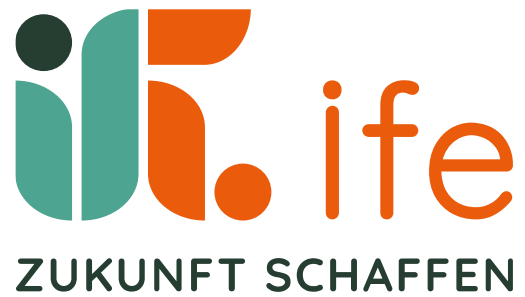


Kommunale Wärmeplanung

für die
Gemeinde Sand am Main



KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für die Gemeinde Sand am Main

Auftraggeber:

Gemeinde Sand am Main

Kirchplatz 2

97522 Sand am Main

Auftragnehmer:

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Bearbeitungszeitraum:

Februar 2024 bis März 2025

Projektleiter:

Patrick Dirr & Maximilian Siml

Bereich: Digitale Energiesysteme

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Nomenklatur.....	X
1 Einleitung.....	11
1.1 Die Gemeinde Sand am Main.....	11
1.2 Aufgabenstellung	12
2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Förderkulisse.....	14
2.1 Wärmeplanungsgesetz.....	14
2.1.1 Ablauf der Wärmeplanung.....	15
2.1.2 Vereinfachtes Verfahren nach § 22 WPG, Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung nach § 14 WPG	16
2.1.3 Anteile erneuerbare Energien in Wärmenetzen.....	17
2.1.4 Definition der Wasserstoffsorten	19
2.2 Gebäudeenergiegesetz	20
2.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze.....	22
2.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude.....	24
2.5 Förderung Kommunalrichtlinie Kommunale Wärmeplanung	25
3 Bestandsanalyse	29
3.1 Eignungsprüfung.....	29
3.2 Schutzgebiete.....	30
3.2.1 FFH-Gebiete	30
3.2.2 Vogelschutzgebiete.....	31
3.2.3 Landschaftsschutzgebiete.....	32

3.2.4	Naturparks.....	34
3.2.5	Biotope	35
3.2.6	Überschwemmungsgebiete.....	36
3.2.7	Bodendenkmäler	38
3.2.8	nicht vorhandene Schutzgebiete in Sand am Main	39
3.3	Gebäudebestand.....	39
3.4	Einteilung in Quartiere.....	39
3.5	Wärmeerzeugerstruktur	42
3.6	Wärmenetzinfrastruktur	44
3.7	Gasnetzinfrastruktur	44
3.8	Wasserstoffinfrastruktur	46
3.9	Wärmeverbrauch	51
3.10	Industrie und Gewerbe.....	53
3.11	Umfrage bei den Privathaushalten	54
3.12	Zwischenergebnisse Bestandsanalyse.....	56
4	Potenzialanalyse	61
4.1	Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen	62
4.2	Erneuerbare Energien.....	63
4.2.1	PV-Anlagen (Dachanlagen).....	63
4.2.2	PV-Anlagen (Freifläche)	65
4.2.3	Windkraftanlagen.....	65
4.3	Geothermische Potenziale	66
4.3.1	Erdsonden.....	66
4.3.2	Erdkollektoren.....	68
4.3.3	Grundwasserwärme.....	70

4.4	Fluss- oder Seewasser.....	72
4.5	Uferfiltrat.....	79
4.6	Abwärme.....	79
4.6.1	Industrie/ Großverbraucher.....	79
4.6.2	Abwasserkanäle.....	80
4.6.3	Kläranlage.....	81
4.7	Biomasse.....	81
4.8	Biogas.....	85
4.9	Wasserstoff.....	86
4.10	Zwischenfazit Potenzialanalyse.....	87
5	Zielszenario.....	90
5.1.1	Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien.....	90
5.1.2	Dimensionierung der Technologien.....	91
5.1.3	Kostenschätzung.....	91
5.1.4	Akteursbeteiligung – Runder Tisch.....	92
5.2	Zielszenario 2040.....	93
5.2.1	Voraussetzungen und Annahmen.....	93
5.2.2	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	93
5.2.3	Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete.....	98
5.2.4	Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr.....	98
5.2.5	Optionen für künftige Wärmeversorgung.....	103
5.2.6	Energiebilanz im Zielszenario.....	106
5.2.7	Treibhausgasbilanz im Zielszenario.....	112
6	Wärmewendestrategie.....	113
6.1	Maßnahmen und Umsetzungsstrategie.....	114

6.1.1	Beispielhafter Maßnahmensteckbrief.....	115
6.1.2	Priorisierte nächste Schritte.....	116
6.1.3	Beispielhafter Quartierssteckbrief.....	119
6.2	Verstetigungsstrategie.....	121
6.2.1	Controlling-Konzept.....	123
6.2.2	Kommunikationsstrategie.....	128
7	Zusammenfassung.....	131
8	Anhang.....	135
A.	Anhang 1: Quartierssteckbriefe.....	135
B.	Anhang 2: Maßnahmensteckbriefe.....	153

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beplantes Gebiet der Gemeinde Sand am Main	12
Abbildung 2: Ablauf der Wärmeplanung nach § 13 WPG	15
Abbildung 3: Schematische Darstellung der Eignungsprüfung	16
Abbildung 4: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude	24
Abbildung 5: FFH-Gebiete in der Gemeinde Sand am Main.....	31
Abbildung 6: Vogelschutzgebiete in der Gemeinde Sand am Main.....	32
Abbildung 7: Landschaftsschutzgebiete in der Gemeinde Sand am Main.....	33
Abbildung 8: Naturparks in der Gemeinde Sand am Main.....	35
Abbildung 9: Biotope in der Gemeinde Sand am Main.....	36
Abbildung 10: Überschwemmungsgebiete in der Gemeinde Sand am Main	37
Abbildung 11: Bodendenkmäler in der Gemeinde Sand am Main.....	38
Abbildung 12: Einteilung der Kommune in vorläufige Quartiere	40
Abbildung 13: Einteilung der Quartiere nach dem Gebäudealter	41
Abbildung 14: Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps	42
Abbildung 15: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger	43
Abbildung 16: Gasnetzgebiete.....	45
Abbildung 17: Genehmigte Planung für das Wasserstoff-Kernnetz.....	47
Abbildung 18: Ausschnitt Wasserstoffkernnetz und Gemeinde Sand am Main.....	48
Abbildung 19: Einteilung der Quartiere nach dem Wärmebedarf.....	52
Abbildung 20: Heatmap in Abhängigkeit des Wärmebedarfs	53
Abbildung 21: Großverbraucher – Gewerbe/Industrie (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 2.7).....	54
Abbildung 22: Anschlussinteresse an einem Wärmenetz aus Umfrage.....	55

Abbildung 23: Anteil der Rückmeldungen mit Wärmepumpe aus Umfrage.....	56
Abbildung 24: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1).....	57
Abbildung 25: Treibhausgasemissionen nach Energieträger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1)	58
Abbildung 26: Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1).....	58
Abbildung 27: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieverbrauch für Wärme (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.2).....	59
Abbildung 28: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.5)	60
Abbildung 29: Übersicht über den Potenzialbegriff.....	61
Abbildung 30: PV-Potenzial auf Dachflächen nach Gebäudenutzungsart.....	64
Abbildung 31: Potenziale für Freiflächenanlagen.....	65
Abbildung 32: Potenziale für Erdwärmesonden	67
Abbildung 33: Potenziale für Erdwärmekollektoren.....	69
Abbildung 34: Potenziale für Grundwasserwärmepumpen und bestehende Grundwasserwärmepumpen	71
Abbildung 35: Flusswasserverlauf des Mains innerhalb der Gemeinde	73
Abbildung 36: Lage der Messstelle Trunstadt.....	73
Abbildung 37: Viertelstündliche Temperaturdaten des Mains von 2018 bis 2023.....	74
Abbildung 38: Jahresdauerlinie der Temperatur des Mains von 2018 bis 2023	75
Abbildung 39: Viertelstündliche Abflussdaten des Mains von 2018-2023	76
Abbildung 40: Verlauf der Umweltenergie pro Jahr in Abhängigkeit des Entnahmeanteils am MNQ und der Temperaturspreizung am Wärmetauscher im Vergleich zum jährlichen Raumwärmeverbrauch der gesamten Gemeinde.....	78

Abbildung 41: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Bayern	83
Abbildung 42: Jahresdauerlinie Grünstrom aus privilegierten PV-Freiflächen und Elektrolyseur	86
Abbildung 43: Gegenüberstellung Biomasse- und Biogaspotenzial mit Endenergieverbrauch für Wärme	89
Abbildung 44: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2030.....	94
Abbildung 45: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2035.....	96
Abbildung 46: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Zieljahr 2040.....	97
Abbildung 47: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2045.....	97
Abbildung 48: Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (nach Anlage 2 WPG Abs. IV).....	98
Abbildung 49: Eignung für dezentrale Wärmeversorgung (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)	100
Abbildung 50: Eignung für Wasserstoffnetzgebiet (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)	101
Abbildung 51: Eignung für Wärmenetzgebiet (nach Anlage 2 WPG Abs. IV).....	102
Abbildung 52: Umsetzungswahrscheinlichkeit der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)	103
Abbildung 53: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträger in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 1)	106
Abbildung 54: Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 1)	107
Abbildung 55: Anteil leitungsgebundener Wärme am gesamten Endenergieverbrauch in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 4).....	107
Abbildung 56: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträger in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 3)	108
Abbildung 57: Erdgasverbrauch für Heizzwecke in den Stützjahren.....	109

Abbildung 58: Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 7)	110
Abbildung 59: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 5)	110
Abbildung 60: Überschneidung von Wärmenetzgebieten mit Gebieten mit bestehendem Gasnetz	111
Abbildung 61: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 2)	112
Abbildung 62: Beispielhafte Schritte nach der Wärmeplanung	113
Abbildung 63: Quartier „Sand Mitte“ mit „Am Sportfeld“	115
Abbildung 64: Beispielhafter Umsetzungsprozess einer Baumaßnahme der Wärmeplanung (in Anlehnung an adelphi).....	118
Abbildung 66: Beispielhafte Darstellung eines Wärme-Dashboards im Rahmen der Controlling-Strategie.....	127

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wärmenetze nach § 3 WPG.....	15
Tabelle 2: Wasserstoffsorten nach WPG.....	19
Tabelle 3: Umweltleistung am Wärmetauscher in kW in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge und Temperaturspreizung am Wärmetauscher	77
Tabelle 4: Biomassepotenzial.....	82
Tabelle 5: Theoretisches Biogaspotenzial.....	85
Tabelle 6: Übersicht der Potenziale.....	88
Tabelle 7: Aufteilung des Wärmeverbrauchs anhand der Einteilung der Wärmeliniendichte der Quartiere des Zielszenarios	135

Nomenklatur

AELF	Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BayKlimaG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BHO	Bundshaushaltsverordnung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EW	Einwohnerwert
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
GWh	Gigawattstunde
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg KEA-BW
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KRL	Kommunalrichtlinie
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWP	Kommunale Wärmeplanung
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LoD2	Gebäudemodelle des Level of Detail 2
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
MWh	Megawattstunde
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz

1 Einleitung

Das nachfolgende Projekt der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Sand am Main wurde gemeinsam mit der **Gemeinde Sand am Main**, den **relevanten lokalen Akteuren** sowie dem **Institut für Energietechnik IfE GmbH** im Zeitraum vom Februar 2024 bis März 2025 bearbeitet. Das Ziel des Projekts bestand in der Entwicklung des Wärmeplans für die Gemeinde Sand am Main. Grundlage bildete das Wärmeplanungsgesetz, welches zum 01.01.2024 in Kraft trat.

Die **bundesweite kommunale Wärmeplanung** soll im Rahmen der Energiewende den Einsatz von erneuerbaren Energien (Anm.: oder unvermeidbarer Abwärme – nachfolgend immer als „erneuerbaren Energien“ bezeichnet) im Wärmesektor beschleunigen und erhöhen. Die Transformation des Wärmesektors ist im Vergleich zum Stromsektor komplexer, da für jede Region individuelle und bezahlbare Lösungen zu erarbeiten sind. Weiterhin ist der Aufbau von Wärmenetzen in Bestandsgebieten ein hoher infrastruktureller Aufwand.

Das bearbeitete Projekt soll für vergleichbare Kommunen im **ländlichen Bereich** mit kleineren Ortsteilen als ein **möglicher Leitfaden** dienen.

1.1 Die Gemeinde Sand am Main

Die Gemeinde Sand am Main liegt im unterfränkischen Landkreis Haßberge, direkt am Main und nordwestlich von Bamberg. Sie grenzt an den Naturpark Steigerwald. Sand am Main besteht aus den Ortsteilen Sand, Wörth und Siedlung. Südlich des Gemeindegebiets verläuft die A70, die eine schnelle Anbindung an Städte wie Bamberg und Schweinfurt bietet. Zum Stand Dezember 2023 hatte Sand am Main 3.109 Einwohner. In der nachfolgenden Abbildung 1 sind die Verwaltungsgrenzen und ein Luftbild der Gemeinde dargestellt.

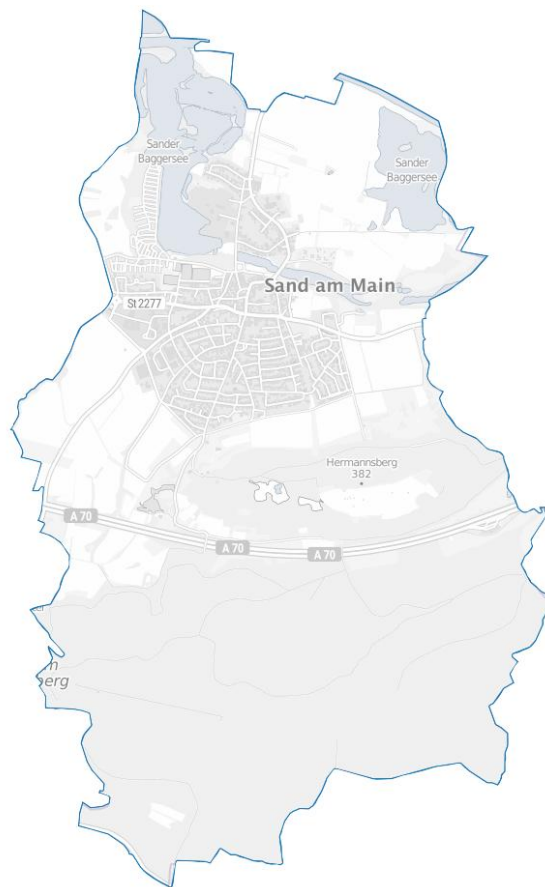


Abbildung 1: Beplantes Gebiet der Gemeinde Sand am Main

Im nachfolgenden wird der Begriff „Quartier“ für die „beplanten Teilgebiete“ als Synonym für zusammengefasste Straßenzüge verwendet.

1.2 Aufgabenstellung

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

Zusammenfassend soll die Wärmeplanung für die Gemeinde Sand am Main folgendes leisten:

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

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

- **Ausbaugarantien** für alle dargestellten Wärmenetzgebiete
- **Anschluss- und Termingarantien** an das Fernwärmenetz
- **Beschluss** und **Durchführung** aller vorgeschlagenen Maßnahmen
- **Garantie** für die grob **geschätzten Kosten** der Wärmeversorgung

2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Förderkulisse

In nachfolgendem Kapitel werden die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen sowie relevante Förderprogramme dargestellt. Die nachfolgende Auflistung soll einen Ausblick geben und ersetzt keine individuelle Beratung und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Hierbei wird zunächst auf das Wärmeplanungsgesetz (WPG) und anschließend die beiden Förderprogramme Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und die Kommunalrichtlinie zur Förderung der Kommunalen Wärmeplanung (KLR) eingegangen.

2.1 Wärmeplanungsgesetz

Das WPG ist am 01.01.2024 in Kraft getreten und somit sind zunächst alle Bundesländer zur Durchführung der Wärmeplanung gesetzlich verpflichtet. Diese Pflicht wird mittels Landesrechts nun auf die Kommunen (Städte und Gemeinden) übertragen. Zum 2. Januar 2025 trat die bayerische Verordnung diesbezüglich in Kraft.

