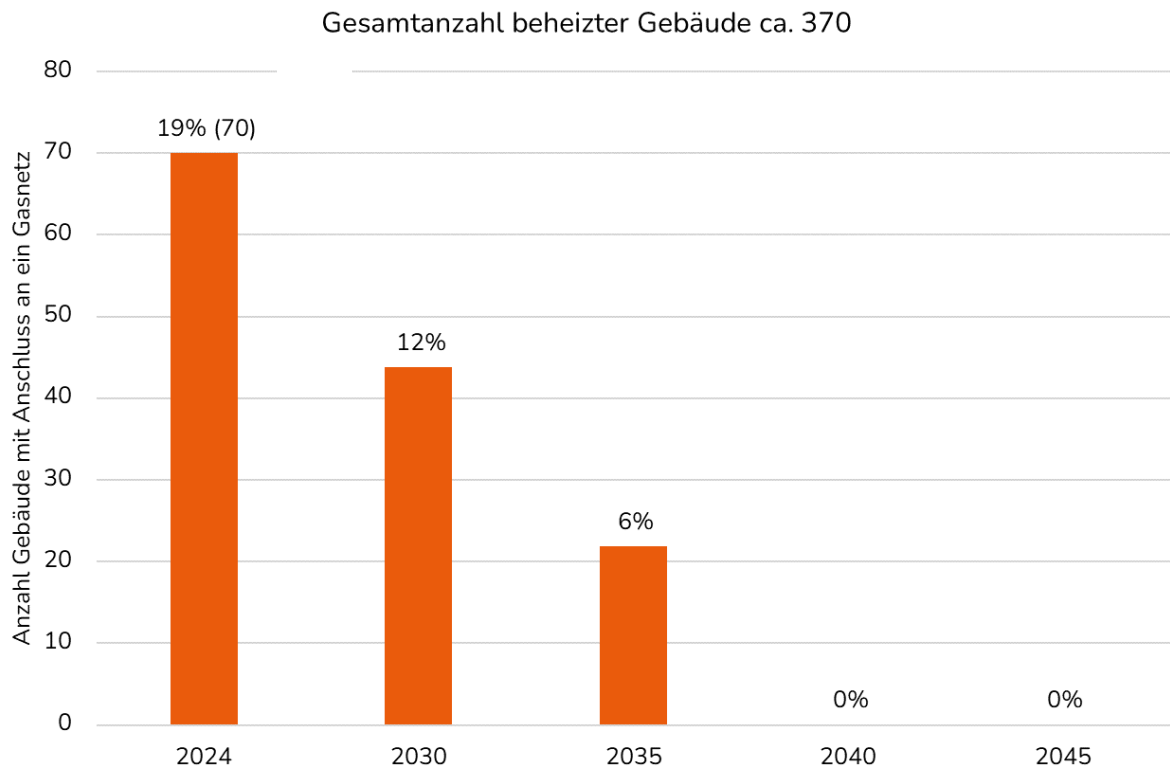


Abbildung 63: Anzahl der Erdgasanschlüsse in den Stützjahren und im Zieljahr

Die Überschneidung der bestehenden und voraussichtlichen Wärmenetzgebiete mit den Gebieten mit bestehenden Gasnetzen ist in Abbildung 64 dargestellt. Zu sehen ist, dass diese Überschneidungen in den künftigen Wärmenetzgebieten Ludwigschorgast Altort und Ludwigschorgast Ost bestehen, da dort im IST-Zustand bereits eine Gasnetzinfrastruktur vorhanden ist.

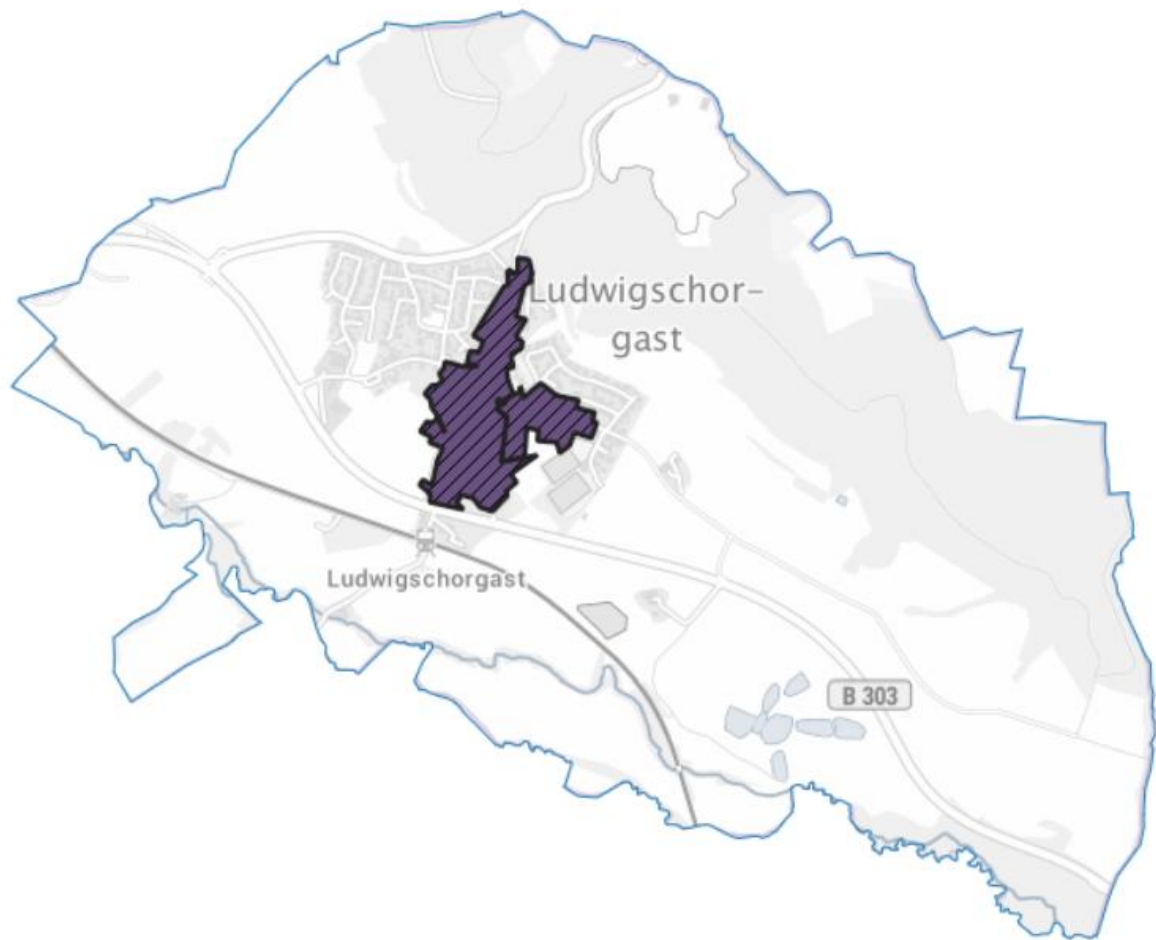


Abbildung 64: Überschneidung des Gasnetzes mit bestehenden oder voraussichtlichen Wärmenetzgebieten [4]

7.3 Beispielhafter Quartierssteckbrief

Jedes Quartier des Zielszenarios wird zusätzlich in Form eines Steckbriefes dargestellt, in welchem die relevanten Informationen gesammelt beschrieben werden. Alle Steckbriefe sind gesammelt in Anhang A aufgelistet.

Beispielhaft für einen Quartierssteckbrief ist in Abbildung 65 das Quartier *Am Bahnhof* in Ludwigschorgast aufgeführt. Jeder Steckbrief besteht, wie unten zu sehen ist, aus einer Karte mit dem Quartier, einer Tabelle mit den wichtigsten Zahlen zu Energieverbrauch und Wärmelinien-dichte, sowie einem Diagramm, in dem die prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs in unterschiedliche Klassen von Wärmelinien-dichten dargestellt ist.



Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand
Anzahl Gebäude	7
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	266 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	2,8%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	251 MWh (-5,5%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	2,9%
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	729 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

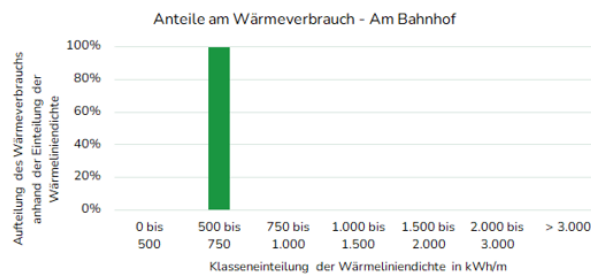


Abbildung 65: Quartierssteckbrief Am Bahnhof

Zu sehen sind zunächst tabellarisch die relevanten Kennwerte wie beispielsweise der Endenergieverbrauch für Wärme im IST-Zustand, sowie die Abnahme bis zum Jahr 2040. Die Wärmeliniendichte des gesamten Quartiers bei Annahme einer Anschlussquote von 100 % sowie unter Berücksichtigung der Umfrage werden ebenso mit dargestellt. Im Diagramm wird die Verteilung der Wärmeliniendichten nach Klasse je Straßenzug gezeigt, wobei sich wiederum auf das 100 %-Anschlusszenario, sprich das „Best Case“-Szenario bezogen wird. Zu sehen ist, dass der Wärmeverbrauch in Straßenzügen mit niedrigen Wärmeliniendichten (bis max. 750 kWh/(m*a)) liegt.

8 Wärmewendestrategie

In diesem Kapitel werden konkrete Maßnahmen beschrieben, die zur erfolgreichen Wärmewende beitragen. Dabei werden sowohl technische Ansätze und Implementierungsstrategien als auch anderweitige Maßnahmen erläutert. Die eruierten Maßnahmen beruhen dabei auf den vorangegangenen Analysen des Bestands, der Potenziale und dem daraus abgeleiteten Zielszenario. Ebenso wird im Rahmen dieses Kapitels die Strategie zur Verstetigung der Wärreplanung thematisiert.

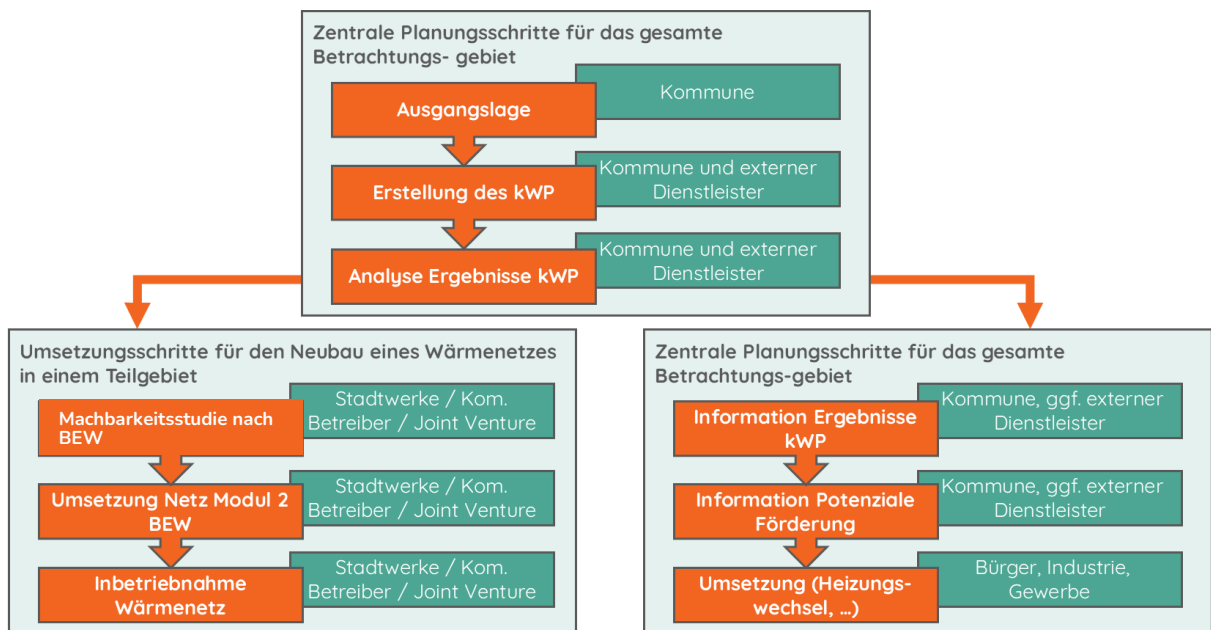


Abbildung 66: Beispielhafte Schritte nach Erstellung des Wärmeplans

Abbildung 66 zeigt exemplarisch mögliche²⁹ Schritte nach Fertigstellung des Wärmeplans. Grundsätzlich lassen sich diese in zwei Schienen ordnen: Maßnahmen für Teilgebiete, in denen ein Wärmenetz errichtet werden und Maßnahmen für Teilgebiete, in denen die Wärmeversorgung dezentral erfolgen soll. Diese werden im folgenden erläutert.

²⁹ Die in der Wärmewendestrategie als Vorschläge zu verstehen sind. Es besteht keine Verpflichtung, diese durchzuführen.

1. Teilgebiete mit Wärmenetzeignung: Zunächst ist eine Machbarkeitsstudie oder ein Transformationsplan nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) zu erarbeiten. Darauffolgend, und je nach Ausgang der Machbarkeitsstudie oder des Transformationsplans, ist mit der Umsetzung inklusive Förderung nach Modul 2 BEW zu beginnen, ehe eine Inbetriebnahme des Wärmenetzes erfolgt.
2. Teilgebiete für dezentrale Wärmeversorgung: Zunächst sind die Ergebnisse der Wärmeplanung, in diesem Fall konkret über die Gebiete für die dezentrale Versorgung, an die Bürger mitzuteilen. Darauffolgend sind Informationsveranstaltungen über die Wärmepotenziale in den Gebieten, zu Sanierungsmaßnahmen und der Förderkulisse für die Umsetzung der Wärmewende auf Gebäudeebene durchzuführen. Darauf aufbauend sind Gebäudeeigentümer in der Lage, Entscheidungen zu treffen und so beispielsweise den Tausch des Heizsystems oder eine Reduktion des Wärmeverbrauchs durch eine Dämmung des Gebäudes zu veranlassen.

8.1 Maßnahmen und Umsetzungsstrategie

Insgesamt lassen sich die für die Umsetzung der Wärmewende relevanten Maßnahmen grob folgenden Kategorien zuordnen:

1. Machbarkeitsstudien
2. Effizienzsteigerung und Sanierung von Gebäuden
3. Ausbau oder Transformation von Wärmenetzen
4. Nutzung ungenutzter Abwärmepotenziale
5. Ausbau oder Transformation erneuerbarer Wärmeerzeuger
6. Erneuerbarer Energie
7. Strategische Planung und Konzeption

Die konkreten Maßnahmen werden jeweils in Form eines sogenannten Maßnahmensteckbriefes einheitlich dargestellt. Für jeden Steckbrief wird eine Priorität (von „ohne Priorität“ bis „vorrangig“) vergeben. Ebenso ist jeder Steckbrief nach Maßnahmentyp und Handlungsfeld gegliedert. Weitere Inhalte der Steckbriefe sind unter anderem die notwendigen Schritte, die für die Umsetzung der Maßnahme notwendig sind, sowie eine grobe zeitliche Einordnung. Die Kosten, die mit der Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind, sowie die Träger der

Kosten werden dargestellt. Ebenso werden die durch die Umsetzung erwarteten positiven Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios kurz erläutert. Alle Maßnahmensteckbriefe sind gesammelt im Anhang B dargestellt.

8.1.1 Beispielhafter Maßnahmensteckbrief

Eine der zentralen Maßnahmen in der Umsetzung bezieht sich auf Informationskampagnen für Quartiere, die im Wärmeplan als dezentrale Wärmeversorgungsgebiete definiert werden. Im Markt Ludwigschorgast handelt es sich dabei um ein Quartier. Für die Gebäudeeigentümer in diesen Gebieten sind verschiedene Informationsmöglichkeiten zu organisieren, die Optionen dezentraler und klimaneutraler Wärmeversorgung aufzeigen. Idealerweise werden diese Formate mit Energieberatern entwickelt, die bei Bedarf auch auf spezifische Fragestellungen eingehen oder im Nachgang dazu weiter beraten.

Der Beginn einer solchen Maßnahme wird grundsätzlich unmittelbar nach der Fertigstellung des Wärmeplans empfohlen, wobei diese spezielle Maßnahme regelmäßig zu wiederholen ist. Der für diese Maßnahme zuständige Stakeholder ist der Markt Ludwigschorgast selbst. Von der Maßnahme betroffene Akteure sind zunächst die Gebäudeeigentümer in dezentralen Wärmeversorgungsgebieten, aber auch andere interessierte Bürger. Die anfallenden Kosten für die Durchführung der Maßnahme sind vom Stakeholder zu tragen.

Der beispielhafte Maßnahmensteckbrief für diese Maßnahme ist in nachfolgender Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Beispielhafter Maßnahmensteckbrief für dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Informationskampagne für dezentral versorgte Quartiere		Priorität: hoch
Maßnahmentyp: Kommunikativ	Handlungsfeld: dezentrale Versorgung	
Beschreibung und Ziel		

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden neben den für Wärmenetze geeigneten Gebieten auch Gebiete für dezentrale Versorgung identifiziert. Um die Immobilieneigentümer in diesen Quartieren zu unterstützen, ist eine Informationskampagne zu starten, die über Möglichkeiten zur umweltfreundlichen und klimaneutralen Wärmeversorgung informiert.

Umsetzung

- Informationsveranstaltung zu Wärmetechnologien, Aufzeigen verschiedener Möglichkeiten und Darstellung der wirtschaftlichen Vor-/Nachteile
- Partnerschaft mit Energieberatern
- Informationsveranstaltung zu technischer Umsetzung eines Heizungstausches in Zusammenarbeit mit Handwerksunternehmen
- Informationsveranstaltung zu Sanierungsmöglichkeiten
- Informationsveranstaltung zu Förderprogrammen zu Heizungstausch und Sanierung

Zeitraum:	Kurz- bis langfristig, regelmäßiger Turnus sinnvoll
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer, Bürger
Kosten:	Sach- und Reisekosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushaltsmittel (ggf. Fördermittel) / Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Erhöhung der Sanierungsquote, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an Wärmezeugung

8.1.2 Priorisierte nächste Schritte

Vor allem für die Prüfgebiete sind potenzielle Gebäudenetzbetreiber seitens der Kommune so weit wie möglich bei ihrer Entscheidung zu unterstützen. Dies v.a. mit Informationen aus der Wärmeplanung unter Berücksichtigung des Datenschutzes. Die betroffenen Personen sind somit in der Lage, eine Entscheidung darüber zu fällen, ob der Bau und Betrieb eines Gebäudenetzes in diesen Quartieren unter den dort herrschenden Rahmenbedingungen machbar und sinnvoll ist. Die Entscheidung ist, sofern bis dahin bekannt, im nächsten Wärmeplan zu berücksichtigen und die Versorgungsart ggf. anzupassen (weiterhin Prüfgebiet, oder dezentrales Versorgungsgebiet, oder Wärme- bzw. Gebäudenetzneubaugebiet). Somit haben idealerweise auch alle vor Ort befindlichen Gebäudeeigentümer Klarheit über die zukünftige Wärmeversorgungsart ihres Gebäudes.

Außerdem bieten die im Rahmen der Wärmeplanung eruierten Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial des Marktes Ludwigschorgast eine Entscheidungsgrundlage, mit der die energetische Sanierung innerhalb der Kommune bewertet wird. So kann die Kommune ihre Sanierungsziele ggf. nachschärfen und zu einer Reduktion des Gesamtenergiebedarfs beitragen.

Darüber hinaus ist es ratsam, vor allem im Hinblick auf die zukünftige Fortschreibung der Wärmeplanung im fünfjährigen Intervall, Fachkompetenzen innerhalb der Kommune weiter auszubauen, die sich intensiv mit dem Wärmeplanungsprozess und den darauffolgenden Maßnahmen beschäftigen. Neben der fachlichen Bearbeitung bzw. Unterstützung bei der Ausarbeitung zukünftiger Wärmepläne fällt ebenso die jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts, um den Fortschritt der Wärmewende aufzuzeigen und ggf. korrigierende Handlungen rechtzeitig zu erkennen und durchzuführen, in den Aufgabenbereich der Verantwortlichen. Abbildung 67 zeigt dabei exemplarisch den Prozess zur Umsetzung einer Maßnahme.