Die vorliegende Wärmeplanung ist nach § 5 WPG später als bestehender Wärmeplan **anzuerkennen**, wenn **nachfolgende Kriterien** erfüllt sind:

1. am 1. Januar 2024 ein Beschluss oder eine Entscheidung über die Durchführung der Wärmeplanung vorliegt,
2. spätestens bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 der Wärmeplan erstellt und veröffentlicht wurde und
3. die dem Wärmeplan zu Grunde liegende Planung mit den Anforderungen dieses Gesetzes im Wesentlichen vergleichbar ist.

Nachfolgend sind in Tabelle 1 sind die unterschiedlichen Wärmenetzkategorien nach § 3 WPG unterteilt.

Tabelle 1: Wärmenetze nach § 3 WPG

<i>Bezeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>
<i>Wärmenetzverdichtungsgebiet</i>	beplante Teilgebiete, in denen 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,
<i>Wärmenetzausbauggebiet</i>	beplante Teilgebiete, in denen es bislang kein Wärmenetz gibt und die durch den Neubau von Wärmeleitungen erstmals an ein bestehendes Wärmenetz angeschlossen werden sollen
<i>Wärmenetzneubaugebiet</i>	beplante Teilgebiete, die an ein neues Wärmenetz nach Nummer 7 angeschlossen werden sollen

2.1.1 Ablauf der Wärmeplanung

Mithilfe des § 13 WPG wird der Ablauf einer Wärmeplanung definiert. Dieser ist nachfolgend in Abbildung 2 abgebildet.

**Abbildung 2: Ablauf der Wärmeplanung nach § 13 WPG**

Wärmeplanungen nach dem WPG starten mit dem Beschluss zur Durchführung im Gremium. Anschließend folgt mit § 14 die **Eignungsprüfung** (siehe Abbildung 3), deren Ergebnisse einzelne Gebiete und Ortsteile bereits für die leitungsgebundene Versorgung ausschließen können. Anschließend folgt mit § 15 die **Bestandsanalyse**, gefolgt von § 16 **Potenzialanalyse**. Im Weiteren kann nun zusammen mit der planungsverantwortlichen Stelle die Erarbeitung von **Zielszenarien** und der Ableitung der **Wärmewendestrategie** mit entsprechenden Maßnahmen erfolgen. Alle einzelnen Arbeitspakete sollen nach dem WPG im Internet veröffentlicht werden, um der Öffentlichkeit und den betroffenen Akteuren die Möglichkeit zu geben, den Prozess begleiten, sowie geeignete Stellungnahmen abgeben zu können.

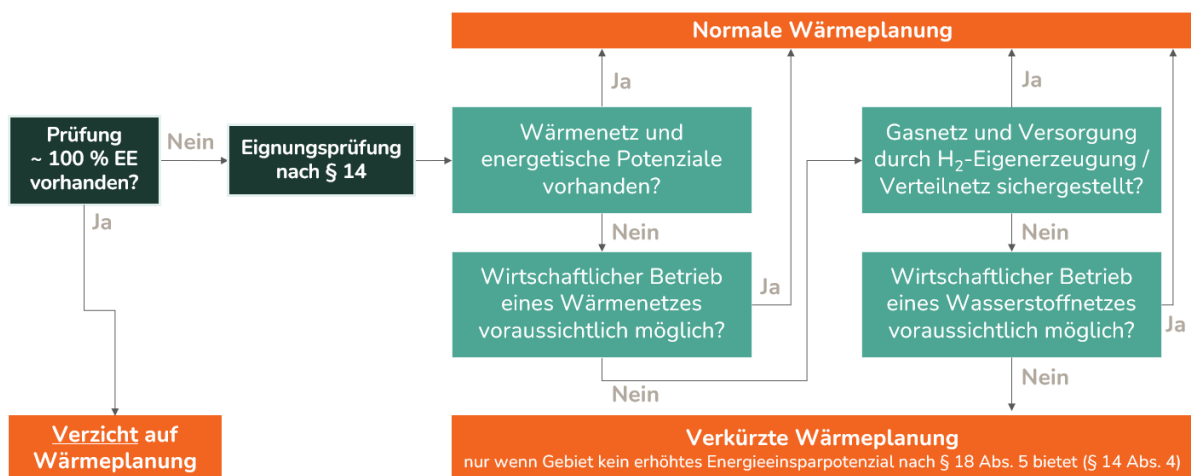


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Eignungsprüfung

2.1.2 Vereinfachtes Verfahren nach § 22 WPG, Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung nach § 14 WPG

Sofern ein Land nach Maßgabe des § 4 Absatz 3 ein **vereinfachtes Verfahren** für die Wärmeplanung vorsieht, kann es hierzu insbesondere

1. den **Kreis der nach § 7 zu Beteiligten reduzieren**, wobei den Beteiligten nach § 7 Absatz 2 mindestens Gelegenheit zur Stellungnahme gegeben werden soll;
2. in Ergänzung zur Eignungsprüfung nach § 14 für Teilgebiete **ein Wasserstoffnetz ausschließen**, wenn

1. für das Teilgebiet ein Plan im Sinne von § 9 Absatz 2 vorliegt oder
2. dieser sich in Erstellung befindet und die Versorgung über ein Wärmenetz wahrscheinlich erscheint.

Das verkürzte Verfahren kann durch die planungsverantwortliche Stelle wie folgt nach § 14 WPG umgesetzt werden.

Für ein Gebiet oder ein Teilgebiet nach den oben genannten Absätzen kann eine **verkürzte Wärmeplanung** durchgeführt werden, bei der die Bestimmungen der §§ 15 und 18 nicht anzuwenden sind. Ein Teilgebiet, für das eine verkürzte Wärmeplanung erfolgt, wird im Wärmeplan als **voraussichtliches Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung** unter Dokumentation der Ergebnisse der Eignungsprüfung dargestellt. Im Rahmen der Potenzialanalyse gemäß § 16 sind nur diejenigen Potenziale zu ermitteln, die für die Versorgung von Gebieten für die dezentrale Versorgung nach § 3 Absatz 1 Nummer 6 in Betracht kommen. Satz 1 gilt nicht für Gebiete nach § 18 Absatz 5 und die hierfür notwendige Bestandsanalyse § 15. Die planungsverantwortliche Stelle kann für die Gebiete nach Satz 1 eine Umsetzungsstrategie nach § 20 entwickeln.

2.1.3 Anteile erneuerbare Energien in Wärmenetzen

Nach § 29 Abs. 1 WPG gelten für **bestehende** Wärmenetze nachfolgende Anteile an erneuerbaren Energien:

1. ab dem **1. Januar 2030** zu einem Anteil von **mindestens 30 Prozent** 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

Eine Fristverlängerung kann unter Umständen erfolgen.

Nach § 30 WPG muss die jährliche Nettowärmeerzeugung für **neue** Wärmenetz vor 2045 wie folgt erzeugt werden:

1. Jedes neue Wärmenetz muss abweichend von § 29 Absatz 1 Nummer 1 ab dem 1. März 2025 zu einem Anteil von **mindestens 65 %** 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 %** begrenzt.

Nach § 31 WPG muss die jährliche Nettowärmeerzeugung für **jedes** Wärmenetz ab 2045 wie folgt erzeugt werden:

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.
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 %** begrenzt.

Wichtig: Für die Förderung beim Aufbau neuer Wärmenetze bzw. der Erweiterung bestehender Wärmenetze sind u.U. höhere Anforderungen an den Anteil aus erneuerbaren Energien einzuhalten.

2.1.4 Definition der Wasserstoffsorten

In Tabelle 2 wird die Definition der **Wasserstoffsorten** nach **WPG** dargestellt. Diese umfassen blauen, orangenen, türkisen und grünen Wasserstoff.

Tabelle 2: Wasserstoffsorten nach WPG

<i>Bezeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>
<i>blauer Wasserstoff</i>	Wasserstoff aus der Reformierung von Erdgas, dessen Erzeugung mit einem Kohlenstoffdioxid-Abscheidungsverfahren und Kohlenstoffdioxid-Speicherungsverfahren gekoppelt wird
<i>oranger Wasserstoff</i>	Wasserstoff, der aus Biomasse oder unter Verwendung von Strom aus Anlagen der Abfallwirtschaft hergestellt wird
<i>türkiser Wasserstoff</i>	Wasserstoff, der über die Pyrolyse von Erdgas hergestellt wird
<i>grüner Wasserstoff</i>	Wasserstoff im Sinne des § 3 Absatz 1 Nummer 13b des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung einschließlich daraus hergestellter Derivate, sofern der Wasserstoff die Anforderungen des § 71f Absatz 3 des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung erfüllt

2.2 Gebäudeenergiegesetz

Ab dem 01.01.2024 muss grundsätzlich jede neu eingebaute Heizung (Neubau und Bestand, Wohnhäuser und Nichtwohngebäude) **mindestens 65 % erneuerbare Energien** nutzen. Eigentümer können den Anteil an erneuerbaren Energien nachweisen, indem sie entweder eine **individuelle Lösung** umsetzen **oder** eine **gesetzlich vorgesehene, pauschale Erfüllungsoption** frei wählen:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- eine elektrische Wärmepumpe,
- eine Hybridheizung (Kombination aus Erneuerbaren-Heizung und Gas- oder Ölkessel),
- eine Stromdirektheizung oder
- eine Heizung auf Basis von Solarthermie

Außerdem besteht unter bestimmten Bedingungen die Möglichkeit einer sogenannten „**H2-Ready**“-Gasheizung, die auf 100 % Wasserstoff umrüstbar ist. Für bestehende Gebäude steht zusätzlich noch eine Biomassenheizung oder Gasheizung zur Auswahl, die nachweislich erneuerbare Gase nutzt (mind. 65 % Biomethan, biogenes Flüssiggas oder Wasserstoff).

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) soll die **Bürger sowie Unternehmen** über bestehende und **zukünftige Optionen** zur Wärmeversorgung vor Ort **informieren**. Dabei soll der kommunale Wärmeplan die Bürger bei ihrer **individuellen Entscheidung** hinsichtlich ihrer zu wählende Heizungsanlage **unterstützen**. Die Fristen – bezüglich der Vorgabe eines solchen Wärmeplans – sind von der Einwohnerzahl abhängig. Grundsätzlich muss die Kommune aber bis **spätestens Mitte 2028 (Großstädte 2026)** festlegen, wo in den kommenden Jahren Wärmenetze oder auch klimaneutrale Gasnetze entstehen oder ausgebaut werden. Dieses Vorgehen soll durch ein Gesetz zur kommunalen Wärmeplanung mit bundeseinheitlichen Vorgaben befördert werden.

Bestehende Heizungen können **weiter betrieben** werden. Wenn eine Gas- oder Ölheizung **kaputt** geht, **darf sie repariert** werden. Sollte diese aber **irreparabel** defekt sein - sogenannte

Heizungshavarie - oder **über 30 Jahre alt** (bei einem Kessel mit konstanten Temperaturen) sein, dann gibt es **pragmatische Übergangslösungen** und **mehrjährige Übergangsfristen** (drei Jahre; bei Gasetagen bis zu 13 Jahre). **Vorrübergehend** darf eine (auch gebrauchte) fossil betriebene Heizung – auch nach dem 01.01.2024 und bis zum Ablauf der Fristen für die kommunale Wärmeplanung – eingebaut werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass diese **ab 2029** einen steigenden **Anteil an erneuerbaren Energien** haben müssen:

- 2029 (mind. 15 %)
- 2035 (mind. 30 %)
- 2040 (mind. 60 %)
- 2045 (mind. 100 %)

Nach dem Auslaufen der Fristen für die kommunale Wärmeplanung im **Jahr 2026** bzw. **2028** können im Grunde auch weiterhin Gasheizungen verbaut werden, sofern sie mit **65 % grünen Gasen** betrieben werden. **Enddatum** für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der **31.12.2044**. Eigentümer können in Härtefällen eine Befreiung von der Pflicht zum Heizen mit erneuerbaren Energien erlangen.

Bei Eigentümern, die das 80. Lebensjahr vollendet haben und ein Gebäude mit bis zu sechs Wohnungen selbst bewohnen, soll im Havariefall die Pflicht zur Umrüstung entfallen. Das Gleiche gilt beim Austausch von Etagenheizungen für Wohnungseigentümer, die 80 Jahre und älter sind und die Wohnung selbst bewohnen. Im Einzelfall wird beachtet, ob die notwendigen Investitionen verhältnismäßig angemessen zum Ertrag oder zum Wert des Gebäudes stehen. Dabei spielen auch die Preisentwicklung und Fördermöglichkeiten eine Rolle.

Es gibt eine **30 % Grundförderung** für alle und weitere Fördermittel für Spezialfälle. Wer frühzeitig auf erneuerbare Energien umsteigt, bekommt einen **20 % Geschwindigkeitsbonus**. Bei Eigentümern mit einem zu versteuernden Gesamteinkommen unter 40.000 €/a gibt es **zusätzlich einen 30 % einkommensabhängigen Bonus**. Die Förderungen können insgesamt auf **bis zu 70 %** Gesamtförderung addiert werden. Die Höchstförderungssumme ist auf **21.000 €** gedeckelt. Neben den Förderungen gibt es auch zinsgünstige Kredite für den Heizungsaustausch, sowie die Möglichkeit, die Kosten steuerlich geltend zu machen.

Für Mieter besteht ein Schutz vor Mietsteigerungen. Auf der einen Seite sollen die **Vermieter** in neue Heizungssysteme investieren und/oder alte Heizungen modernisieren, wofür sie in Zukunft bis zu **10 % der Modernisierungskosten** umlegen können. Jedoch müssen sie von dieser Summe eine staatliche Förderung abziehen und zusätzlich wird die Modernisierungsumlage auf **50 ct/Monat** u. m² gedeckelt.

2.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Im September 2022 wurde von der BAFA mit der „**Bundesförderung für effiziente Wärmenetze**“ (**BEW**) das bisher umfangreichste Förderprogramm für leitungsgebundene Wärmeversorgung eingeführt. Darin berücksichtigte Investitionsanreize für die **Einbindung** von **erneuerbaren Energien** und **Abwärme** in **Wärmenetze** sollen zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen führen und einen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele im Bereich der Energie- und Wärmeversorgung leisten. Darüber hinaus soll eine Wirtschaftlichkeit und preisliche Wettbewerbsfähigkeit von Wärmenetzen gegenüber anderen nachhaltigen Wärmeversorgungskonzepten garantiert werden. Bis zum Jahr 2030 kann somit jährlich der Zubau von bis zu 681 MW an erneuerbaren Wärmeerzeugern subventioniert werden, wodurch eine **Reduzierung der jährlichen Treibhausgasemissionen** um etwa 4 Mio. Tonnen möglich scheint.

Das Förderprogramm umfasst vier große, teilweise nochmals unterteilbare Module, welche größtenteils aufeinander aufbauen. Zu Beginn erfolgt über **Modul 1** bei neuen, zu planenden Wärmenetzen die Erstellung einer **Machbarkeitsstudie**, für bestehende Netze ist ein **Transformationsplan** zu erstellen. Darin ist im ersten Schritt eine Ist- sowie Soll-Analyse des Wärmenetz-Gebietsumgriffs durchzuführen, die lokale Verfügbarkeit diverser regenerativer Energiequellen zu prüfen und verschiedene Wärmeversorgungskonzepte ökologisch und ökonomisch zu bewerten. Im zweiten Schritt erfolgt die Bearbeitung der Leistungsphasen 2 – 4 nach HOAI. Im gesamten Modul 1 werden 50 % der Kosten, maximal 2.000.000 €, bezuschusst.

Modul 2 dient zur systemischen Förderung von Neubau- und Bestandsnetzen und kann ausschließlich nach Fertigstellung von Modul 1 bzw. dem Vorliegen einer konformen Machbarkeitsstudie oder eines Transformationsplanes beantragt werden. Neben der gesamten Anlagentechnik im Bereich der Wärmeverteilung und regenerativen Wärmeerzeugung sind auch sogenannte Umfeldmaßnahmen, wie beispielsweise die Errichtung von Anlagenaufstellungsflächen und Heizgebäuden, förderfähig. Über die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke können bis zu 40 % der Investitionskosten, maximal 100.000.000 €, über Bundesmittel subventioniert werden.