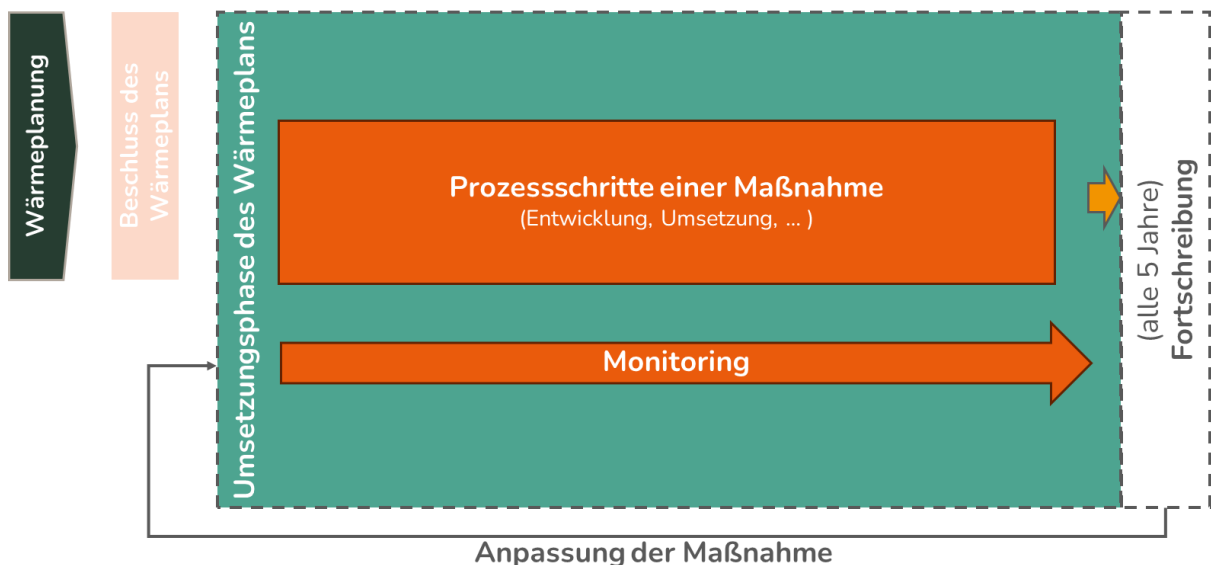


Abbildung 67: beispielhafter Umsetzungsprozess einer Baumaßnahme der Wärmeplanung [56]

Weiterführende Informationen über das Controlling werden in Abschnitt 8.2.3 erläutert.

8.1.3 Betreibermodelle und Beteiligungsmodelle eines Wärmenetzes

Bei der Umsetzung des Aufbaus neuer Wärmenetze sind zu Beginn strategische Fragestellungen zu klären. So sollte frühzeitig geklärt werden, wer zukünftig der Betreiber des Wärmenetzes ist. Es sind verschiedene Szenarien denkbar, bei denen entweder Kommune, Bürgerenergiegenossenschaften oder kommerzielle Energieversorger für den Betrieb des Netzes verantwortlich sind. Ebenso sind Mischformen möglich, bei denen die aufgezählten Institutionen gemeinsam in verschiedensten Konstellationen Betreiber des Wärmenetzes sind. Ebenso sollte frühzeitig geklärt werden, ob eine Beteiligung der Bürger gewünscht ist, um einerseits die Akzeptanz für die Maßnahmen zu erhöhen und andererseits auch privates Kapital nutzen zu können. So kann unter anderem ermöglicht werden, dass Bürger direkt in den Aufbau der lokalen Infrastruktur investieren. Gleichzeitig sind Modelle möglich, bei denen eine jährliche Ausschüttung von Dividenden an die Bürger ermöglicht wird.

8.2 Verstetigungsstrategie

Auf dem Weg zur effizienten und klimafreundlichen Wärmeversorgung der Zukunft müssen die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen umgesetzt und stetig aktualisiert werden. Gesetzlich festgelegt ist, dass der Wärmeplan nach § 25 WPG spätestens alle fünf Jahre zu überarbeiten und aktualisieren ist [5]. Um den langfristigen Erfolg der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, folgt aus diesen Rahmenbedingungen, das Thema Wärmeversorgung sowohl in der Kommune als auch bei anderen beteiligten Akteuren aktiv zu verfolgen.

Neben den allgemeinen Aspekten zur Verstetigung der Umsetzungsmaßnahmen und eines ganzheitlichen Wärmeplanungsprozesses gehören die Ausarbeitung eines Controlling-Konzeptes und die Entwicklung einer Kommunikationsstrategie zu den wichtigsten Aufgaben. Diese Aspekte werden in den nachfolgenden Abschnitten vertieft. Zunächst wird die Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in der Kommune und dem Wärmebeirat skizziert.

8.2.1 Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in der Kommune

Bei der Verstetigung der Wärmeplanung spielt die Kommune weiterhin die zentrale Rolle. Um die Wärmeplanung bei der Kommune zu verankern, ist es sinnvoll, je nach ihrer Größe,

eine neue Stelle zu gründen, die sich verstärkt mit dem Thema auseinandersetzt. Für diese Maßnahme ist es sinnvoll, vorhandenes Personal durch Workshops o.ä. für die Wärmeplanung zu schulen. In bestimmten Fällen ist es auch denkbar, lediglich einen Hauptansprechpartner festzulegen. Hierbei kann auf das bestehende Personal zurückgegriffen werden.

Eine wesentliche Aufgabe der besagten Stelle sollte die Kommunikation mit anderen Akteuren sein. Hierbei ist die Freigabe von Daten für andere Planungsstellen ein zentraler Aspekt. Zudem kann die Stelle, entweder durch Zusammenarbeit mit einem Dienstleister oder eigenständig, erste Auskünfte über Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten und Verweise auf zuständige Energieberater geben. Somit können sich Bürger kostenlos informieren, was dazu beiträgt, Akzeptanz in der Bevölkerung zu schaffen. Eine weitere Aufgabe dieser Stelle besteht darin, die Ausweisung neuer Flächen für die Weiterentwicklung des Wärmenetzes zu prüfen. Flächennutzungspläne und Bebauungspläne sind dabei von besonderer Bedeutung, da sie die zentralen Instrumente der Kommune sind, die räumliche Entwicklung zu steuern.

Durch die gezielte Festlegung von Nutzungsarten und Bebauung in bestimmten Gebieten können Kommunen die optimale Platzierung von Wärmenetzen ermöglichen und somit die Wärmeversorgung und deren Umsetzung effizient gestalten. Außerdem geben diese sowohl für Unternehmen als auch für Privatpersonen Planungssicherheit. Eine weitere Option stellt die Ausweisung von Sanierungsgebieten dar. Hierdurch kann die Sanierungsquote gezielt gesteigert werden. Insbesondere bei Quartieren, die derzeit einen geringen Sanierungsstand aufweisen, zukünftig jedoch mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen wie Wärmepumpen zurechtkommen müssen, besteht Handlungsbedarf.

8.2.2 Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses mit Hilfe eines Wärmebeirats bzw. einer Steuerungsgruppe

Neben den Ämtern der Kommune und deren politischer Leitung gibt es noch zahlreiche andere Akteure, die an der Umsetzung und Weiterführung der Wärmeplanung beteiligt werden müssen. Um zu gewährleisten, dass der Informationsfluss zwischen diesen und der Kommune auch nach Beschluss des Wärmeplans fortbesteht, sollte ein runder Tisch eingeführt oder der bereits vorhandene weitergeführt werden. Diese als Wärmetisch, Wärmeplanungs-

meeting oder Wärmebeirat bekannte Beratungsrunde ist der zentrale Baustein der Verstärkungsstrategie. Idealerweise tritt diese Runde regelmäßig zusammen, i.d.R. wird hier ein Jahr als Periodendauer gewählt, bei großen Kommunen auch kürzer. Die Zusammensetzung des Wärmetischs variiert je nach Kommune und muss daher individuell festgelegt werden. Im Folgenden werden einige Hauptakteure vorgestellt, deren Einbindung i.d.R. sinnvoll ist, sofern sie vor Ort auch existieren.

Als erster Akteur sind Stadt- oder Gemeindewerke oder, in kleineren Kommunen, der lokale Energieversorger zu nennen. Aufgrund ihrer Rolle im Bereich der Infrastruktur sind alle Umsetzungsmaßnahmen mit diesem zu koordinieren. Außerdem verfügen sie über Kenntnisse über die Lage vor Ort und können so maßgeblich zur Bewertung der Maßnahmen beitragen. Außerdem empfiehlt es sich, eine Betreibergesellschaft für die Wärmenetze zu gründen oder diese in vorhandene Stadtwerke einzugliedern und ebenfalls mit einzubinden. Zudem können Experten von anderen Unternehmen, durch Präsentationen oder andere Formen der Zusammenarbeit neue Perspektiven aufzeigen und bei Bedarf beratend hinzugezogen werden. Dabei sind jedoch externe Unternehmen keine regulären Mitglieder des Wärmebeirats.

Ein weiterer Teilnehmer sind Wohnungsbau- und Immobilienunternehmen, die bereits in den Planungsprozess involviert sind. Diese Unternehmen sind mit den Sanierungsständen und der Infrastruktur vertraut und spielen eine aktive Rolle bei der Umsetzung. Darüber hinaus sind sie auch in die Weiterentwicklung des Wärmeplans einzubinden. Hinsichtlich der Umsetzung vor Ort ist es sinnvoll, die Handwerkskammer einzubeziehen. Neben ihres Einblicks in die Situation der Fachkräfte vor Ort, sind Handwerkskammern aufgrund ihrer Expertise in der Lage, eine beratende Rolle einzunehmen. Zudem ist dieser Kontakt eine Möglichkeit, ortsansässige Betriebe mit den Herausforderungen der kommunalen Wärmeplanung vertraut zu machen und mit Hilfe von Schulungen und Weiterbildungen zu unterstützen.

Ein weiterer Akteur sind Großverbraucher vor Ort. Sie besitzen aufgrund der hohen Bedarfe eine besondere Stellung. Hier ist es besonders wichtig, Maßnahmen zeitnah umzusetzen. Dies kann nur durch eine erfolgreiche und intensive Kommunikation gewährleistet werden. Außerdem kann die Partizipation von Großverbrauchern die Akzeptanz in der Bevölkerung steigern.

Weiterhin ist es in größeren Kommunen sinnvoll, ansässige Hochschulen und Forschungsinstitutionen mit einzubinden, falls entsprechende Fakultäten ortsansässig sind.

8.2.3 Controlling-Konzept

Controlling im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bedeutet, die im Wärmeplan beschlossenen Maßnahmen im Laufe des Projekts kontinuierlich zu überwachen und, auf Basis der Ergebnisse, die Maßnahmen zu justieren. Da die Wärmeplanung ein langfristiger Prozess ist, kann dies nur durch eine effektive Controlling-Strategie umgesetzt werden.