Für kurzfristig umzusetzende investive Maßnahmen in bestehenden Netzen besteht die Möglichkeit, ohne Vorliegen eines fertigen Transformationsplans, eine Subventionierung nach **Modul 3** zu beantragen. Hier muss dann wahlweise ein Transformationsplan nachgereicht oder das „Zielbild der Dekarbonisierung“ im Antragsverfahren aufgezeigt werden. Die Fördersätze aus Modul 2 sind entsprechend anzuwenden.

Werden über Modul 2 Investitionskosten für Solarthermie- oder Wärmepumpenanlagen gefördert, kann über **Modul 4**, bei Nachweis der Wirtschaftlichkeitslücke, eine Betriebskostenförderung beantragt werden. Diese wird in den ersten zehn Betriebsjahren gewährt und trägt für solar gewonnene Wärme pauschal 1 ct/kWh_{th}. Bei Wärmepumpen ist der Fördersatz vom eingesetzten Strom abhängig: Wird eigenerzeugter regenerativer Strom direkt genutzt, ergibt sich maximal ein Fördersatz von 3 ct/kWh_{th}. Wird die Wärmepumpe über netzbezogenen Strom betrieben, beträgt die Förderhöhe maximal 13,95 ct/kWh_{el}. Bei Nutzung beider Stromarten wird der gültige Fördersatz anteilmäßig ermittelt.

2.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude

Das Förderprogramm „**Bundesförderung für effiziente Gebäude**“ (**BEG**) ersetzt die CO₂-Gebäudesanierung (Energieeffizient Bauen und Sanieren), das Programm zur Heizungsoptimierung (HZO), das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) und das Marktanzreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Wärmemarkt (MAP) und ist auf die drei Bereiche Wohngebäude (WG), Nichtwohngebäude (NWG) und Einzelmaßnahmen (EM) aufgeteilt. Diese Unterteilung ist in Abbildung 4 dargestellt.

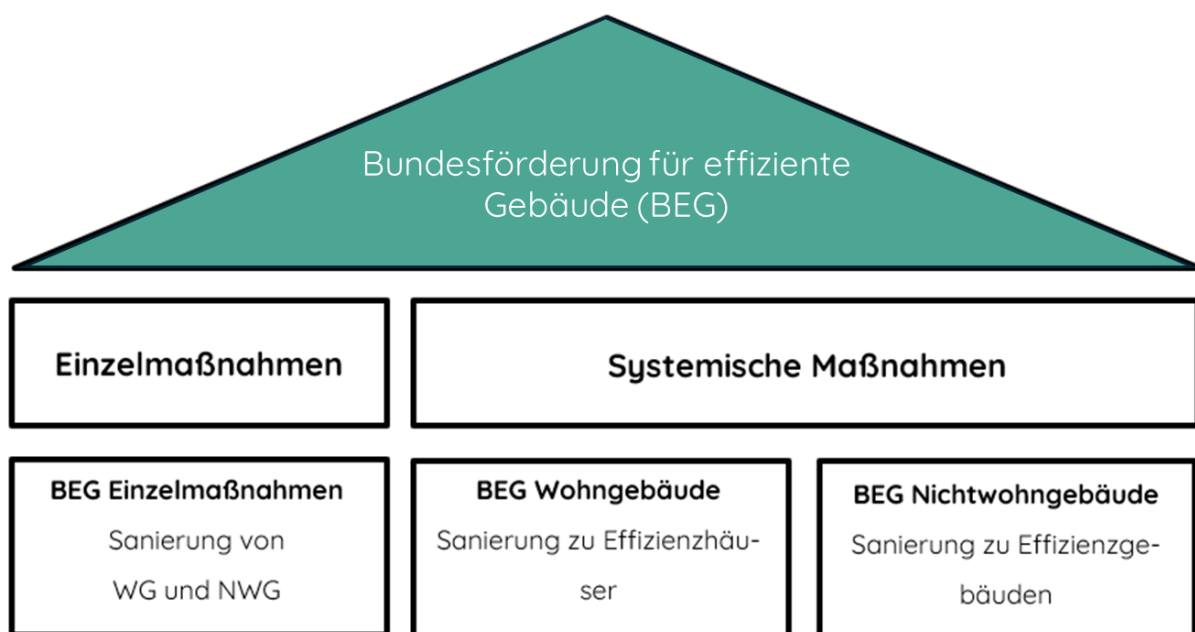


Abbildung 4: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz]

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude: Wohngebäude (**BEG WG**) und die Bundesförderung für effiziente Gebäude: Nichtwohngebäude (**BEG NWG**) bilden damit **kein direktes Fördermittel** für Anlagen zur **Wärmeerzeugung** oder **Wärmenetze**, geben jedoch interessante Anreize für die Sanierung von Gebäuden auf Effizienzhausniveau. Diese beiden Bereiche des Förderprogramms sind somit im vorliegenden Fall nicht relevant.

Durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen (**BEG EM**) werden jedoch auch Anlagen zur Wärmeerzeugung (**Heizungstechnik**) sowie die **Errichtung von Ge-**

bäudenetzen bzw. der **Anschluss** an ein **Gebäude- oder Wärmenetz** gefördert. Ein Gebäudenetz dient dabei der ausschließlichen Versorgung mit Wärme von bis zu 16 Gebäuden und bis zu 100 Wohneinheiten. Bei der Errichtung eines Gebäudenetzes ist das Netz selbst sowie sämtliche seiner Komponenten und notwendige Umfeldmaßnahmen förderfähig. Die Förderquoten richten sich nach dem Anteil Erneuerbarer Energien im Wärmenetz.

Für die **Errichtung eines Gebäudenetzes** beträgt die **Förderquote 30 %**, wenn das Gebäudenetz einen Anteil von **mindestens 65 % Erneuerbarer Energien** erreicht.

Der **Anschluss an ein Gebäudenetz** wird mit **30 %** gefördert, wenn das Gebäudenetz einen Anteil von **mindestens 65 % Erneuerbarer Energien** erreicht und dem Gebäudeeigentümer ausschließlich die Grundförderung nach BEG zugesprochen werden kann. Dies gilt für alle Nichtwohngebäude und alle nicht vom Gebäudeeigentümer genutzte Wohneinheiten. Mit **50 %** wird der Anschluss an ein Gebäudenetz gefördert, wenn das Gebäudenetz einen Anteil von mindestens 65 % Erneuerbarer Energien erreicht, der **Gebäudeeigentümer** des zu versorgenden Hauses **selbst bewohnt** und einen **Klimageschwindigkeitsbonus** abgreifen kann. Eine Förderung in Höhe von **70 %** ist möglich, falls das Gebäudenetz einen Anteil von mindestens 65 % Erneuerbarer Energien erreicht, der Gebäudeeigentümer des zu versorgenden Hauses selbst bewohnt, ein Klimageschwindigkeitsbonus abgegriffen werden kann und das **Bruttogehalt** des gesamten Haushalts **weniger als 40.000 EUR brutto** beträgt. **Begrenzt** ist der Fördersatz für **Wohngebäude** auf **30.000 EUR** (1. Wohneinheit), **15.000 EUR** (2. – 6. Wohneinheit) **und 7.000 EUR** für jede **weitere Wohneinheit**.

Für den Einbau von dezentralen, förderfähigen **Wärmeerzeugern** oder den **Anschluss** an ein **Wärmenetz** gelten **dieselben Fördersätze**.

2.5 Förderung Kommunalrichtlinie Kommunale Wärmeplanung

Der **Bund gewährt nach Maßgabe** der Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „**Kommunalrichtlinie**“ (**KRL**), der §§ 23, 44 der Bundeshaushaltsverordnung (BHO) sowie der Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zu den §§ 23, 44 BHO zur

Erreichung der Ziele dieser Richtlinie **Zuwendungen im Rahmen der Projektförderung**. Ein Rechtsanspruch des Antragstellers auf Gewährung der Zuwendung besteht nicht.

Gefördert wird die **Erstellung kommunaler Wärmepläne durch fachkundige externe Dienstleister**. Dabei förderfähige Maßnahmen sind der Einsatz fachkundiger externer Dienstleister zur Planerstellung und zu Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung und begleitende Öffentlichkeitsarbeit.

Förderfähig nach KRL sind nur Inhalte der kommunalen Wärmeplanung und folgende Aufgaben, die im **Technischen Annex der Kommunalrichtlinie** dargestellt sind:

- **Bestandsanalyse** sowie **Energie- und Treibhausgasbilanz** inkl. räumlicher Darstellung:
 - Gebäude- und Siedlungstypen unter anderem nach Baualtersklassen
 - Energieverbrauchs- oder Bedarfserhebungen
 - Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude
 - Wärme- und Kälteinfrastrukturen (Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher)
- **Potenzialanalyse** zur Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen und lokalen Potenzialen erneuerbarer Energien:
 - Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentliche Liegenschaften
 - Lokale Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale
- **Zielszenarien und Entwicklungspfade** müssen die aktuellen THG-Minderungsziele der Bundesregierung berücksichtigen. Dazu gehören detaillierte Beschreibungen der benötigten Energieeinsparungen, zukünftigen Versorgungsstrukturen und Kostenprognosen in Form von **Wärmevollkostenvergleichen** für typische Versorgungsfälle in der Kommune, sowohl für Einzelheizungen als auch für Fernwärmeversorgung.

Einsatz von Biomasse und nicht-lokalen Ressourcen:

Effiziente, ressourcenschonende und ökonomische Planung und Einsatz **nur dort** in der Wärmeversorgung, **wo vertretbare Alternativen fehlen**.

Biomasse:

Beschränkung der energetischen Nutzung **auf Abfall- und Reststoffe**. Die Nutzung kann **insbesondere bei lokaler Verfügbarkeit im ländlichen Raum vertretbar** sein.

Nicht-lokale Ressourcen sollten hinsichtlich ihrer Umwelt- und Klimaauswirkungen sowie der ökonomischen Vorteile und Risiken im Vergleich zu lokalen erneuerbaren Energien geprüft werden. Dabei sind insbesondere Transformationspläne und die Anbindung an Wasserstoffnetze zu berücksichtigen.

- **Entwicklung einer Strategie und eines Maßnahmenkatalogs** zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung inkl. **Identifikation von zwei bis drei Fokusgebieten**, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung **kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln** sind; für diese Fokusgebiete sind zusätzlich konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne zu erarbeiten.
- **Beteiligung sämtlicher betroffener Verwaltungseinheiten und aller weiteren relevanten Akteure**, insbesondere relevanter Energieversorger (Wärme, Gas, Strom), an der Entwicklung der Zielszenarien und Entwicklungspfade sowie der umzusetzenden Maßnahmen
- **Verfestigungsstrategie** 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** beträgt i.d.R. zwölf Monate. **Gesetzlich verpflichtend durchzuführende Maßnahmen** sind von der Förderung **ausgeschlossen**. Mit Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) zum 20.12.2023 entstand eine solche gesetzliche Verpflichtung, weshalb die **Förderung von Wärmeplänen im Rahmen der Kommunalrichtlinie zum Ende des Jahres 2023 auslief**. Dieses Projekt wurde noch im Rahmen eben jener Richtlinie durchgeführt.

3 Bestandsanalyse

Im nachfolgenden Kapitel werden die einzelnen Arbeitspakete zur **Bestandsanalyse** beschrieben. Diese gliedern sich u.a. in die Prüfung vorhandener **Schutzgebiete** (z.B. Wasser- oder Heilquellenschutzgebiete), in die Analyse des **Gebäudebestandes**, der vorhandenen **Infrastrukturen** sowie der **Umfrage** bei den Gebäudebesitzern.








3.1 Eignungsprüfung

Der in Abschnitt 2.1.1 (vgl. Abbildung 3) beschriebene Prozess zur Durchführung der Eignungsprüfung wird nachfolgend für die vorliegende Wärmeplanung beschrieben. Die Eignungsprüfung wurde nicht WPG-konform durchgeführt, da die Beauftragung der kommunalen Wärmeplanung vor der Veröffentlichung des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) erfolgte.

Wärmeliniendichte

Als eines der wesentlichen Bewertungskriterien für die Eignung eines Straßenzuges bzw. eines gesamten Quartiers wird die **Wärmeliniendichte (WLD)** definiert. Damit wird quantifiziert, welche **Wärmemenge pro Trassenmeter Wärmenetz** abgesetzt werden könnte. Grundlage hierfür sind die in 3.4 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 Wärmebedarf eines Straßenzuges in Relation zur Summe aus Länge der Straße und der Hausanschlussleitungen gesetzt.

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

Farbe	Klassen [kWh/(m*a)]
	0 – 500
	500 – 750
	750 – 1.000
	1.000 – 1.500
	1.500 – 2.000
	2.000 – 3.000
	> 3.000

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).

3.2 Schutzgebiete

Die örtlichen Schutzgebiete sind für die Bestands- und Potenzialanalyse von hoher Bedeutung. Im Rahmen der Wärmeplanung lenken sie in unterschiedlichster Weise die Ausgestaltung der Wärmewendestrategie. Dabei spiegeln die vorkommenden Schutzgebiete in ihrer Größe und Struktur sowie dem zu schützenden Gutes eine stets spezifische Ausprägung des Gemeindegebiets wider, mit der sich in jeder Wärmeplanung individuell befasst werden muss. Teilweise werden durch Schutzgebiete Lösungsansätze erschwert oder verhindert, zugleich zeigen Schutzgebiete dabei die Grenzen der umweltverträglichen Nutzung der regional vorkommenden Ressourcen auf. Im Rahmen der Schutzgüterabwägung ist desbezüglich zu beachten, dass einerseits Erneuerbare Energien nach § 2 Satz 1 EEG 2023 bzw. nach Art. 2 Abs. 5 Satz 2 Bayerisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) und andererseits Anlagen zur Erzeugung oder zum Transport von Wärme nach § 1 Abs. 3 GEG im überragenden öffentlichen Interesse liegen.

3.2.1 FFH-Gebiete

Flora-Fauna-Habitat-Gebiete bilden zusammen mit den Europäischen Vogelschutzgebieten das Schutzgebiet-Netzwerk „Natura 2000“. Die Umsetzung von Bauvorhaben ist in FFH-Gebieten erheblich 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, ist bei entsprechender Kompensation eine Umsetzung genehmigungsfähig.

In nachfolgender Abbildung 5 sind die FFH-Gebiete für das Gebiet dargestellt.

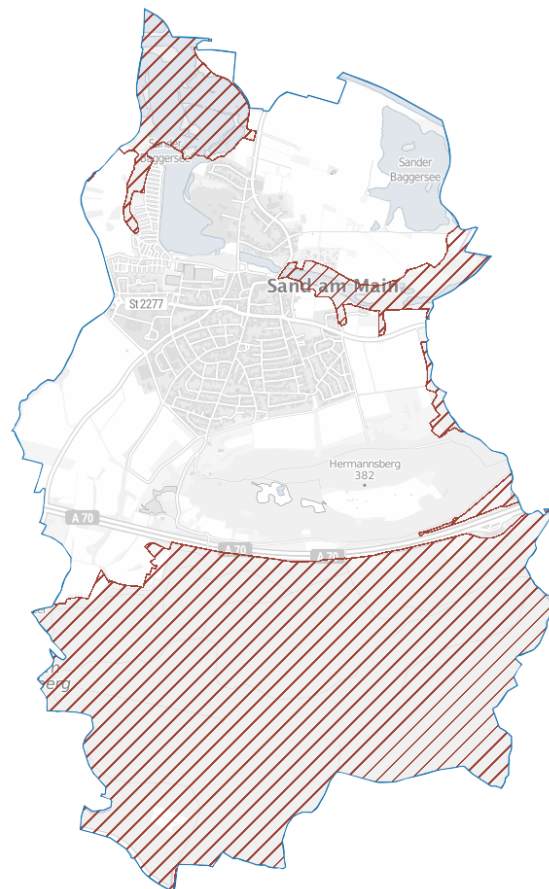


Abbildung 5: FFH-Gebiete in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.2 Vogelschutzgebiete

Vogelschutzgebiete bilden zusammen mit den FFH-Gebieten das zusammenhängende Naturschutznetzwerk Natura 2000. Analog zu FFH-Gebieten ist der Eingriff in Vogelschutzgebiete ebenfalls unzulässig. Projekte müssen vor der Zulassung und Durchführung eingehend

auf die Verträglichkeit mit den Schutzzwecken des Schutzgebiets überprüft werden. Im Allgemeinen gilt, dass zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses oder ein Defizit zumutbarer Alternativen zum Eingriff in das Schutzgebiet gegeben sein müssen, um überhaupt ein Genehmigungsverfahren anzustreben (§ 34 Abs. 3 BNatSchG).

In Abbildung 6 sind die Vogelschutzgebiete für das Gebiet dargestellt.

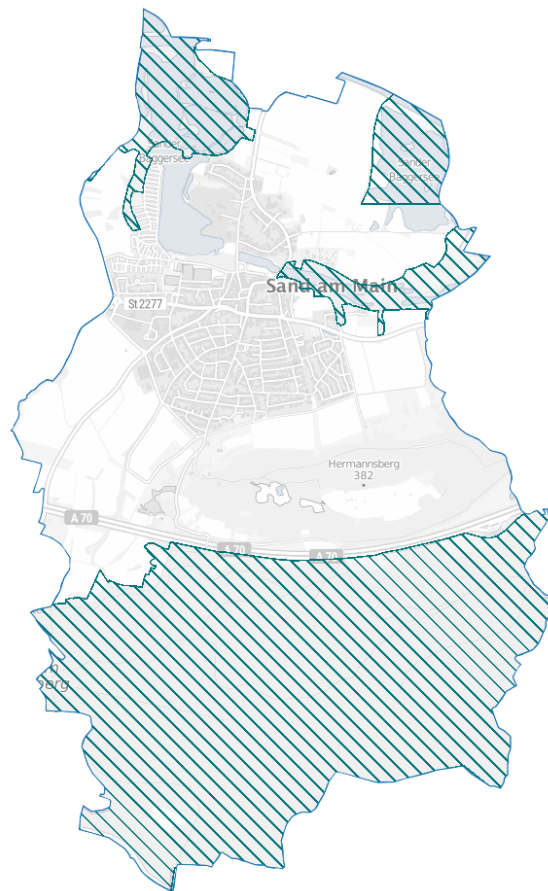


Abbildung 6: Vogelschutzgebiete in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.3 Landschaftsschutzgebiete

Landschaftsschutzgebiete dienen dem Schutz von Natur und Landschaft. Sie haben den Zweck, den Naturhaushalt wiederherzustellen, zu erhalten oder zu entwickeln. Sie unterscheiden sich von den Naturschutzgebieten insofern, dass Landschaftsschutzgebiete zumeist

großflächiger sind und geringere Nutzungsaufgaben einhergehen, welche eher die Landschaftsbilderhaltung zum Ziel haben.

Da die kommunale Wärmeplanung keinen unmittelbaren Einfluss auf das Landschaftsbild hat, ist von keiner maßgeblichen Beeinträchtigung der Wärmewendestrategie durch Landschaftsschutzgebiete auszugehen. Die Erschließung erneuerbarer Energieressourcen, insbesondere die Windenergienutzung, beeinflusst das Landschaftsbild jedoch massiv. Aus diesem Grund sind vor Ort anliegende Landschaftsschutzgebiete im Rahmen der Potenzialanalyse zu berücksichtigen.

In Abbildung 7 sind die Landschaftsschutzgebiete für das Gebiet dargestellt.

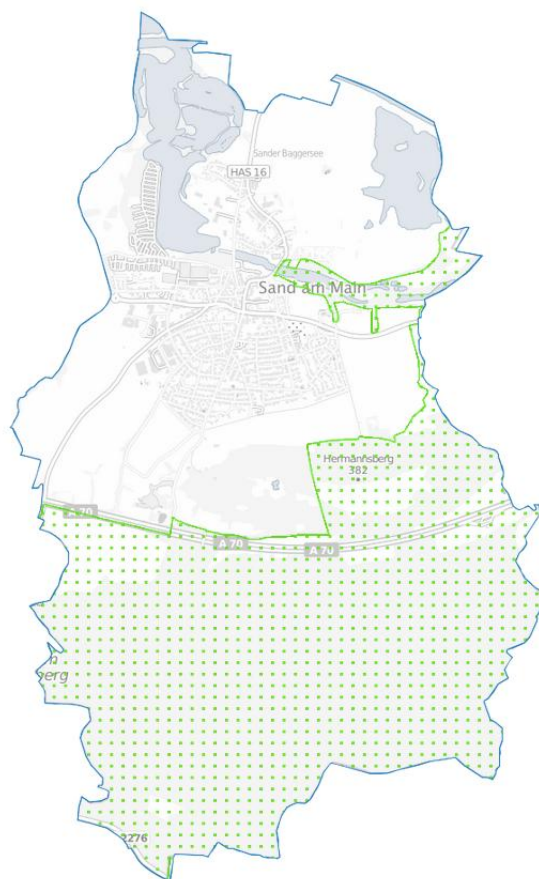


Abbildung 7: Landschaftsschutzgebiete in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.4 Naturparks

Naturparks sind nach dem Bundesnaturschutzgesetz einheitlich das zu entwickelnde und zu pflegende Gebieten, die überwiegend aus Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebieten bestehen.

In den Naturschutz- 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 8 ist zu sehen, dass sich der Naturpark Steigerwald fast über das gesamte Gebiet erstreckt.

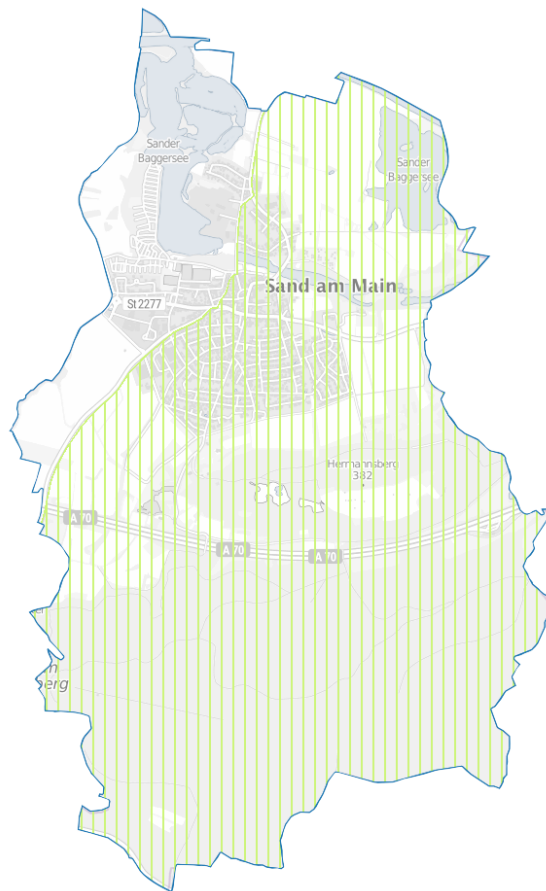


Abbildung 8: Naturparks in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.5 Biotope

Gesetzlich geschützte Biotope unterliegen dem Schutz des Bundesnaturschutzgesetzes (Siehe §§ 30, 39 Abs. 5 und 6 BNatSchG) und genießen dabei eine gleichwertige Schutzqualität wie Naturschutzgebiete. Im Zuge dessen sind die Beeinträchtigung dieses Schutzgebiets unzulässig und entsprechende Einschränkungen bei der Umsetzung von Wärmewendemaßnahmen 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 9 sind die Biotope für das Gebiet dargestellt.

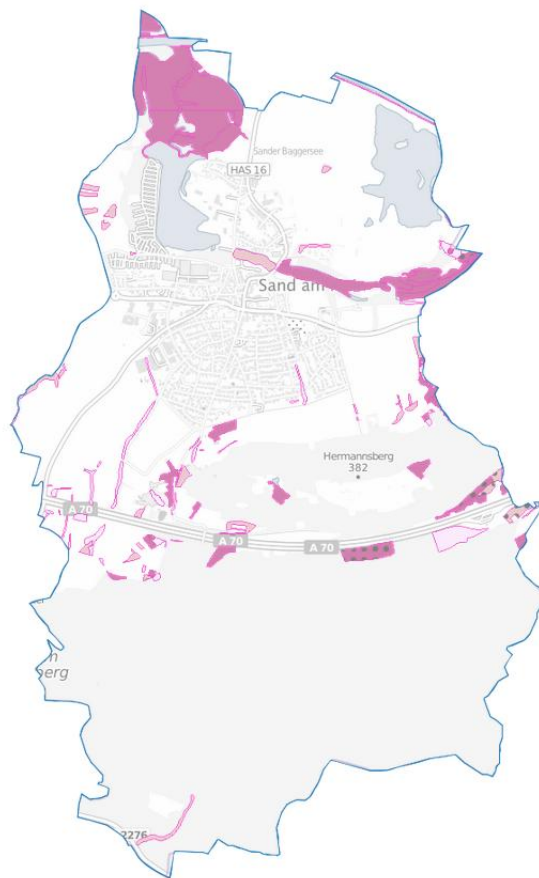


Abbildung 9: Biotope in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.6 Überschwemmungsgebiete

Überschwemmungsgebiete haben für die kommunale Wärmeplanung einen untergeordneten Leitungseffekt. Einerseits können solche Gebiete großflächige Bereiche einer Gemeinde überspannen, weswegen die Gebiete nicht von Beginn an ausgeschlossen werden sollten. Andererseits ist jedoch zu beachten, dass die Versorgungssicherheit in Hochwasserperioden durch die Errichtung relevanter Anlagen der Wärmeversorgung in Überschwemmungsgebieten gefährdet werden kann. Auch die Projektfinanzierung, die sogenannte Bankability, und die Versicherbarkeit der Anlagen stellt in Überschwemmungsgebieten ein Projektrisiko dar. Rechtlich gesehen gilt ein grundsätzliches Bauverbot in Überschwemmungsgebieten (Vgl. §

78 Abs. 4 WHG), praktisch sind die wesentlichen Anlagen, die für die kommunale Wärmeversorgung errichtet werden müssen, durch die Ausnahmen in § 78 Abs. 5 WHG im Einzelfall genehmigungsfähig.

Da Grundwasser- und vor allem Flusswasserwärmepumpen aufgrund ihrer Art der Wärmequelle häufig in Überschwemmungsgebieten liegen können, werden Überschwemmungsgebiete in der Wärmeplanung gesondert betrachtet. In nachfolgender Abbildung 10 sind die Überschwemmungsgebiete für das Gebiet dargestellt. Diese decken sich mit den HQ100 Hochwassergefahrenflächen, welche bei einem 100-jährigen mittleren Hochwasser betroffen sind.

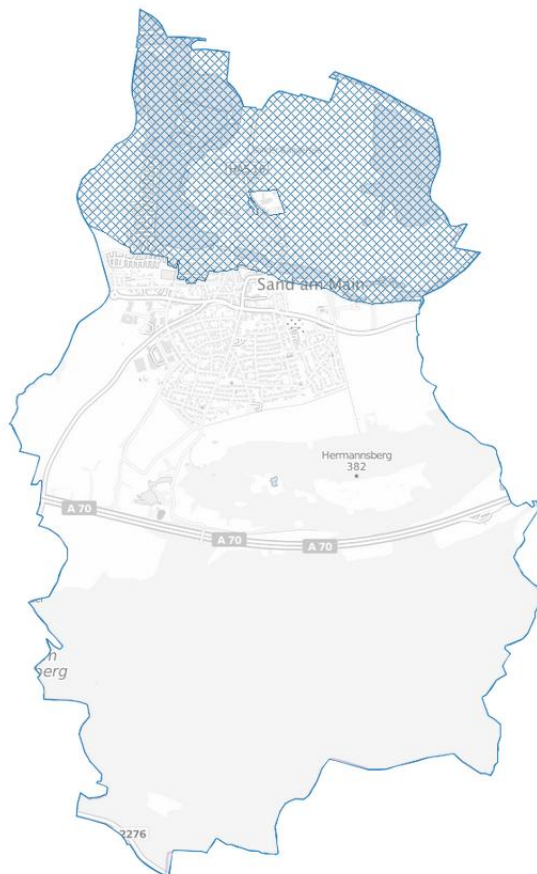


Abbildung 10: Überschwemmungsgebiete in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.7 Bodendenkmäler

Bodendenkmäler können großflächig und weiträumig verstreut vorliegen. Sie sind bereits früh während der kommunalen Wärmeplanung aufgrund der von ihnen ausgehenden Projektrisiken zu berücksichtigen. Es ist 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.

Teilweise können Fundorte von archäologischen Gegenständen massive Verzögerungen im Bauablauf verursachen, weshalb die betroffenen Bereiche im Rahmen der Planung möglichst unberücksichtigt bleiben sollten. Nur im Falle fehlender Alternativen ist die Planung der als Bodendenkmal belegten Gebiete zu erwägen. In nachfolgender Abbildung 11 sind die Bodendenkmäler für das Gebiet dargestellt.

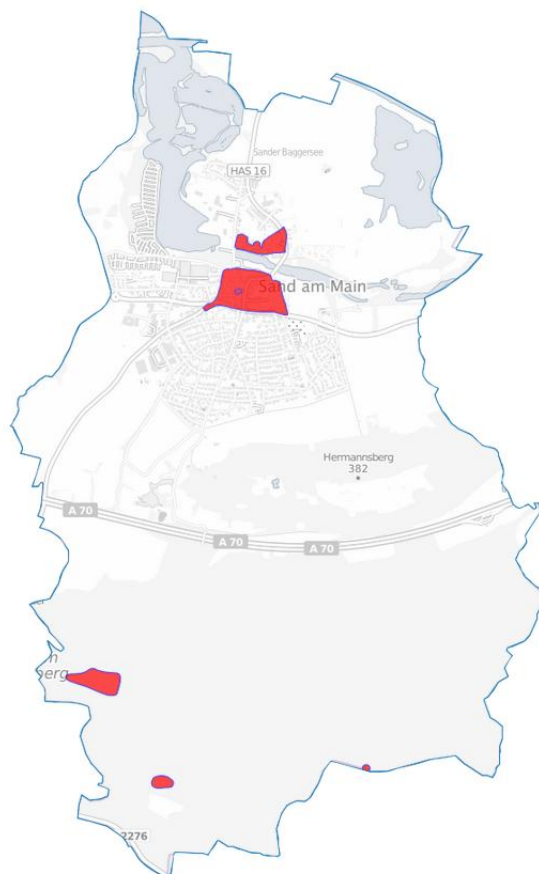


Abbildung 11: Bodendenkmäler in der Gemeinde Sand am Main [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

3.2.8 nicht vorhandene Schutzgebiete in Sand am Main

Einige der Schutzgebiete, die auf die Bestands- und Potenzialanalyse der Wärmeplanung eine Auswirkung haben können, sind in Sand am Main nicht vorhanden:

- Heilquellenschutzgebiet
- Trinkwasserschutzgebiet
- Biosphärenreservate
- Nationalparke

3.3 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand stellt die **maßgebliche Datenquelle** während der Bestandsanalyse dar. Im Betrachtungsgebiet ist dieser im Wesentlichen **städtisch und wohnbaulich** geprägt. Nach dem amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (**ALKIS®**) befinden sich insgesamt **3.005 Gebäuden** in der Gemeinde, wovon es sich bei **1.012** um **Wohngebäude** handelt (entspricht 33 %).

3.4 Einteilung in Quartiere

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 12) wurde in Zusammenarbeit mit der Kommune durchgeführt, wobei sich an Bebauungsplänen, ähnliche Bebauungen, Baujahre und sonstige Strukturen und Gegebenheiten orientiert wurde.