Als Ergebnis eines Controllings ist es sinnvoll, jährlich einen Bericht über den Fortschritt der festgelegten Maßnahmen mit Empfehlungen zum weiteren Vorgehen zu erstellen. Dieser ist dann im Rahmen eines Wärmegipfels zu besprechen. Bei Bedarf ist der Maßnahmenkatalog entsprechend zu aktualisieren und zu erweitern, um eine effiziente Projektausführung zu gewährleisten.

Im Folgenden werden Empfehlungen zu den möglichen Inhalten dieses Berichts gegeben. Eine Festlegung von Kennzahlen, die eine Evaluation ermöglichen, ist sinnvoll.

1. Sanierungsmaßnahmen

- Dabei sind verschiedene Fragen zu beantworten:
 - Wurden die Bürger über Möglichkeiten zur Sanierung informiert?
 - Wurden die Bürger über Kostenrisiken verschiedener Heizungstechnologien informiert (gemäß § 71 Abs. 11 GEG)?
 - Welche Fördermittel können in Anspruch genommen werden und wie werden diese finanziert?
 - Wurden Sanierungsgebiete ausgewiesen?
 - Wo wurden bereits Sanierungen durchgeführt?
 - Wie viele Sanierungen wurden durchgeführt?
- Mögliche Kennzahlen:
 - Sanierungsquote in %/a
 - absolute Anzahl sanierter Gebäude

2. Wärmenetze

Wärmenetze sind eine tragende Säule der kommunalen Wärmeplanung. Durch Wärmenetze ist es möglich, viele Verbraucher auf einmal auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umzustellen. Im Rahmen des Controllings der Wärmenetzplanung ist es nötig, Daten zu erheben und damit folgende Leitfragen zu beantworten.

- Für den Neubau von Wärmenetzen:
 - Wurde ein Wärmenetzkonzept entwickelt?
 - Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
 - Wurde eine Betreibergesellschaft gegründet/geschaffen?
 - Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes ausschließlich durch Dritte?
 - Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes zusammen mit Dritten?
 - Wurden Finanzierungsgespräche mit Banken geführt und ggf. Bürgerbeteiligungsmodelle ermöglicht?
 - Wurden Flächen für die notwendige Infrastruktur gesichert?
 - Wurden Fördermittel beantragt und verwendet? Gibt es ggf. neue Fördermittel?
 - Wurde ein Wärmenetz errichtet?
- Für die Verdichtung/Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen:
 - Wie viele Liegenschaften sind an das Wärmenetz angeschlossen/Anschlussquote?
 - Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
 - Konnte der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz gesteigert werden (vgl. § 29 Abs. 1 WPG)?
 - Wie viele CO₂-Äquivalente werden durch das Wärmenetz eingespart?
 - Ist der Betrieb des bestehenden Wärmenetzes wirtschaftlich?
 - Wie haben sich die Wärmeverluste des Wärmenetzes entwickelt?
 - Ist es möglich, das Wärmenetz zu erweitern/zu verdichten?
 - Wurden neue Baugebiete erschlossen und an ein Wärmenetz gebunden?
- Mögliche Kennzahlen:
 - Anzahl der angeschlossenen Kunden

- Anschlussquote relativ zur Anzahl aller potenziellen Endkunden im betrachteten Gebietsumgriff [%]
- absolut abgesetzte Wärmemenge über das Wärmenetz [MWh/a]
- Anteil der Gesamtwärme im betrachteten Gebietsumgriff, die relativ durch das Wärmenetz gedeckt wird [%]
- Energieträgermix (prozentuale Zusammensetzung) des Wärmenetzes [%]
- EE-Anteil an der Wärme im Wärmenetz [%]
- Wärmeverlust anteilig an der erzeugten Wärmemenge im Netz [%]

3. Wärmeverbrauch

Um über das weitere Vorgehen entscheiden zu können, sollten Daten über den gesamten Wärmeverbrauch und dessen Entwicklung gesammelt werden. Diese sind eine wesentliche Grundlage für die Handlungsempfehlungen, die der Bericht geben sollte.

- Wie viel Wärme wurde leitungsgebunden geliefert und in welcher Form?
- Wie viele Wärmeerzeuger wurden zwischenzeitlich durch erneuerbare Technologien ersetzt?
- Welche Wärmequellen sind zusätzlich erschließbar und welche fallen weg?
- Gab es Gespräche mit potenziellen Lieferanten von erneuerbaren Energien (z.B. Waldbauernvereinigungen)?
- Mögliche Kennzahlen:
 - erneuerbarer Anteil an der Gesamtwärmemenge [%]
 - absolute Wärmemenge [MWh/a]
 - erneuerbare Wärmemenge [MWh/a]
 - Energieträgermix der Wärmebereitstellung

Zur Darstellung der Effizienzsteigerung ist der Verlauf des Wärmeverbrauchs der letzten fünf Jahre sukzessive zu ermitteln und im Verlauf der Wärmeberichte darzustellen.

Der Wärmebericht dient als Datengrundlage der Kommunikationsstrategie. Der Umfang des Berichts kann dabei nur wenige Seiten betragen, sofern die Leitfragen beantwortet werden.

Nachfolgend ist in Abbildung 68 zur Orientierung ein beispielhaftes Dashboard-Konzept mit den essenziellen Kennzahlen dargestellt.

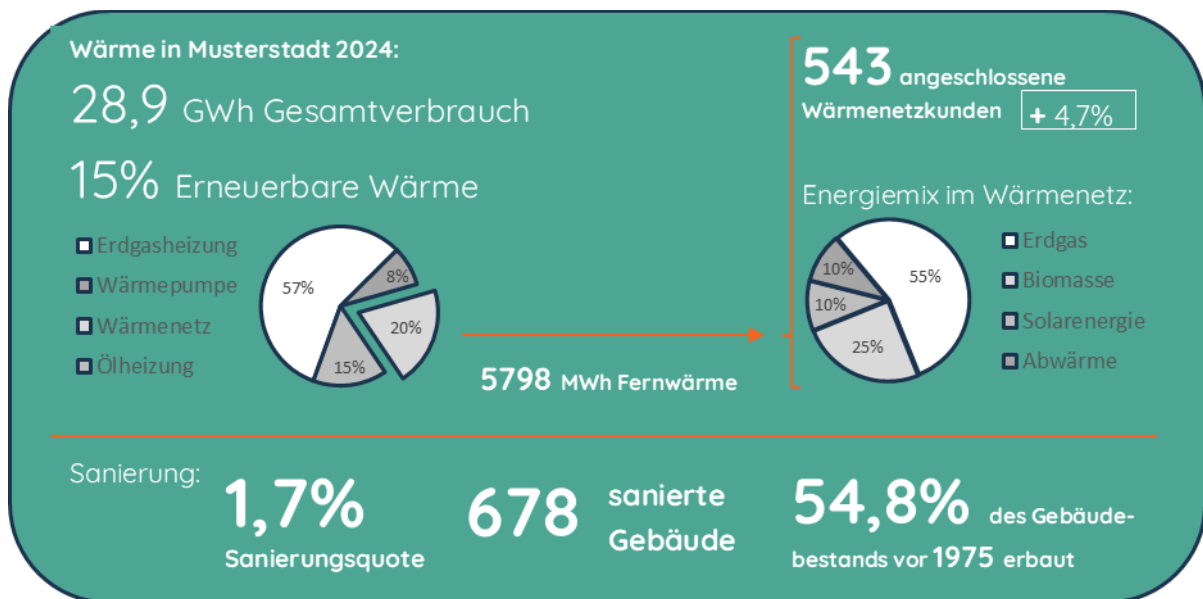


Abbildung 68: Beispielhafte Darstellung eines Wärme-Dashboards im Rahmen der Controllings-Strategie

8.2.4 Kommunikationsstrategie

Für viele Projekte aus den Bereichen Infrastruktur oder Energieversorgung sind Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung entscheidende Aspekte, denn ohne den Rückhalt der Bevölkerung kann die Umsetzung solch großer Projekte unter Umständen scheitern. Es ist daher notwendig, eine effiziente Kommunikationsstrategie zu formulieren, welche die Bevölkerung schon früh am Geschehen teilhaben lässt und für das Thema sensibilisiert. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gibt es verschiedene Akteure, die zusammenarbeiten müssen, um Akzeptanz und Beteiligung zu erreichen. Der folgende Unterabschnitt skizziert eine Kommunikationsstrategie und diskutiert verschiedene Methoden zur Umsetzung.

Medienarbeit:

Für eine klare Kommunikation zwischen Kommune und Bürgern ist es wichtig, unterschiedliche Medienkanäle zu verwenden, um verschieden Adressaten zu erreichen. Im digitalen Zeitalter bieten sich unter anderem digitale Kanäle als kostengünstige Informationsquelle an.

Die Webseite³⁰ der Kommune ist besonders gut geeignet, um über verwaltungstechnische Informationen zu Beratungs- und Fördermöglichkeiten zu informieren. Außerdem ist es im Kontext der kommunalen Wärmeplanung sinnvoll, eine extra Seite für fachliche Informationen zum Thema zu erstellen. Diese kann zum Beispiel eine interaktive Karte (GIS) der Kommune enthalten, um den aktuellen Stand zu zeigen, aber auch um zukünftige Pläne und Maßnahmen einzusehen. Informationsvideos und Aufnahmen von eventuellen Veranstaltungen können ebenso hochgeladen werden.

Weiterhin ist es sinnvoll, Präsenz in den Sozialen Medien, wie Instagram, Facebook o.ä., aufzubauen. Diese sind vorrangig für Kurzinformationen zu nutzen, z.B. Informationen über CO₂-Einsparungen durch bereits durchgeführte Maßnahmen oder ein kurzes Interview mit Projektbeteiligten. Soziale Medien eignen sich, um für das Thema Wärmewende zu sensibilisieren und stellen damit ein wichtiges Instrument für die Kommune dar. Jedoch sollte bei großen Projekten, wie der kommunalen Wärmeplanung, auch auf klassische Printmedien, wie die lokale Tagespresse, zurückgegriffen werden. Ein Kontakt zwischen Kommune und lokaler Presse ermöglicht die Nutzung dieses Informationskanals, der über aktuelle Entwicklungen informiert, z.B. der Inbetriebnahme eines Wärmenetzes, oder auf Informationsveranstaltungen und Vorträge aufmerksam macht. Der Einsatz von Informationsbroschüren oder Flyer ist ebenso möglich.