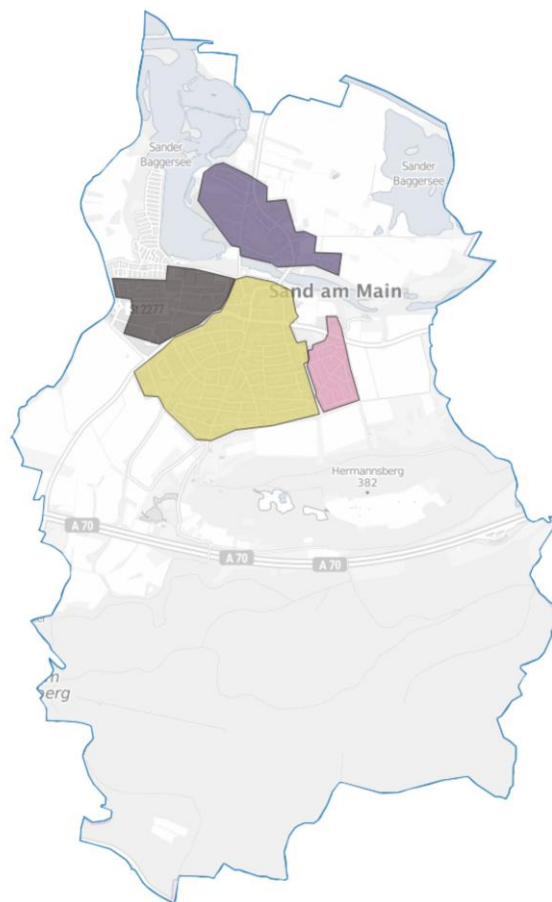


Abbildung 12: Einteilung der Kommune in vorläufige Quartiere

Auf Basis der definierten Quartiere kann somit eine Bewertung und Darstellung des Gebäudealters dargestellt werden. Dabei werden kommerziell zugekaufte Daten der Nexiga GmbH (©2024 Nexiga GmbH) verwendet. Die **Einteilung der Gebäudejahre** erfolgte dabei in Anlehnung an die Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (ASUE) und wird nachfolgend in Abbildung 13 dargestellt.

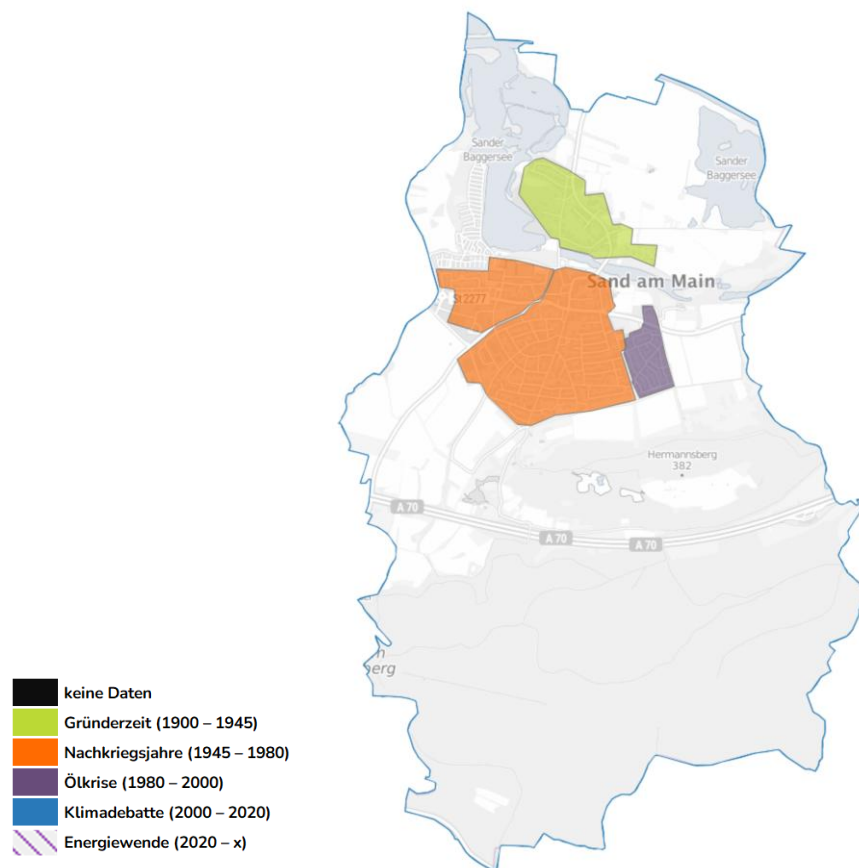


Abbildung 13: Einteilung der Quartiere nach dem Gebäudealter [Quelle: Eigene Abbildung]

Zu sehen ist, dass ein Großteil der Gebäude in der **Nachkriegszeit** (1945 – 1980) erbaut wurde. Der im Mittel älteste Gebäudebestand ist jedoch in Wörth anzutreffen. Außerdem sind die Erweiterungen der Gemeinde im Osten zu sehen.

Zusätzlich wird in Abbildung 14 der überwiegende Gebäudetyp dargestellt. Hier ist zu sehen, dass der Großteil der Quartiere **überwiegend Wohngebäude** beinhaltet. Einzig im Quartier nordwestlich der Zeller Straße befinden sich überwiegend Gebäude, die nicht ausschließlich zum Wohnen genutzt werden. Ausschlaggebend hierfür sind die Gewerbebetriebe, die in diesem Gebiet angesiedelt sind.

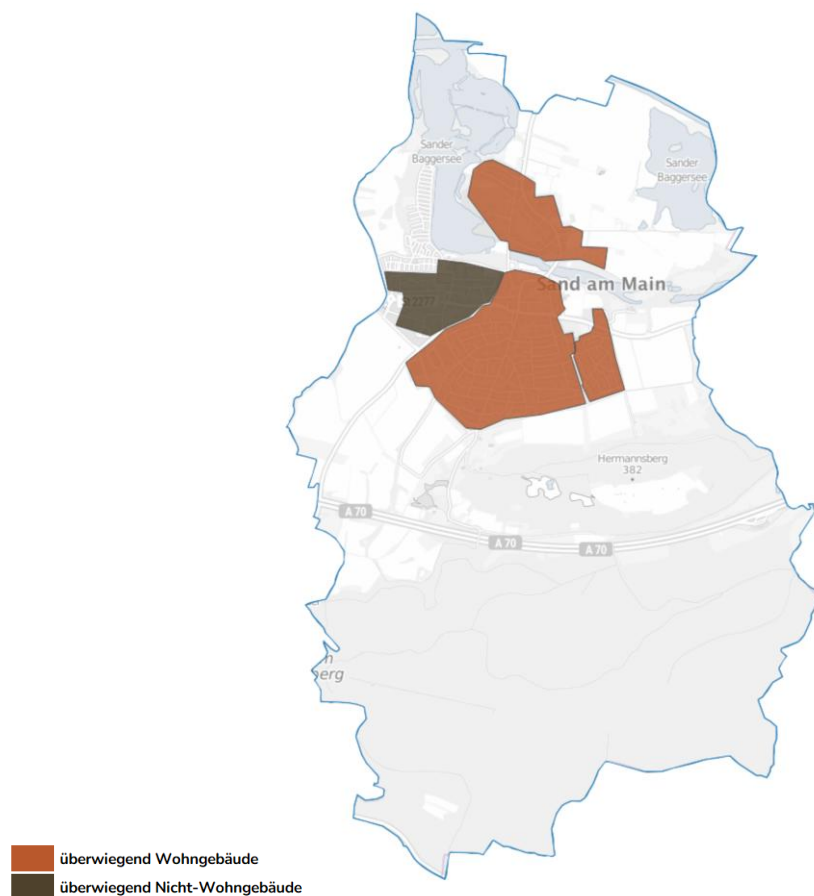


Abbildung 14: Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps

3.5 Wärmeerzeugerstruktur

Basierend auf den erhobenen Daten der **Schornsteinfeger** und des **Stromnetzbetreibers** wird in Abbildung 15 die Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, aufgeteilt nach eingesetztem Energieträger, dargestellt. Wenn qualitativ hochwertigere Daten, basierend auf der Befragung des Sektors GHDI sowie der kommunalen Liegenschaften, verfügbar waren, sind diese in die Analyse integriert worden. Darüber hinaus ist es gemäß den aktuell gültigen Bestimmungen derzeit **nicht möglich**, eine Aufstellung nach der **Art des Wärmeerzeugers** zu erstellen. Das bedeutet, dass beispielsweise bei erdgasbasierten Wärmeerzeugern keine Unterscheidung zwischen Blockheizkraftwerken (BHKW) oder Brennwertgeräten vorgenommen werden kann. Ebenso ist **kein Rückschluss** auf die **Baujahre** der einzelnen Wärmeerzeuger möglich.

Im Ist-Stand basieren rund **41 %** der installierten, dezentralen Wärmeerzeuger auf den Energieträgern Heizöl und Erdgas und sind somit **fossiler Herkunft**. Eine Teilmenge der erdgasbasierten Wärmeerzeuger sind dabei Blockheizkraftwerke (BHKW). Ein Anteil von **51 %** basiert auf **Biomasse**. **8 %** der Wärmeerzeuger nutzen den Energieträger **Strom**.

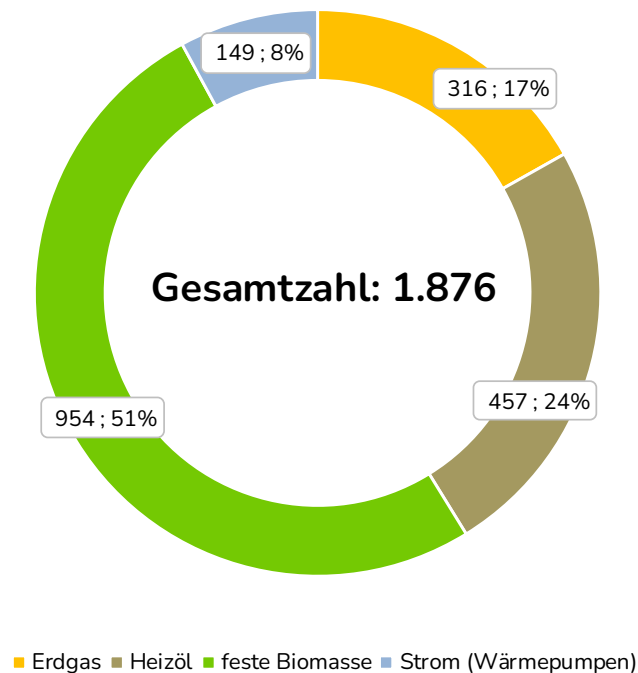


Abbildung 15: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger

Kehrbücher

Die Datenerfassung der Wärmezeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik erfolgt über die bevollmächtigten **Bezirksschornsteinfeger**. Dabei werden Daten über die **Anzahl** und kumulierte installierte **Leistung** der Wärmeerzeuger **je Energieträger** erfasst, die **aggregiert pro Straße** vorliegen. Dadurch wird es ermöglicht, Bereiche mit hohen Anteilen an fossiler Wärme zu eruieren. Ebenso fließt dieser Datensatz in die Erstellung der Treibhausgasbilanz mit ein. Zukünftig können diese Daten durch das Landesamt für Statistik in Bayern standardisiert abgerufen werden.

Strombasierte Heizungen

Die Informationen zu Wärmeerzeugungsanlagen, die den Energieträger Strom nutzen, wurden vom **Stromnetzbetreiber** erhoben. Dabei liegen Informationen über die **Anzahl** der Stromheizanlagen und des **Stromverbrauchs**, der hierfür notwendig ist, **aggregiert nach Straßen** vor. Nach Rückmeldung des Stromnetzbetreibers handelt es sich bei der Art der strombasierten Wärmeerzeuger überwiegend um Wärmepumpen. Verschnitten mit dem Datensatz aus den Kehrbüchern werden diese Daten ebenso zu Erstellung der Treibhausgasbilanz verwendet.

3.6 Wärmenetzinfrastruktur

In der Gemeinde Sand am Main sind derzeit keine bestehenden Wärmenetze bekannt.

3.7 Gasnetzinfrastruktur

Das lokale Gasnetz wird von der **Gasversorgung Unterfranken GmbH** betrieben. Insgesamt erstreckt sich dieses über eine Gesamtlänge von 13,3 km (ohne Hausanschlussleitungen), wobei dieses seit 1984 in Betrieb ist. In der Gemeinde befinden sich insgesamt **410 Gebäude** mit einem Anschluss an das Gasnetz.

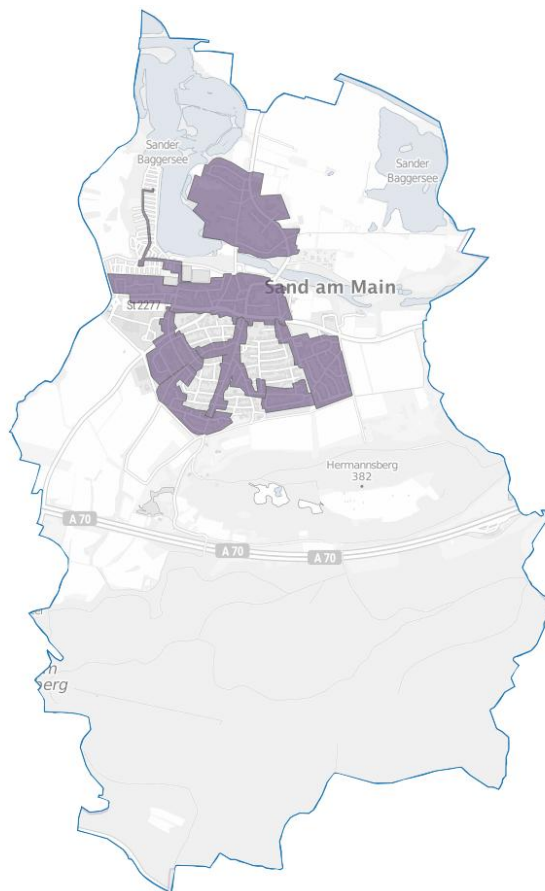


Abbildung 16: Gasnetzgebiete

Im Ist-Stand 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 beläuft sich basierend auf Daten der Gasversorgung Unterfranken aus dem Jahr 2021 auf **11,2 GWh**, wobei 80 % auf Privathaushalte zurückzuführen sind. Die restlichen 20 % des Gasverbrauchs sind dem Sektor Gewerbe zuzuordnen. Bezüglich der Gasverbräuche ist zu bemerken, dass dabei keine Differenzierung zwischen Gasverbrauch zur Strom- oder Wärmeerzeugung möglich ist. Der Gasverbrauch zur Wärmeerzeugung ist somit nicht dem Gesamtgasverbrauch gleichzusetzen.

3.8 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:** Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob das betrachtete Planungsgebiet in der Nähe aktueller geplanter Gasnetze liegt, die zukünftig für ein Wasserstoff-Kernnetz (siehe Abbildung 17) 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:** 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. Ist dies nicht der Fall, wird vereinfachend angenommen, dass im Betrachtungsgebiet derzeit kein wirtschaftlicher Einsatz von Wasserstoff möglich ist.

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

Nachfolgend wird in Abbildung 17 der **aktuelle Planungsstand** zum Wasserstoff-Kernnetz dargestellt.

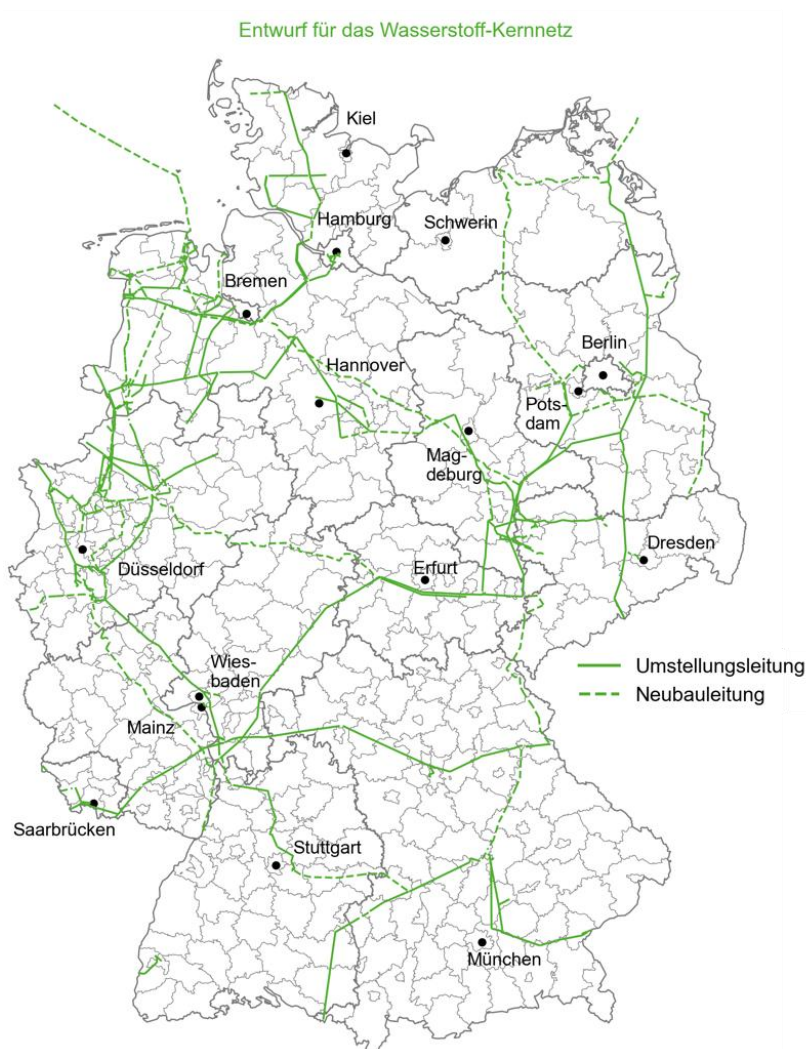


Abbildung 17: Genehmigte Planung für das Wasserstoff-Kernnetz [Quelle: Bundesnetzagentur¹]

Nachfolgend wird in Abbildung 18 der Verlauf des Wasserstoff-Kernetzes sowie die Lage der Kommune dargestellt.

¹https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/_DL/Genuehmigung.pdf?__blob=publicationFile&v=6

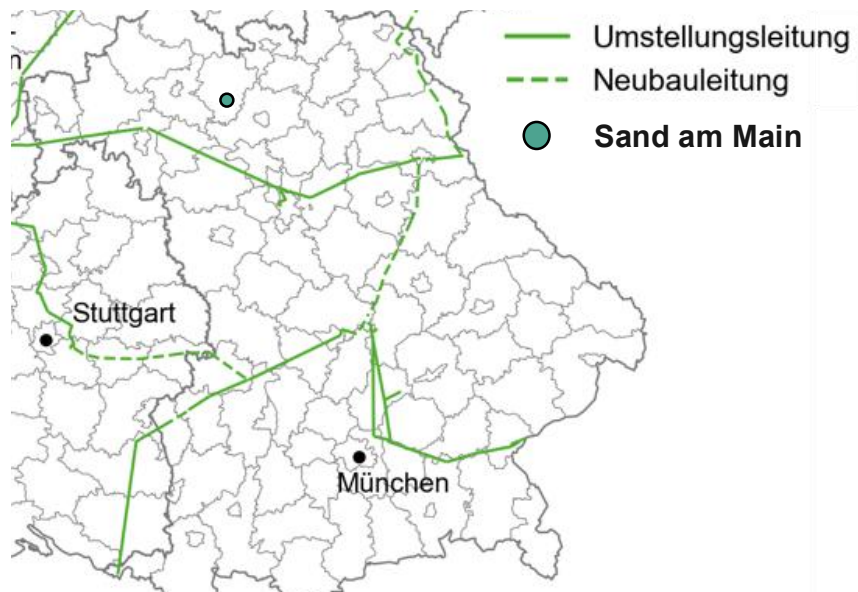


Abbildung 18: Ausschnitt Wasserstoffkernnetz und Gemeinde Sand am Main [Quelle: Gasnetztransformationsplan 2023²]

Die Gemeinde Sand am Main ist **ca. 30 km** von der geplanten **Umstellungsleitung** entfernt. Ab 2032 soll diese in Betrieb genommen werden. Aufgrund von **Großverbrauchern** im **Gasverteilnetz**, die perspektivisch Wasserstoffbedarf gemeldet haben, besteht eine **gewisse Wahrscheinlichkeit**, dass Teile des Netzes auf Wasserstoff **umgestellt** werden. Ebenso ist nach Rückmeldung der Gasversorgung Unterfranken ein Großteil des **Netzes** prinzipiell **bereit** für die **Umstellung** auf **Wasserstoff**. Ein **Zeitpunkt**, ab wann Wasserstoff in der Region verfügbar sein soll, ist noch **nicht bekannt**. Ebenso ist **offen**, inwieweit das **Gasnetz** in der **Gemeinde Sand am Main** auf **Wasserstoff** umgestellt wird. Eine **genaue Bewertung** der Umsetzungswahrscheinlichkeit lässt sich deshalb **nicht abgeben**.

² [Ergebnisbericht-2023-des-GTP.pdf \(h2vorort.de\)](#)

Einschätzung zur Nutzung von Wasserstoff

Die **Nutzung von Wasserstoff** für Zwecke der Wärmeversorgung wird in Fachkreisen bislang **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 **dekarbonisierbaren 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** bereitstehen müssten (bei Photovoltaik mehrere Megawatt bis zur Wirtschaftlichkeit).

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 Umstellungsfahrplan erschweren die Transformation. **Mittelfristig** wird die **Anzahl** der angeschlossenen Kunden **sinken**. 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 Wasserstofferzeugung eine Lösung darstellen. Hierfür müssen 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.

Nach **Rücksprache** mit dem **regionalen Betreiber** des Gasverteilnetzes gibt es derzeit noch **keine Konzepte oder Studien** für das Gasnetz im Betrachtungsgebiet, die als Grundlage für die Wärmeplanung angesetzt werden können.

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 der Grundlage der Bewertungsmatrix und der fehlenden Studien und Konzepte seitens des Gasnetzbetreibers wurde ein **Wasserstoffscenario** im Rahmen dieser Wärmeplanung **bewusst ausgeschlossen**, da dieses zum aktuellen Zeitpunkt noch mit vielen Unsicherheiten verbunden ist. Ebenso wurden bewusst **keine** Prüfgebiete bestimmt, in denen eine Wasserstoffnutzung denkbar wäre, da dies aufgrund der vorliegenden Unsicherheiten zum aktuellen Zeitpunkt zu einer starken Verzerrung der Ergebnisse der Wärmeplanung führen würde. Aus diesem Grund wird in der Bildung der Szenarien bis 2040 **keine** Wasserstoffnutzung berücksichtigt. Die zukünftige Fortschreibung der Wärmeplanung kann ggf. zu anderen Ergebnissen führen.

3.9 Wärmeverbrauch

Der gesamte Wärmeverbrauch der Gemeinde 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
- Industrie und Gewerbe (siehe Abschnitt 3.10)

Für die verbleibenden Gebäude wird anhand von Daten zum Gebäudebestand und 3D-Gebäudemodellen des Level of Detail 2 (**LoD2**) der Wärmebedarf über Berechnungsmodelle abgeschätzt, sodass der Betrachtung ein **gebäudescharfes Wärmekataster** zugrunde liegt.

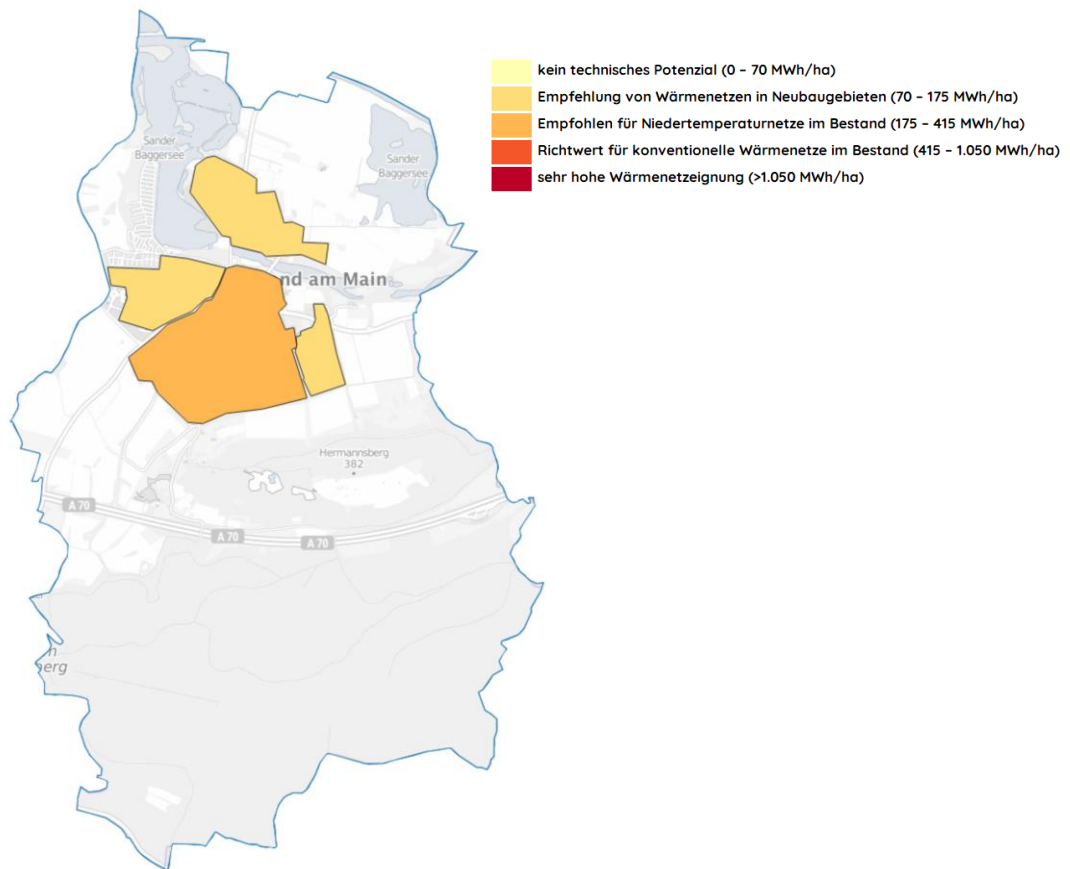


Abbildung 19: Einteilung der Quartiere nach dem Wärmebedarf

Zur ersten Einordnung des Wärmebedarfs wird die **Wärmedichte** der definierten Quartiere in MWh/ha berechnet (siehe Abbildung 19). Die Grenzwerte für eine Erstabschätzung zur Wärmenetzsignung wurden dabei dem Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) entnommen. Dabei ist zunächst zu sehen, dass vor allem das Quartier, das die **Mitte des Ortes** beinhaltet, **eher für** Wärmenetze **geeignet** erscheint.

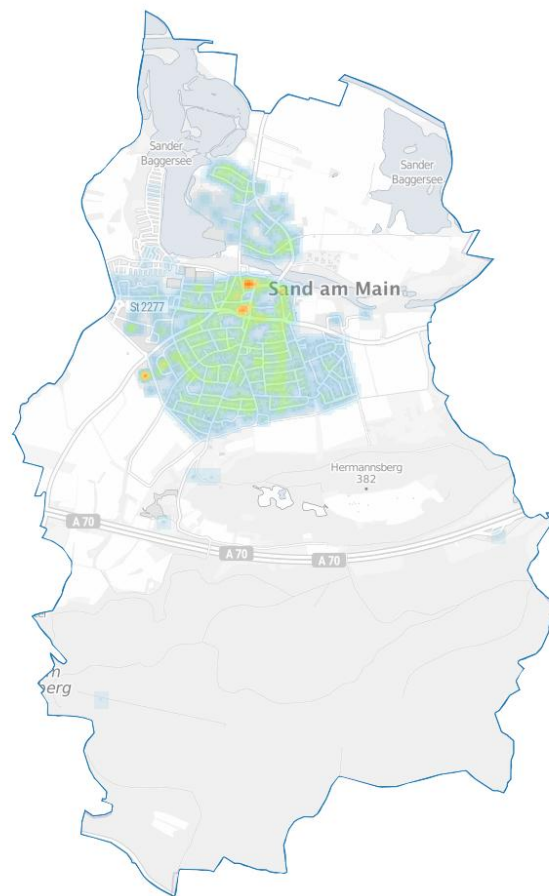


Abbildung 20: Heatmap in Abhängigkeit des Wärmebedarfs

Ein ähnliches Bild der Kommune entsteht, wenn der Wärmebedarf als **Heatmap** betrachtet wird (Abbildung 20). Auch hier ist zu erkennen, dass vor allem im Bereich des Ortskerns Wärmebedarfe in räumlich konzentrierter Form vorliegen.

3.10 Industrie und Gewerbe

Da Unternehmen je nach Betrieb und Branche **sehr unterschiedlichen Nutzungen** unterliegen, ist für eine genau Betrachtung und Abbildung der Ist-Situation eine gesonderte Datenerhebung notwendig. Im Zuge dessen wurde eine **Befragung** der Unternehmen durchgeführt, sodass spezifische Aussagen zur aktuellen Wärmeerzeugungsstruktur und zum Brennstoff- und Stromverbrauch getroffen werden konnten. In Rücksprache mit der planungsverantwortlichen Stelle wurden dabei die zu befragende Akteure festgelegt.

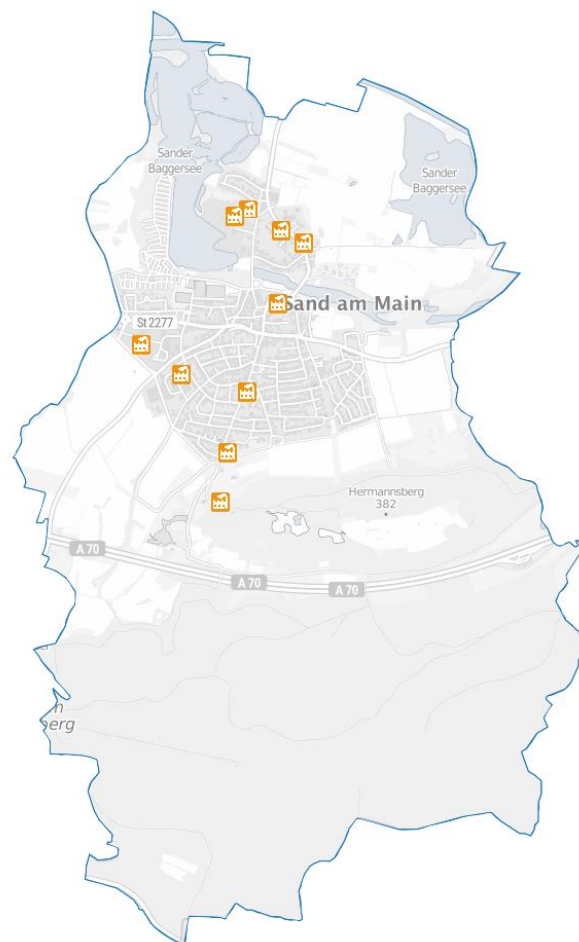


Abbildung 21: Großverbraucher – Gewerbe/Industrie (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 2.7)

Insgesamt konnte eine Rückmeldung von **zehn Liegenschaften** erwirkt werden, deren Standorte in Abbildung 21 dargestellt sind. Basierend auf den erhaltenen Rückantworten konnte jedoch kein nennenswerter Großverbraucher an Wärme ermittelt werden.

3.11 Umfrage bei den Privathaushalten

Bereits im Vorfeld zur Wärmeplanung wurde von der Gemeinde 2023 eine Befragung durchgeführt. Dabei wurde neben dem grundsätzlichen Anschlussinteresse an ein Wärmenetz auch erhoben, ob bereits eine Wärmepumpe genutzt wird.

Von 1.047 angeschriebenen Gebäuden konnte eine Rückantwort von 451 erwirkt werden, was einer **Rückmeldequote** von **43 %** entspricht.