Veranstaltungen:

Veranstaltungsformate ergänzen die Kommunikationsstrategie, wobei verschiedene Formate verschiedene Ziele verfolgen. Neben klassischen Veranstaltungen zur Informationsvermittlung oder einer Diskussionsrunde sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auch Events denkbar, wie die Inbetriebnahme einer neuen Heizzentrale. Dabei ist es entscheidend, ob und wann während eines Projekts welche Veranstaltung als sinnvoll erscheint. Im Vorfeld

³⁰ Hierfür ist die Webseite der Kommune auf dem neuesten Stand zu halten.

und zu Beginn einer Wärmeplanung eignen sich vor allem Informationsveranstaltungen. Deren Ziel ist die Aufklärung der Bürger über die Wärmewende, die geplanten Maßnahmen und die Vorteile nachhaltiger Wärmequellen. Sie haben das Potenzial, Menschen nicht nur zu informieren, sondern auch zu sensibilisieren und zu motivieren, aktiv an der Wärmewende teilzuhaben. Dafür ist es wichtig, offen für Feedback zu sein und dieses dann im Rahmen von Diskussionsveranstaltungen aufzunehmen. Diskussionsrunden ermöglichen es, Sorgen zu identifizieren und gesondert zu adressieren. Der Aufbau einer konstruktiven Diskussionskultur hilft, um auch im weiteren Verlauf des Projektes mit Bürgern kommunizieren zu können. In Hinblick auf die Zukunft sind v.a. auch an Schulen, insbesondere Berufsschulen, Veranstaltungen zu organisieren.

Vorbildfunktion:

Indem die Kommune eine Vorreiter- und Vorbildrolle einnimmt, wirkt sie authentischer und gewinnt Vertrauen in der Bevölkerung. Eine Vorbildfunktion lässt sich u.a. dadurch einnehmen, indem eine Kommune Projekte in ihren Liegenschaften umsetzt. D.h. die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern kommunaler Gebäude oder der Anschluss kommunaler Liegenschaften an ein Gebäude- oder Wärmenetz. Weiterhin ist es wichtig, Präsenz zu zeigen, d.h. der Bürgermeister, aber auch Mitglieder aus der Kommunalverwaltung sind bei Veranstaltungen zum Thema Wärmeplanung und -wende anwesend und nehmen an ihnen aktiv teil. Sofern personelle und organisatorische Strukturen innerhalb der Verwaltung eingerichtet werden können, stellen sie eine Möglichkeit dar, die Bürger vor Ort zu allen Fragestellungen bezüglich Wärmewende zu unterstützen. Beispiele hierfür sind Förderlotsen zur Aufklärung über Zuschussmöglichkeiten.

Partizipation und Kooperation:

Ein Wärmeplan kann nur durch die Zusammenarbeit mit Bürgern, Unternehmen und anderen Organisationen erfolgreich realisiert werden. Im Rahmen der Kommunikationsstrategie ist es wichtig, Bürgern Teilnahme zu ermöglichen. Die Gründung von Bürgerbeiräten ist eine Option. Sie geben Bürgern das Recht, Empfehlungen auszusprechen, um dadurch gegebenenfalls Einfluss auf die Ausgestaltung der Wärmeplanung nehmen zu können. Eine weitere

Möglichkeit der Bürgerbeteiligung sind Bürgerenergiegesellschaften, welche durch ihre Expertise im Planungsprozess unterstützen und Bürgerinteressen vertreten. In kleineren Kommunen ist es auch sinnvoll, Informationen über mögliche Wärmenetzgenossenschaften bereitzustellen. Nicht zuletzt sei hierbei die Möglichkeit der finanziellen Beteiligung genannt. In Form von genossenschaftlichen Organisationen lassen sich einerseits Mittel für die Umsetzung beschaffen, andererseits verbleiben die erwirtschafteten Gewinne bei ihnen. Darüber hinaus entsteht durch die finanzielle Beteiligung ein zusätzlicher Motivator zur Beteiligung und Weiterentwicklung der Wärmeprojekte.

Weiterhin ist die Einbindung von Unternehmen möglich. Hierbei ist es wichtig, auf Großverbraucher zuzugehen und diesen die Vorteile einer erneuerbaren Wärmeversorgung aufzuzeigen, um sie für das Projekt gewinnen zu können. Darüber hinaus stellen diese Unternehmen durch ihre Rolle als Arbeitgeber einen wichtigen Partner dar, wenn es darum geht, Vertrauen zu gewinnen und Akzeptanz zu schaffen. Zudem ist es auch sinnvoll, kleinere Unternehmen, die von der Umsetzung der Wärmeplanung profitieren können, einzubinden.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Das Institut für Energietechnik IfE GmbH hat im Auftrag des Marktes Ludwigschorgast die kommunale Wärmeplanung für Ludwigschorgast in enger Abstimmung mit der Marktgemeinde und der Verwaltungsgemeinschaft durchgeführt.

Die Untersuchungen im Rahmen der Bestandsanalyse ergaben, dass im IST-Zustand vorrangig die Energieträger Heizöl, feste Biomasse und Erdgas für die Wärmeversorgung verwendet werden. Aktuell sind ca. 19 % der Wohngebäude in Ludwigschorgast an das Erdgasnetz der *bayernwerk Netz GmbH* angeschlossen. Dementsprechend ergibt sich zum aktuellen Zeitpunkt ein Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung von ca. 28 %. Die Analyse der Wärmeverbräuche ergab Hauptachsen und Teilbereiche der Kommune mit erhöhter Wärmeliniendichte.

Das Ergebnis der Betrachtung der Potenziale für eine erneuerbare Wärmeversorgung zeigt, dass neben den erneuerbaren Stromerzeugungsmöglichkeiten wie Photovoltaik, unter anderem auch verschiedene Umweltwärmequellen wie Erdwärme (Erdkollektoren und -sonden), Grundwasser, das Flusswasser der Schorgast, Luft, sowie auch Biomasse zur Verfügung stehen. Abwärmequellen innerhalb der Marktgemeinde sind nicht vorhanden. Die Umsetzung der erneuerbaren Stromerzeugung kann von der Kommune unabhängig von späteren Wärmeversorgungslösungen auch separat verfolgt werden.

Als Ergebnis wurde ein Zielszenario ausgearbeitet, das eine mögliche, zukünftige und erneuerbare Wärmeversorgung darstellt. Basierend auf Gebieten mit erhöhten Wärmebelegungsdichten wurden zusammen mit dem Markt Ludwigschorgast Gebiete ausgearbeitet, die für die Versorgung über ein Wärmenetz geeignet sind. Für diese Gebiete wurden ebenso grobe Wärmegestehungskosten berechnet und ausgewiesen.

Die weiteren Schritte zur Umsetzung nach der Wärmeplanung wurden im Rahmen der Wärmewendestrategie ausgearbeitet. Für alle dezentralen Wärmeversorgungsgebiete, aber auch Prüfgebiete, sind Informationskampagnen über klimaneutrale und dezentrale Wärmeversorgungsmöglichkeiten zu veranstalten.

Ebenso wurde für die weitere Fortschreibung der Wärmeplanung eine Verstetigungsstrategie ausgearbeitet, die eine Weiterführung des Wärmeplanungsprozesses gewährleisten soll. So sind beispielsweise die Fortschritte bei der Umsetzung jährlich zu überprüfen. Ziel ist es, dass die kommunale Wärmeplanung als lebender Prozess innerhalb der Kommune integriert wird und in weitere Entscheidungsfindungen der Kommune einfließt.

Die Verstetigung trägt darüber hinaus zur Aktualisierung des Wärmeplans bei, die gemäß § 25 WPG im Fünf-Jahres-Zyklus durchgeführt werden muss. Im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung wird ebenso geprüft, ob es zu signifikanten Änderungen von Rahmenbedingungen gekommen ist, die bei der Aktualisierung des Wärmeplans zu berücksichtigen sind.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt Österreich, „Erneuerbare Energien,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.at/energie/erneuerbare-energie>. [Zugriff am 23 November 2024].
- [2] Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz, *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG)*, 2024.
- [3] Europäisches Parlament, „Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat>. [Zugriff am 23 Dezember 2024].
- [4] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, „3D-Gebäudemodelle LoD2 Deutschland (LoD2-DE),“ 2024. [Online]. Available: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/3d-gebauemodelle-lod2-deutschland-lod2-de.html>. [Zugriff am 23 September 2024].
- [5] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)*, 2024.
- [6] Umwelt Bundesamt, „Erneuerbare Energien in Zahlen,“ 05 März 2026. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>. [Zugriff am 26 März 2026].
- [7] Bayerisches Staatsministerium für Digitales, „BayernPortal - Markt Ludwigschorgast,“ 2026. [Online]. Available: <https://www.bayernportal.de/dokumente/behoerde/84441520630/ortsteile>. [Zugriff am 29 März 2026].

- [8] DB Fernverkehr AG, „Streckenkarten & Liniennetzpläne,“ 2026. [Online]. Available: <https://www.bahn.de/service/fahrplaene/streckennetz>. [Zugriff am 26 März 2026].
- [9] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), „Hintergrundkarte "Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0,“ 2024. [Online]. Available: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/karten-des-bkg.html>. [Zugriff am 04 Dezember 2024].
- [10] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „AVEn - Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorgehen,“ 2025. [Online]. Available: https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/recht/bayern/441/aven-verordnung-zur-ausfuehrung-energiewirtschaftlicher-vorschriften. [Zugriff am 23 März 2025].
- [11] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen*, 2021 (mit Änderungen von 2022).
- [12] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmeneze "BEW",“ 18 August 2022. [Online]. Available: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/LqynJ78mbcSrTH7LL83/content/LqynJ78mbcSrTH7LL83/BAanz%20AT%2018.08.2022%20B1.pdf?inline>. [Zugriff am 14 November 2024].
- [13] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen,“ 29 Dezember 2023. [Online]. Available: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html. [Zugriff am 14 November 2024].
- [14] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Struktur der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG),“ 2023. [Online]. Available:

https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/struktur-beg.pdf?__blob=publicationFile&v=2. [Zugriff am 14 November 202].

- [15] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)*, 2023.
- [16] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, *Richtlinien zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien und der Vermeidung von Kohlendioxidemissionen durch Biomasseheizwerke und zugehörige Wärmenetze (Förderprogramm BioWärme Bayern)*, 2023.
- [17] I. f. E.-. u. U. H. g. ifeu, Öko-Institut e.V., I. f. E. u. R. E. (. Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG und F.-I. f. S.-. u. I. I. , Leitfaden Wärmeplanung, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [18] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Gebäude- und Wohnungsbestand: Gemeinden, Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche, Stichtag,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=0&levelid=1744711126673&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=31231-001r&auswahlte>. [Zugriff am 23 November 2025].
- [19] Nexiga GmbH, „Daten,“ 2024.
- [20] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Zensus Atlas 2022,“ 2022. [Online]. Available: <https://atlas.zensus2022.de/>. [Zugriff am 02 März 2026].
- [21] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht>. [Zugriff am 02 Februar 2026].

- [22] bayernwerk Netz GmbH, „Gasdaten zur Kommunalen Wärmeplanung - Ludwigschorgast,“ 2025.
- [23] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas), „Wasserstoff-Kernnetz,“ 2024. [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>. [Zugriff am 10 Januar 2025].
- [24] Bundesnetzagentur, „Bundesnetzagentur genehmigt Wasserstoff-Kernnetz,“ 22 Oktober 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/2024102_2_H2Kernnetz.html. [Zugriff am 10 Januar 2025].
- [25] bayernwerk Netz GmbH, „Gasdaten zur Kommunalen Wärmeplanung - Ludwigschorgast,“ 2024.
- [26] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW), „Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung,“ 2021. [Online]. Available: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf. [Zugriff am 06 Dezember 2024].
- [27] Bundesnetzagentur, „Bundesnetzagentur veröffentlicht Daten zum Strommarkt 2024,“ 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2025/2025010_3_smard.html. [Zugriff am 08 Januar 2026].
- [28] Landtag des Freistaates Bayern, *Bayerisches Klimaschutzgesetz*, 2020.
- [29] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt der Justiz, *Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG)*, 2023.
- [30] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), „Erzeugung erneuerbarer Energie in Grundwasserschutzgebieten - Ausbau fördern und Trinkwasserressourcen

- schützen,“ 19 April 2023. [Online]. Available: <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/stellungnahmen/dvgw-position-20230419-erneuerbare-energien-wasserschutzgebiete.pdf>. [Zugriff am 25 November 2024].
- [31] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „UmweltAtlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de>. [Zugriff am 05 März 2025].
- [32] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Geodatendienste,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index.htm>. [Zugriff am 21 November 2024].
- [33] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Natura 2000 Gebiete,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete>. [Zugriff am 21 Februar 2025].
- [34] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), „Hintergrundkarte "Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0,“ 2025. [Online]. Available: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/karten-des-bkg.html>. [Zugriff am 04 Februar 2025].
- [35] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Geodatendienste,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index.htm>. [Zugriff am 21 Februar 2025].
- [36] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Landschaftsschutzgebiete,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/landschaftsschutzgebiete>. [Zugriff am 24 November 2024].
- [37] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Naturparke,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/naturparke>. [Zugriff am 24 November 2024].

- [38] Bundesamt für Naturschutz, „Gesetzlich geschützte Biotope,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/gesetzlich-geschuetzte-biotope>. [Zugriff am 24 November 2024].
- [39] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege*, 2009.
- [40] Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, „Denkmalliste Ludwigschorgast,“ 2025. [Online]. Available: https://www.geodaten.bayern.de/denkmal_static_data/externe_denkmalliste/pdf/denkmalliste_merge_477135.pdf. [Zugriff am 11 Februar 2026].
- [41] M. Kaltschmitt, H. Hartmann und H. Horbauer, *Energie aus Biomasse*, Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.
- [42] Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle (BuVEG), „Sanierungsquote,“ 2024. [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>. [Zugriff am 10 Dezember 2024].
- [43] Bayerische Vermessungsverwaltung, „Energieatlas Bayern, Geobasisdaten,“ 2024. [Online]. Available: www.energieatlas.bayern.de. [Zugriff am 05 März 2025].
- [44] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, „Bohrpunktkarte Deutschland,“ 2025. [Online]. Available: <https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html?lang=de>. [Zugriff am 05 März 2026].
- [45] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „UmweltAtlas,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de>. [Zugriff am 21 Februar 2025].
- [46] Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE), „Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern,“ 2024. [Online]. Available:

<https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2024/04/Waermepumpen-an-Fliessgewaessern.pdf>. [Zugriff am 12 Januar 2026].

- [47] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Abfluss Bayern,“ 2026. [Online]. Available: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss>. [Zugriff am 26 März 2026].
- [48] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Wärmegewinnung aus Fließgewässern,“ Januar 2025. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get_pdf.htm?art_nr=lfu_was_00364. [Zugriff am 05 März 2025].
- [49] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst - Oberes Grundwasser-Stockwerk Bayern,“ 2026. [Online]. Available: <https://www.gkd.bayern.de/de/grundwasser/oberesstockwerk>. [Zugriff am 03 März 2026].
- [50] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „UmweltAtlas Bayern - digitale Hydrogeologische Karte,“ 2026. [Online]. Available: <https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de>. [Zugriff am 02 März 2026].
- [51] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, „Forstliche Übersichtskarte,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.fovgis.bayern.de/arcgis/services/fov/fuek/MapServer/WMServer?>. [Zugriff am 23 Dezember 2024].
- [52] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Abfallbilanz 2023 - Altholz,“ 2024. [Online]. Available: https://www.abfallbilanz.bayern.de/wertstoffe_stofflich_altholz.asp. [Zugriff am 23 Oktober 2024].
- [53] Bayerische Vermessungsverwaltung, „Energieatlas Bayern, Geobasisdaten,“ 2025. [Online]. Available: www.energieatlas.bayern.de. [Zugriff am 18 Januar 2026].

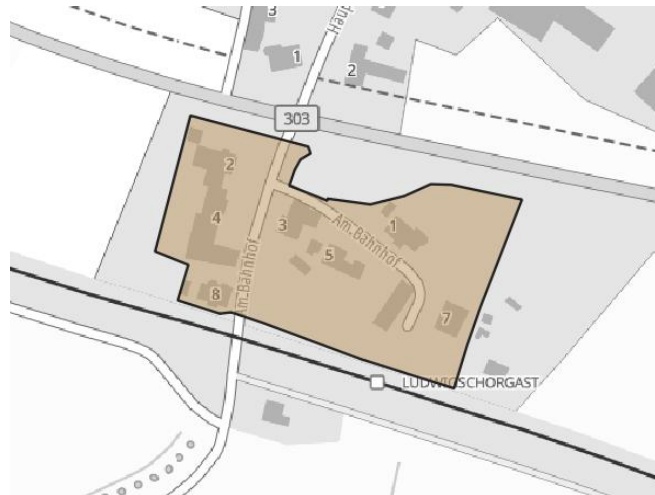
- [54] Bayerische Vermessungsverwaltung, „Energieatlas Bayern, Geobasisdaten,“ 2026. [Online]. Available: www.energieatlas.bayern.de. [Zugriff am 10 März 2026].
- [55] Verein Deutscher Ingenieure e.V., *VDI 2067 - Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung*, 2012-09.
- [56] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering, M. Pehnt und et al., „Bundesrecht: Wärmepanungsgesetz mit Leitfaden und Technikkatalog,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>. [Zugriff am 20 November 2024].
- [57] T. M. AELF Ingolstadt-Pfaffenhofen a.d.Ilm, Interviewee, *Einschätzung Biomassepotenziale im Landkreis Eichstätt*. [Interview]. 05 August 2024.
- [58] Bayerische Staatskanzlei, „Bayerisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG),“ 2020. [Online]. Available: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKlimaG>true>. [Zugriff am 21 September 2024].
- [59] Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, „Geoportal Bayern - Energiepotenzial aus Waldderbholz,“ 2025. [Online]. Available: <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/suche/suche?7&q=derbholz>. [Zugriff am 13 Dezember 2024].
- [60] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Abfluss Bayern,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss>. [Zugriff am 26 November 2024].
- [61] Bundesverband Geothermie, „Lexikon der Geothermie - Durchteufung,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/d/durchteufung>. [Zugriff am 13 Dezember 2024].

- [62] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Merkblatt Nr. 1.2/8 - Trinkwasserschutz bei Planung und Errichtung von Windkraftanlagen,“ 2012. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_128.pdf. [Zugriff am 21 November 2024].
- [63] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Merkblatt Nr. 1.2/9 - Planung und Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten,“ 2013. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_129.pdf. [Zugriff am 25 November 2024].
- [64] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Natura 2000 Gebiete,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete>. [Zugriff am 21 November 2024].
- [65] Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus, „Staatliche Förderung für waldbauliche Maßnahmen - Wegweiser für bayerische Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer,“ 2022. [Online]. Available: [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=1817143719&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%2708000216%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=1817143719&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%2708000216%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)). [Zugriff am 18 November 2024].
- [66] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Abfluss Bayern,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss>. [Zugriff am 26 März 2025].
- [67] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)*, 2009.
- [68] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Kehrbuchdaten Ludwigschorgast,“ 2023.