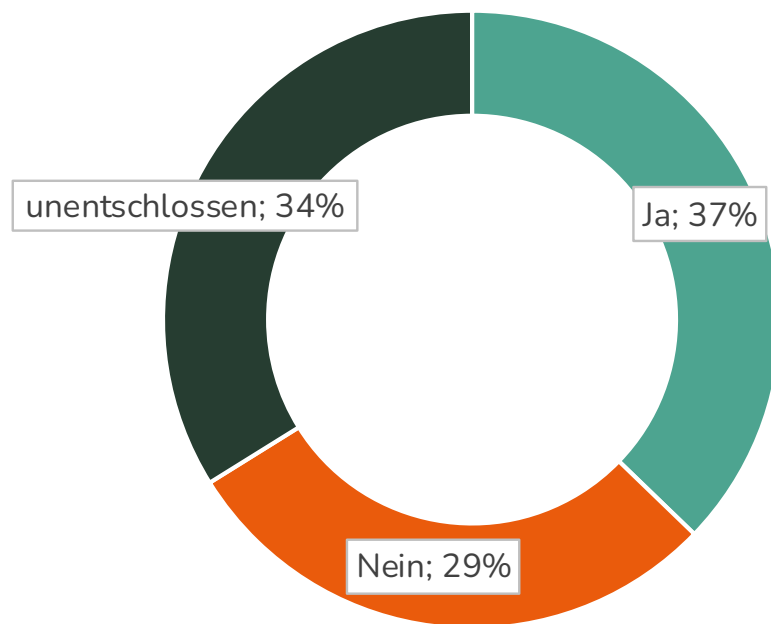


Abbildung 22: Anschlussinteresse an einem Wärmenetz aus Umfrage

Etwa 37 % der Rückmeldungen haben ihr prinzipielles Interesse an einem Wärmenetzanschluss angezeigt. Circa 29 % gaben an, nicht an einem Wärmenetzanschluss interessiert zu sein. Die verbleibenden 34 % der Rückantworten sind unentschlossen. Hauptsächlich Grund hierfür war, dass im Rahmen der Befragung keine konkreten Kosten für einen Wärmenetzanschluss genannt werden konnten. Zusätzlich zeigt sich, dass etwa 10 % der Rückmeldungen bereits eine Wärmepumpe zur Beheizung nutzen.

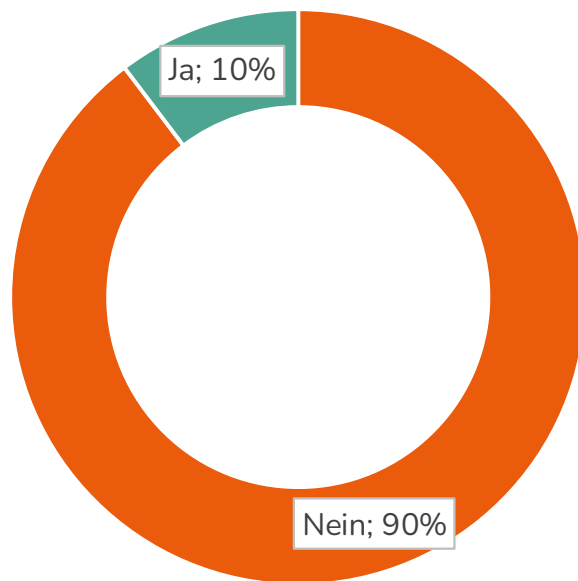


Abbildung 23: Anteil der Rückmeldungen mit Wärmepumpe aus Umfrage

3.12 Zwischenergebnisse Bestandsanalyse

Nach Anlage 2 des WPG werden nachfolgende Ergebnisse der Bestandsanalyse dargestellt und diskutiert.

1. der **aktuelle jährliche Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren** in kWh und daraus resultierende **Treibhausgasemissionen** in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent,
2. der **aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme** am jährlichen Endenergieverbrauch von **Wärme** nach Energieträgern in Prozent,
3. der **aktuelle jährliche Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme** nach Energieträgern in kWh,
4. der **aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme** am jährlichen Endenergieverbrauch **leitungsgebundener Wärme** nach Energieträgern in Prozent,
5. die **aktuelle Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger**, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger einschließlich des eingesetzten Energieträgers.

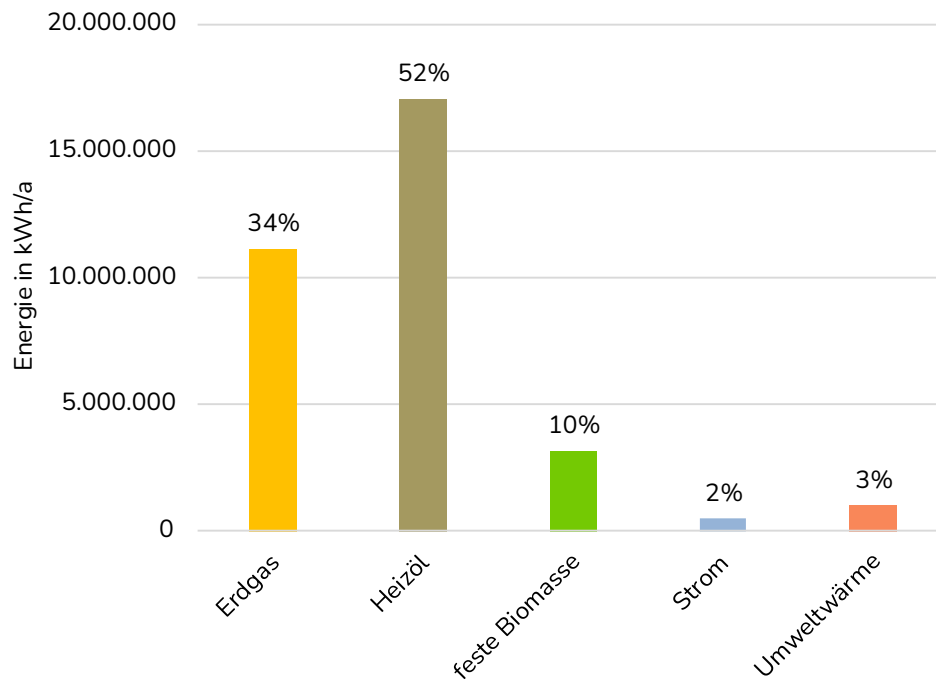


Abbildung 24: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1)

Der Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde beläuft sich auf etwa **33 GWh/a** im Ist-Stand. Dabei werden **34 %** über den Energieträger **Erdgas** und **52 %** über **Heizöl** erzeugt. **10 %** der jährlich benötigten Wärme wird mittels **Biomasse** bereitgestellt. Die Anteile der Energieträger **Flüssiggas** und **Strom** belaufen sich auf **2 % bzw. 3 %**.

Mittels den Wärmeverbrauchen nach Energieträger kann die Treibhausgasbilanz erstellt werden (Abbildung 25). Die hierfür angesetzten CO₂-Emissionsfaktoren wurden dem Gebäudeenergiegesetz³ entnommen. Zu sehen ist, dass die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit **96-prozentigem Anteil** fast ausschließlich auf die Energieträger **Erdgas** und **Heizöl** zurückzuführen sind.

³ [GEG-Anlage 9 - Umrechnung in Treibhausgasemissionen](#)

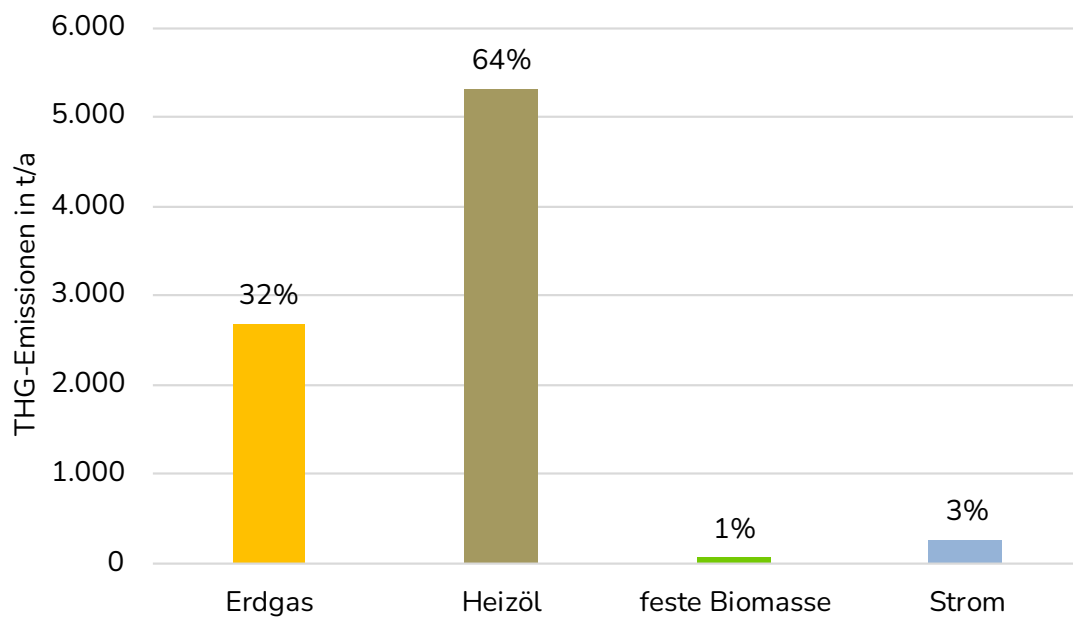


Abbildung 25: Treibhausgasemissionen nach Energieträger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1)

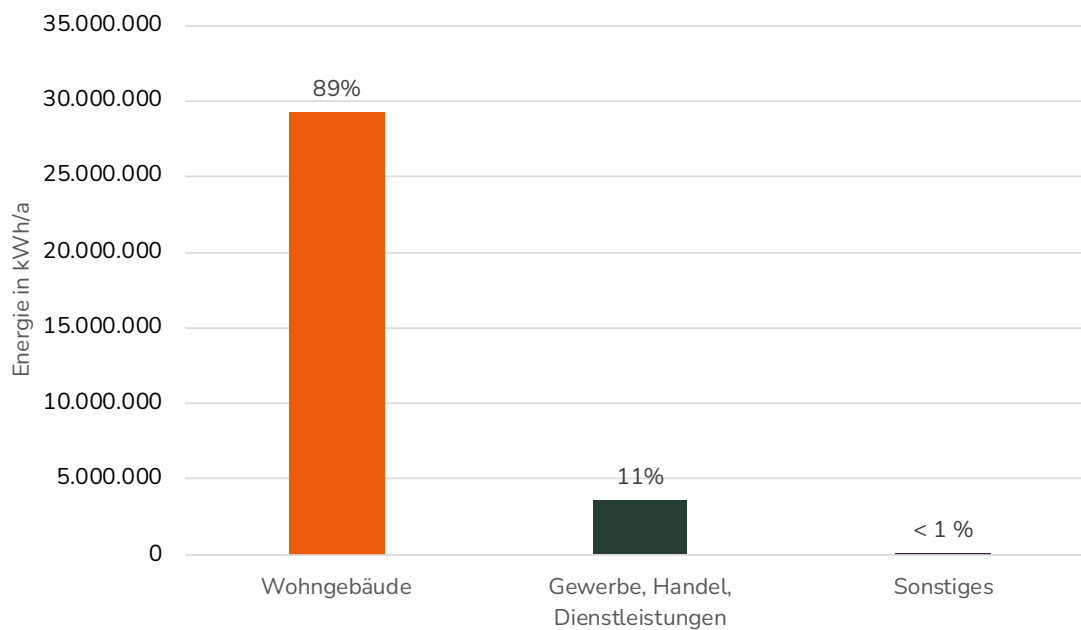


Abbildung 26: Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.1)

Zusätzlich wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Sektor dargestellt (vgl. Abbildung 26). Der Großteil des Wärmeverbrauchs fällt im Ist-Stand mit **89 %** im Sektor **Wohngebäude** an. Der Wärmeverbrauch des Sektors **Gewerbe, Handel, Dienstleistungen** nimmt anteilig **11 %** des jährlichen Verbrauchs ein. Der sonstige Wärmeverbrauch, der keinem der drei Sektoren zugeordnet werden kann, beträgt weniger als 1 %. Als Beispiele dafür können Wärmeverbräuche genannt werden, die in Gebäuden anfallen, die auf Grundlage des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) keiner Gebäudeart zugeordnet werden können.

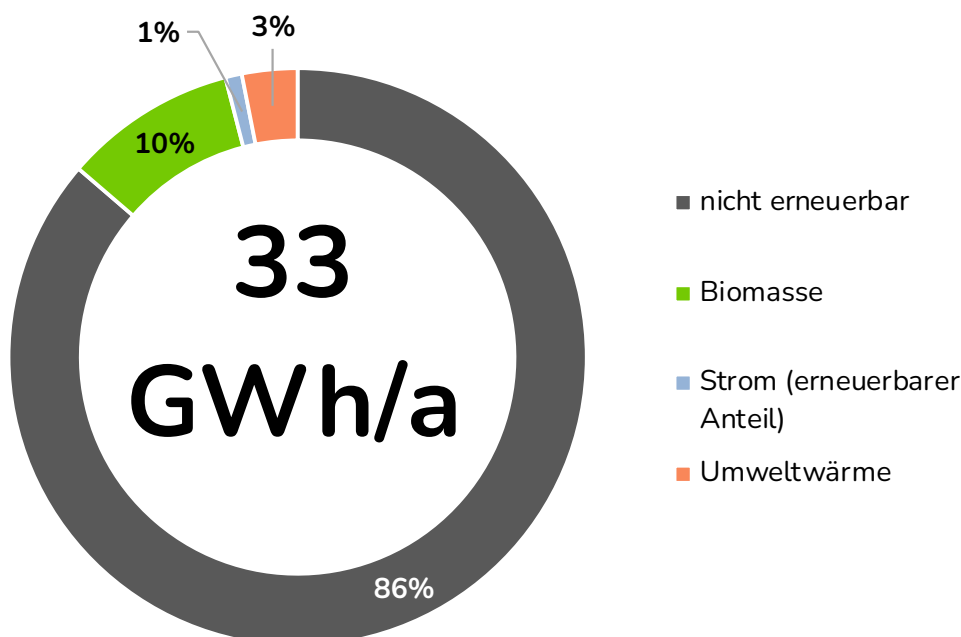


Abbildung 27: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieverbrauch für Wärme (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.2)

Vom gesamten Wärmebedarf werden im Ist-Stand **14 %** auf Basis **erneuerbarer Energien** erzeugt. Dabei nimmt die **Biomasse** als Energieträger den hauptsächlichen Anteil mit **10 %** ein. Der erneuerbare Anteil **strombasierter Heizungen** nimmt etwa **1 %**, der Anteil der Umweltwärme etwa **3 %** des gesamten jährlichen Endenergieverbrauchs ein. Zur Ermittlung des erneuerbaren Stromanteils wurde der EE-Anteil am bundesweiten Stromverbrauch des Jahres 2024 verwendet, welcher nach der Bundesnetzagentur bei 59,4 % liegt.

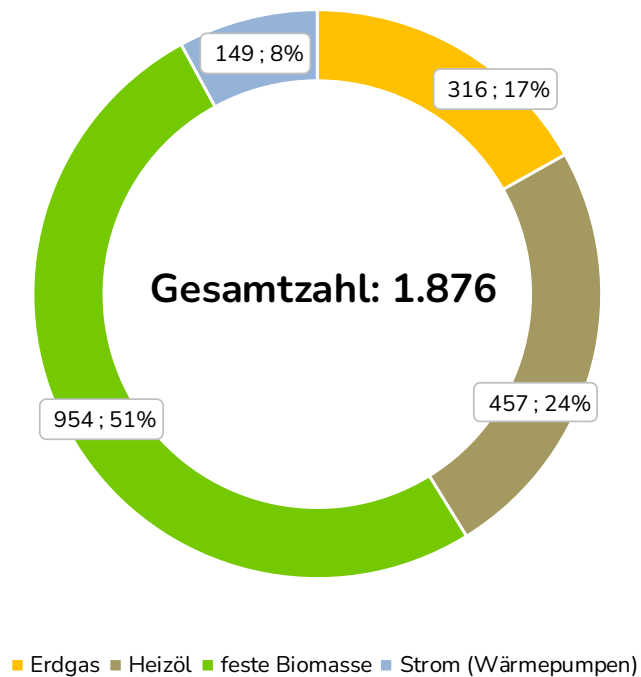


Abbildung 28: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger (nach Anlage 2 WPG Abs. I Nr. 1.5)

Bei dem Blick auf die installierten dezentralen Wärmeerzeuger im Ist-Stand (Abbildung 28) ist zu sehen, dass der Großteil der Wärmeerzeuger auf **feste Biomasse** basiert, gefolgt von **Heizöl** und **Erdgas**. Ebenso ist ein gewisser Anteil an dezentralen Wärmeerzeugern mit dem Energieträger **Strom** zu erkennen. Mangels Wärmenetz sind auf dem Gebiet der Kommune keine Hausübergabestationen vorhanden. Der Anteil der leitungsgebundenen Wärme ist dementsprechend gleich null.