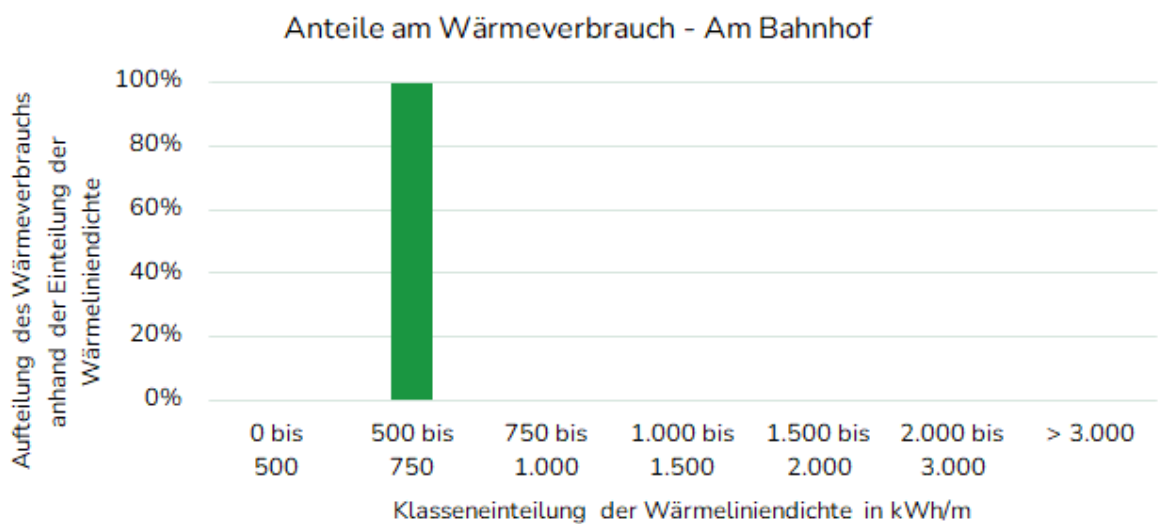
ANHANG

A. Anhang 1: Quartierssteckbriefe

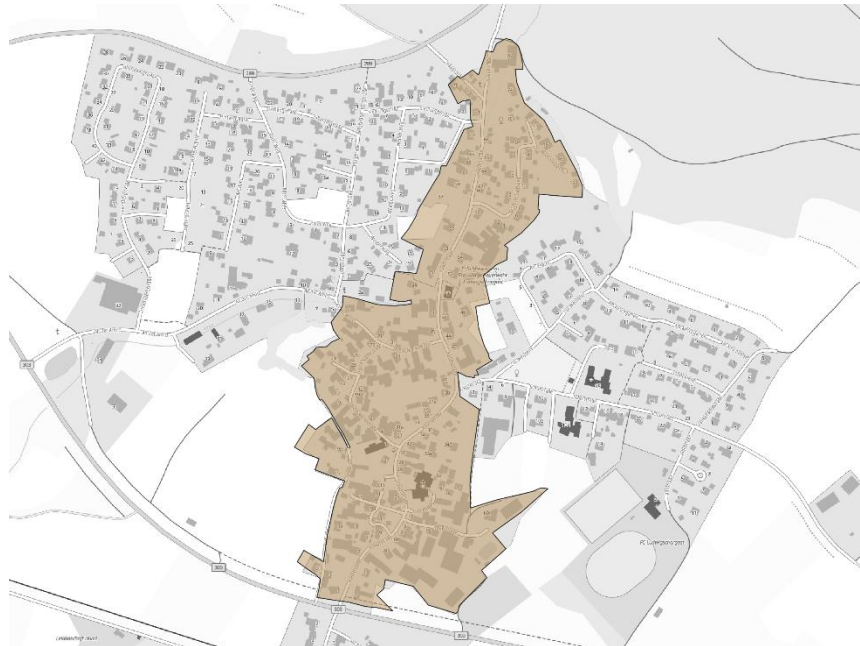
Am Bahnhof



Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand
Anzahl Gebäude	7
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	266 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	2,8%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	251 MWh (-5,5%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	2,9%
Wärmeliniedichte (100 % Anschlussquote)	729 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

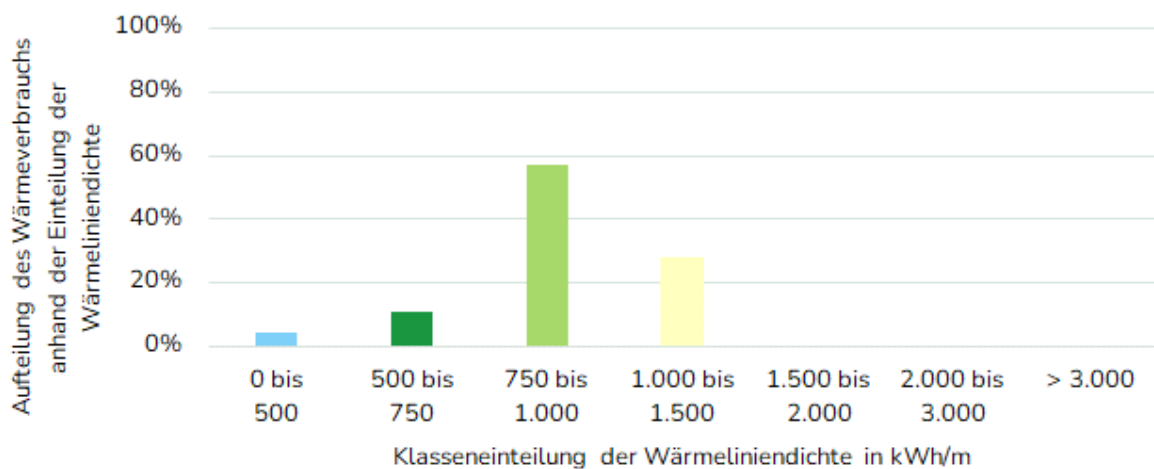


Ludwigschorgast Altort

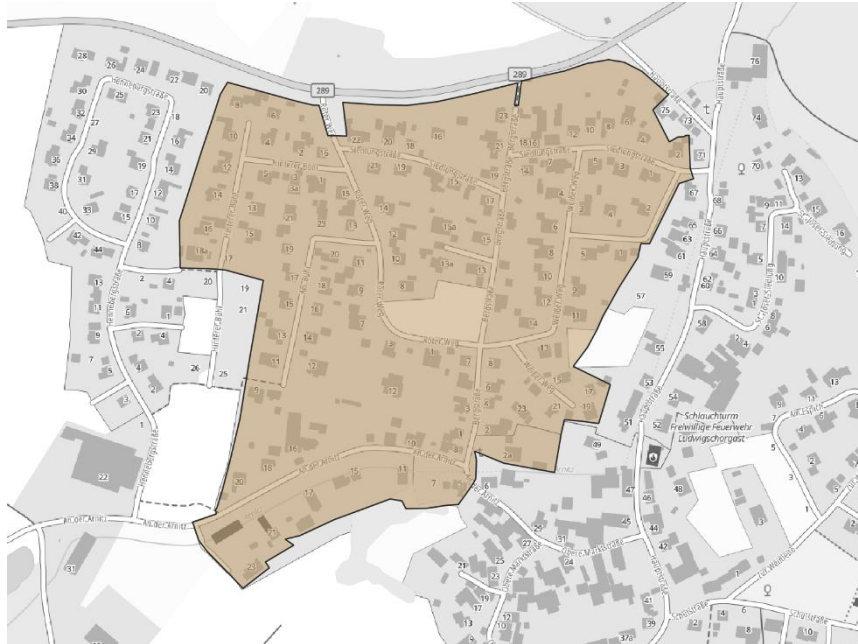


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	123
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	3.860 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	40,1%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.425 MWh (-11,3%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	39,7%
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	806 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet

Anteile am Wärmeverbrauch - Ludwigschorgast Altort

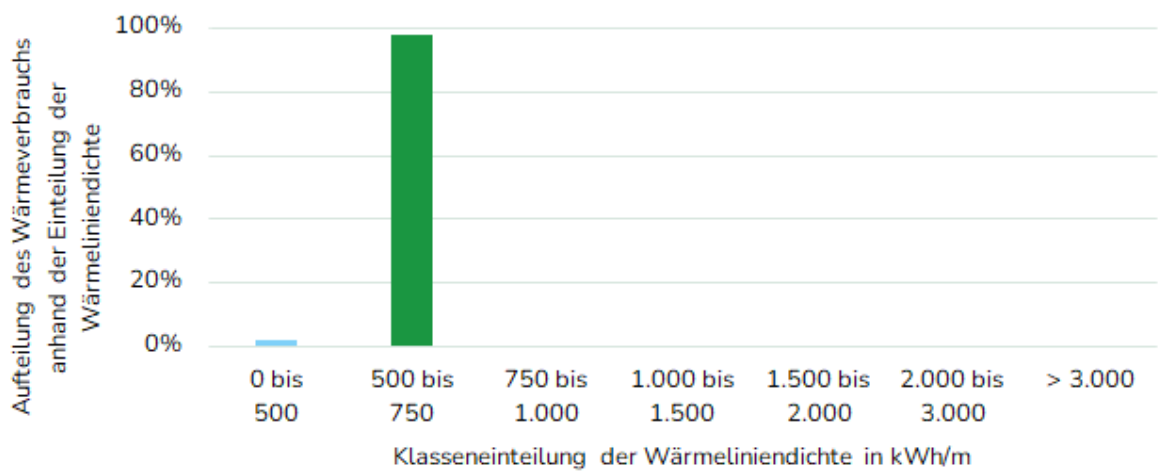


Ludwischorgast Nord



Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	114
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.902 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	30,1%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.555 MWh (-11,9%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	29,6%
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	653 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Prüfgebiet

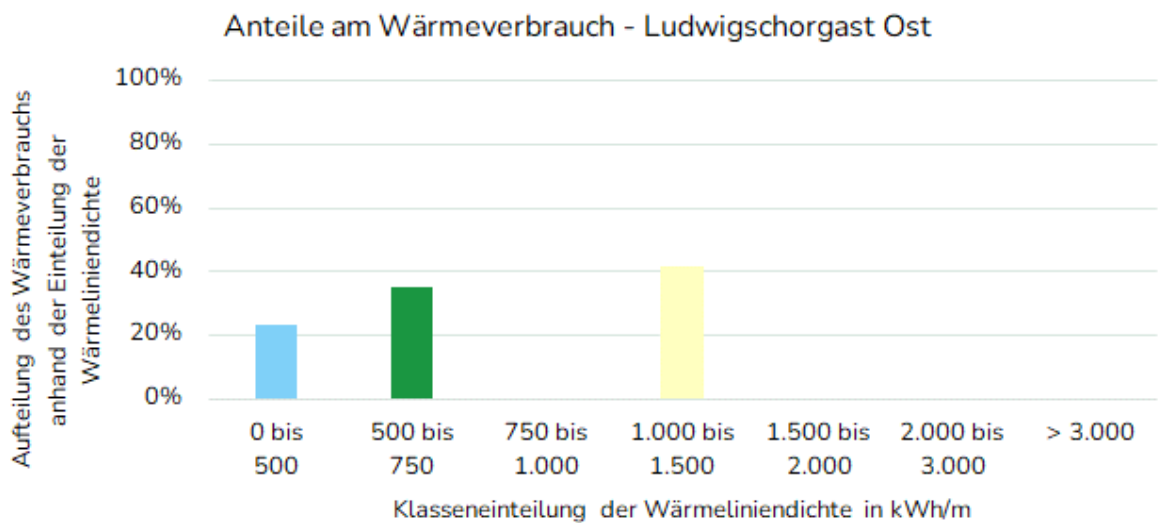
Anteile am Wärmeverbrauch - Ludwischorgast Nord



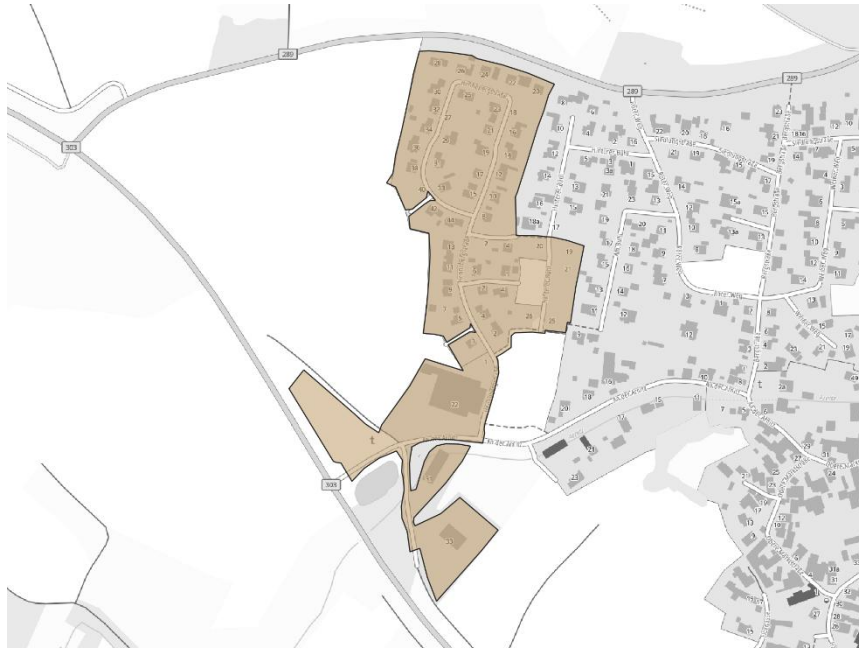
Ludwigschorgast Ost



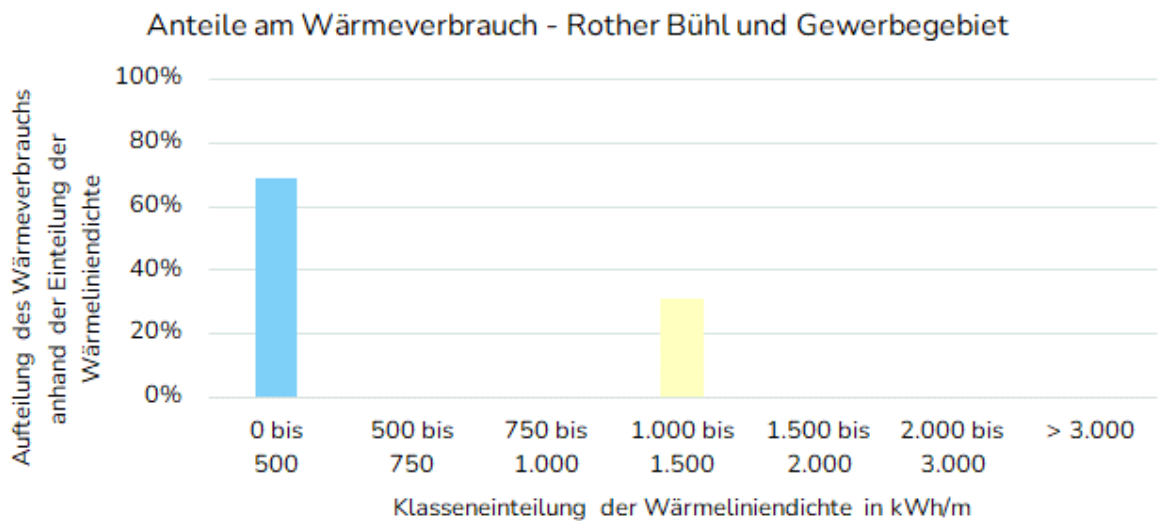
Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand
Anzahl Gebäude	75
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.860 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	19,3%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.739 MWh (-6,5%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	20,2%
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	588 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet



Rother Bühl und Gewerbegebiet



Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand
Anzahl Gebäude	48
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	739 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	7,7%
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	657 MWh (-11,0%)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	7,6%
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	362 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Prüfgebiet



B. Anhang 2: Maßnahmensteckbriefe

Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1: Schritt 1 für Wärmenetzneubaugebiete Ludwigschorgast Altort und Ludwigschorgast Ost		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	strategisch	Handlungsfeld: Wärmenetzausbau
<p>Beschreibung und Ziel:</p> <p>Für die im Wärmeplan als Wärmenetzneubaugebiete ausgewiesenen Quartiere Ludwigschorgast Altort und Ludwigschorgast Ost ist zur weiteren Analyse und Beurteilung eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur Neuerrichtung eines Wärmenetzes durchzuführen. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit wird dabei konkreter untersucht.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antragsstellung auf Förderung der Machbarkeitsstudie • ggf. Ausschreibung • Beauftragung eines Beratungsunternehmens oder eines Ingenieurbüros • Durchführung der Machbarkeitsstudie 		
Zeitraum:	kurzfristig	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune, potenzielle Netzbetreiber	
Betroffene Akteure:	Kommune, Netzbetreiber, Gebäudeeigentümer, Großverbraucher	
Kosten:	Sachkosten (für Machbarkeitsstudie), ggf. Personalkosten (je nach Umfang und Einbindung von Mitarbeitern)	
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushalts- bzw. Eigenmittel, Förderung nach BEW / Kommune, potenzielle Netzbetreiber	
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Nachschärfung der ermittelten wirtschaftlichen Parameter der Wärmenetzgebiete im Rahmen der Wärmeplanung, Konkretisierung der Parameter des Wärmenetzes und der Wärmeerzeuger	

Informationskampagne für dezentral versorgte Quartiere		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Kommunikativ	Handlungsfeld: dezentrale Versorgung
<p>Beschreibung und Ziel:</p> <p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde neben den für Wärmenetze geeigneten Gebieten auch Gebiete für dezentrale Versorgung identifiziert. Um die Immobilieneigentümer in diesen Quartieren zu unterstützen, ist eine Informationskampagne zu starten, die über Möglichkeiten zur umweltfreundlichen und klimaneutralen Wärmeversorgung informiert.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsveranstaltung zu Wärmetechnologien, aufzeigen verschiedener Möglichkeiten und Darstellung der wirtschaftlichen Vor-/Nachteile • Partnerschaft mit Energieberatern • Informationsveranstaltung zu technischer Umsetzung eines Heizungstausches in Zusammenarbeit mit Handwerksunternehmen • Informationsveranstaltung zu Sanierungsmöglichkeiten • Informationsveranstaltung zu Förderprogrammen zu Heizungstausch und Sanierung 		
Zeitraum:	Beginn Umsetzungsphase	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune, Energieberater	
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer	
Kosten:	Personal- und Sachkosten	
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushaltsmittel Kommune	
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	im besten Fall Erhöhung der Sanierungsquote, Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien an Wärmeerzeugung	

Unterstützung (potenzieller) Netzbetreiber bei Planung & Umsetzung		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Organisatorisch	Handlungsfeld: Wärmenetzausbau
<p>Beschreibung und Ziel:</p> <p>Zukünftig ist es möglich, dass Initiativen, auch aus der Bürgerschaft, zu Gebäude- und Wärmenetzen entstehen. Die Kommune kann dazu, als planungsverantwortliche Stelle, die Ergebnisse der Wärmeplanung mit (potenziellen) Netzbetreibern diskutieren und ggf. Daten für die weitere Untersuchungen liefern.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung zwischen Kommune und (potenziellen) Betreibern • Diskussion von Ergebnissen der Wärmeplanung und Einfluss auf eigene Planungen • bei Bedarf Datenübermittlung an (pot.) Betreiber (unter Beachtung des Datenschutzes) • Entscheidung, ob Planungen zu Gebäude- oder Wärmenetz weiter voranschreiten sollen • ggf. Anpassung des nächsten Wärmeplans hinsichtlich Wärmeversorgungsart der betroffenen Quartiere 		
Zeitraum:	kurz- und mittelfristig	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune	
Betroffene Akteure:	(potenzielle) Netzbetreiber	
Kosten:	-	
Finanzierung/Träger der Kosten:	-	
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Unterstützung potenzieller Betreiber und ggf. Erreichen Klimaneutralität bei möglicher Umsetzung	

Durchführung von Informationsveranstaltungen zu geplanten Wärmenetzen		Priorität:	mittel
Maßnahmentyp:	Kommunikativ	Handlungsfeld:	Wärmenetzausbau
<p>Beschreibung und Ziel:</p> <p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurden zwei Gebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Um Immobilieneigentümer in diesen Quartieren zu unterstützen, ist eine Informationskampagne zu organisieren, die über Möglichkeiten zur umweltfreundlichen und klimaneutralen Wärmeversorgung informiert.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsveranstaltung zu Wärmetechnologien, Heizungstausch, Sanierungsoptionen und geeigneten Fördermöglichkeiten • Austausch mit Energieberater-Netzwerken, ggf. Einbindung in Veranstaltungen 			
Zeitraum:	Ab Abschluss des Wärmeplans		
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune		
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer, Bürger		
Kosten:	Sachkosten		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushaltsmittel Kommune		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Idealerweise Erhöhung der Sanierungsquote, Senkung des Wärmebedarfs und Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien an Wärmeerzeugung		

Förderung interkommunaler Zusammenarbeit		Priorität: mittel
Maßnahmentyp: Organisatorisch	Handlungsfeld: Rahmenbedingungen	
<p>Beschreibung und Ziel: Da die Wärmeplanung in jeder Kommune Pflicht ist, ist es sinnvoll sich untereinander bei der Umsetzung zu beraten. Dies erfolgt bereits in der Verwaltungsgemeinschaft, kann aber auch Kommunen außerhalb dieser mit einbeziehen. Dafür sind regelmäßig Treffen zwischen Kommunen einzuberufen, um Erfolge, Misserfolge, Fortschritt und Koordination untereinander zu besprechen. Die Ergebnisse helfen jeder Kommune bei der Fortschreibung des Wärmeplans und tragen zur Verbesserung der Effizienz anderer Maßnahmen bei.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation und Durchführung regelmäßiger Treffen • Bericht Ergebnisse • Evaluation Ergebnisse • Anwendung Ergebnisse 		
Zeitraum:	mit teilnehmenden Kommunen abzustimmen	
Beteiligte:	Kommune	
Betroffene Akteure:	Nachbarkommunen, auch außerhalb der VG	
Kosten:	Sach- und Personalkosten	
Finanzierung / Träger der Kosten:	Kommunen	
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Effizienzsteigerung anderer Maßnahmen, Identifikation zusätzlicher Maßnahmen	