4 Potenzialanalyse

Im nachfolgenden Kapitel werden die **Potenzialanalyse** und deren Ergebnisse dargestellt und diskutiert. Im Rahmen dieser Untersuchung werden verschiedene Aspekte beleuchtet, darunter **Einsparpotenziale** aufgrund von **Sanierungsmaßnahmen**, **Grünstrompotenziale**, sowie erneuerbare **Wärmepotenziale**.

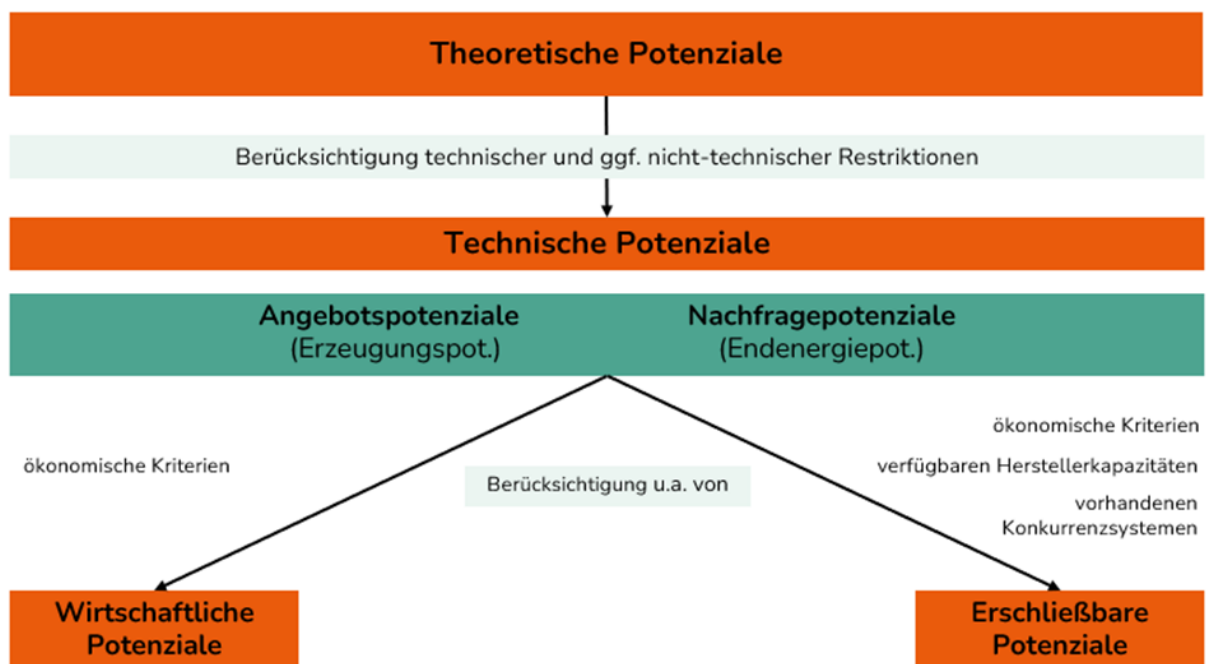


Abbildung 29: Übersicht über den Potenzialbegriff

Das theoretische Potenzial

Das theoretische Potenzial ist als das **physikalisch** vorhandene **Energieangebot** einer bestimmten Region in einem bestimmten Zeitraum definiert. Das theoretische Potenzial ist demnach z. B. die Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres, die nachwachsende Biomasse einer bestimmten Fläche in einem Jahr oder die kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf. Dieses Potenzial kann als eine physikalisch abgeleitete Obergrenze aufgefasst werden, da aufgrund verschiedener Restriktionen in der Regel nur ein deutlich geringerer Teil nutzbar ist.

Das technische Potenzial

Das technische Potenzial umfasst den Teil des **theoretischen Potenzials**, der unter den gegebenen **Energieumwandlungstechnologien** und unter Beachtung der **aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen** erschlossen werden kann. Im Gegensatz zum theoretischen Potenzial ist das technische Potenzial **veränderlich** (z. B. durch Neu- und Weiterentwicklungen) und vom aktuellen Stand der Technik abhängig.

Das wirtschaftliche Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung **ökonomischer Kriterien** in Betracht gezogen werden kann. Die Erschließung eines Potenzials kann beispielsweise wirtschaftlich sein, wenn die Kosten für die Energieerzeugung in der gleichen Bandbreite liegen wie die Kosten für die Energieerzeugung konkurrierender Systeme.

Das erschließbare Potenzial

Unter dem erschließbaren Potenzial versteht sich der Teil des technischen und wirtschaftlichen Potenzials, der aufgrund **verschiedener, weiterer Rahmenbedingungen tatsächlich erschlossen** werden kann. Einschränkend können dabei beispielsweise die Wechselwirkung mit konkurrierenden Systemen sowie die allgemeine Flächenkonkurrenz sein.

4.1 Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wird ein **gebäudescharfes Sanierungskataster** erstellt. Für Wohngebäude wird die Berechnung mit der Maßgabe einer sehr ambitionierten, Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von **2 % pro Jahr** durchgeführt. Im Mittel soll in diesem Szenario durch Einsparmaßnahmen ein spezifischer Wärmebedarf von **rund 100 kWh/m²** erreicht werden. Bis zum Jahr 2045 kann somit eine Reduktion des Wärmebedarfs um **13 %** auf **28,8 GWh** pro Jahr erreicht werden, was einer Einsparung von 4,2 GWh pro Jahr entspricht. Die hier angesetzte Sanierungsrate und Sanierungstiefe liegen

über dem Bundesdurchschnitt von ca. 0,83 %⁴. Die Sanierungsrate könnte über entsprechende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen gegenüber dem IST-Stand erhöht werden.

4.2 Erneuerbare Energien

In diesem Abschnitt werden Potenziale zur **Stromerzeugung** mittels erneuerbarer Energien dargestellt. Der Abschnitt umfasst sowohl **Photovoltaikanlagen** auf **Dächern** als auch auf **Freiflächen**, sowie das Potenzial mittels **Windkraft**.

4.2.1 PV-Anlagen (Dachanlagen)

Die vorhandenen Dachflächen in der Gemeinde Sand am Main bieten ein erhebliches Potenzial für die Stromproduktion durch Photovoltaikanlagen. Bis zu 31.12.2023 konnte ein Ausbaustand von 3.347 MWh pro Jahr erreicht werden, was einem Ausbaugrad von 20,7 % entspricht. Das verbleibende PV-Potenzial auf den Dachflächen beläuft sich somit auf 12.823 MWh pro Jahr. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Anteil denkmalgeschützter Gebäude, der 20,3 % des gesamten PV-Dachflächenpotenzials ausmacht. Alternativ zur Nutzung für Photovoltaik bietet sich ein Solarthermie-Potenzial für die Warmwasserbereitung in Höhe von 2.636 MWh pro Jahr.

Die Verteilung des PV-Dachflächenpotenzials nach Nutzungsart in Abbildung 30 zeigt, dass Wohngebäude mit 51,6 % den größten Anteil ausmachen. Öffentliche Gebäude tragen 2,4 % bei, während Gebäude des Gewerbes, Handels und der Dienstleistungen 1,1 % des Potenzials darstellen. Industrielle Gebäude steuern 13,4 % bei, unbeheizte Gebäude 28,7 % und sonstige Gebäude 2,9 %.

⁴ [Sanierungsquote sinkt weiter \(geb-info.de\)](http://geb-info.de)

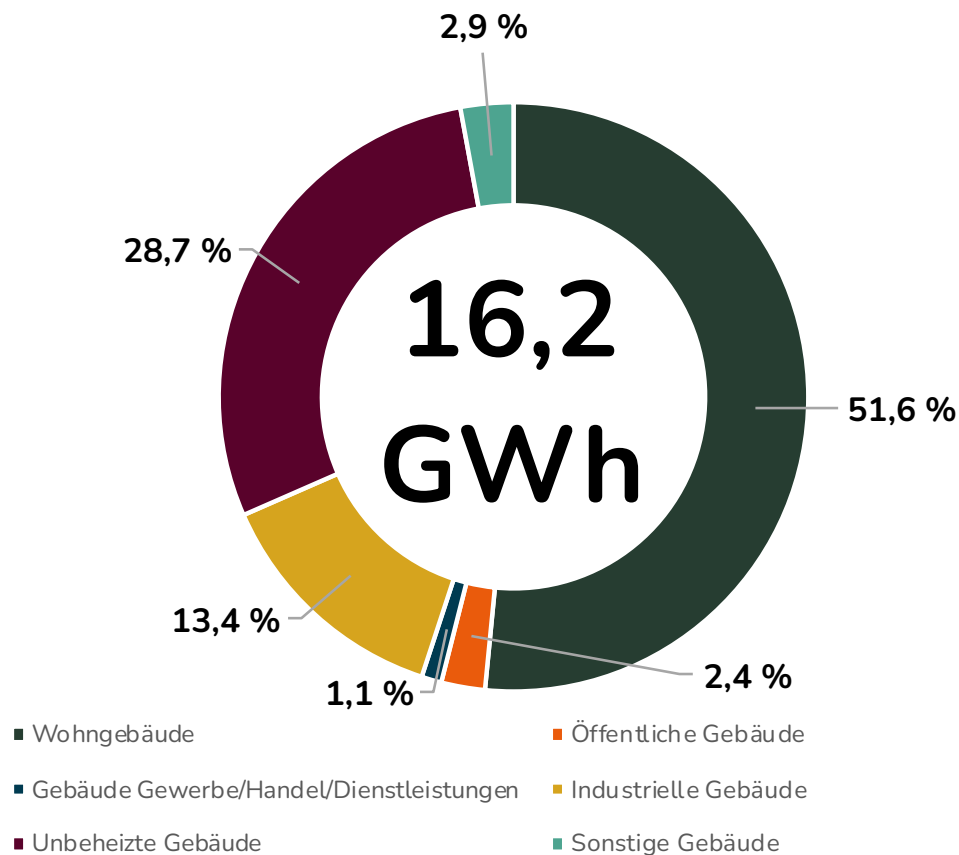


Abbildung 30: PV-Potenzial auf Dachflächen nach Gebäudenutzungsart

Werden diese Energiemengen mittels Wärmepumpen zur Bereitstellung von thermischer Energie verwendet, so ergibt sich unter Annahme eines COP der Wärmepumpe von 3 eine bereitgestellte Wärmemenge von knapp 49 GWh pro Jahr. Dabei ist zu beachten, dass die Verbrauchsschwerpunkte von Wärmeenergie im Winter nicht mit den Erzeugungsschwerpunkten der Photovoltaik-basierten Energie korrelieren. Wenngleich Photovoltaik-Anlagen auch im Winter noch eine signifikante Menge Strom produzieren können, kann es vorkommen, dass durch starke Bewölkung über mehrere Tage hinweg nicht ausreichend elektrische Energie aus PV-Anlagen zur Verfügung steht. Dennoch ist die Bereitstellung elektrischer Energie durch andere Quellen nahezu immer gewährleistet, wodurch ein Heizungsausfall bei einem wärmepumpenbasierten Heizungssystem als **nicht wahrscheinlich** eingestuft wird.

4.2.2 PV-Anlagen (Freifläche)

Die Freiflächen innerhalb des Gemeindegebiets bieten ebenso theoretisch das Potenzial zur Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Für das geplante Gebiet liegt kein Kriterienkatalog vor. Ebenso sind aktuell seitens Gemeinde keine Flächen konkret für die Umsetzung von Freiflächenanlagen vorgesehen. Aufgrund der Querung der A70 durch das Gemeindegebiet ergeben sich jedoch privilegierte Freiflächen, die in Abbildung 31 dargestellt werden. Diese entsprechen in Summe einer Fläche von etwa 4,2 ha.

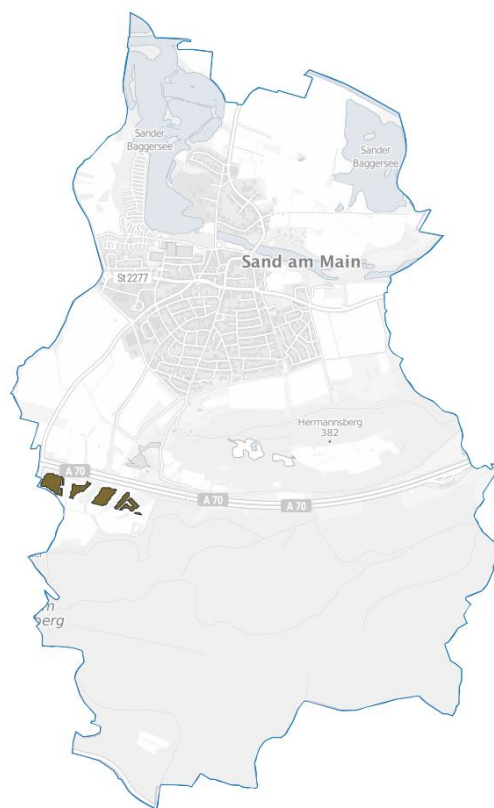


Abbildung 31: Potenziale für Freiflächenanlagen

4.2.3 Windkraftanlagen

Im Rahmen der Regionalplanung wurden von der Gemeinde keine Vorranggebiete für Windkraftanlagen gemeldet. Dementsprechend wurde in Abstimmung mit der Gemeinde das Windkraftpotenzial nicht weiter betrachtet.

4.3 Geothermische Potenziale

Geothermische Potenziale sind hinsichtlich ihrer **zeitlichen Verfügbarkeit** besonders attraktiv, wenngleich die **geografische Verfügbarkeit** umso komplexer ist. Zur direkten Wärmeerzeugung sollten Temperaturen von mindestens 60°C, idealerweise mehr als 70°C, vorliegen. Dies ist jedoch nur selten der Fall. Wenn entsprechend tiefgebohrt wird, lassen sich die geforderten Temperaturen jedoch erreichen (siehe Erdsonden).

Wird mithilfe einer **Wärmepumpe** das Temperaturniveau zusätzlich angehoben, reichen auch die unterjährig verfügbaren **Umgebungstemperaturen** (vgl. Luft-Wasser-Wärmepumpe). Der Vorteil des Wärmeentzugs aus dem Boden, im Gegensatz zur Luft, besteht darin, dass die Bodentemperatur aufgrund der **thermischen Trägheit** des Mediums über den Jahresverlauf nahezu konstant hoch ist. Hieraus ergeben sich **höhere Effizienzen** in der Wärmeerzeugung.

4.3.1 Erdsonden

Im Bereich der geothermalen Energiegewinnung wird ab einer Bohrtiefe von **400 m** von „**Tiefer Geothermie**“ gesprochen. Erdsonden-Bohrungen werden sowohl im Bereich tiefer Geothermie als auch für oberflächennahe Potenziale angewendet. Neben der offensichtlichen Nutzung der Wärme als Primärenergie wird die Wärme in einigen Anlagen auch zur Erzeugung von Elektrizität genutzt. Die dafür benötigte Temperatur liegt mit etwa 90 °C jedoch deutlich über dem Niveau bei allein thermischer Nutzung.

Als Herausforderung für die Nutzung tiefer Geothermie sind **die hohe Standortabhängigkeit** und die **Investitionsintensität** zu nennen. Liegen keine genauen Daten vor, sind **kapitalintensive Explorationsbohrungen** durchzuführen, die das Projekt bereits im Planungszeitraum belasten können. In der oberflächennahen Geothermie-Nutzung lassen sich geothermische Potenziale außerhalb von sogenannten Hochenthalpie-Feldern (= Zonen hoher Temperatur) nicht mehr ohne Zuschaltung einer Wärmepumpe nutzen. Dies gilt unabhängig davon, ob die Umweltwärme mittels Sonde oder Kollektor gesammelt wird.

Im betrachteten Gemeindegebiet ist nach dem LfU die Nutzung von **Erdwärmesonden** überwiegend nicht möglich. In den orange gekennzeichneten Bereichen sprechen hydrogeologische, geologische oder wasserwirtschaftliche Belange gegen die Errichtung von Erdwärmesonden. Nach Rückmeldung des Wasserwirtschaftsamtes ist in den Potenzialflächen dennoch immer eine Einzelfallprüfung notwendig.

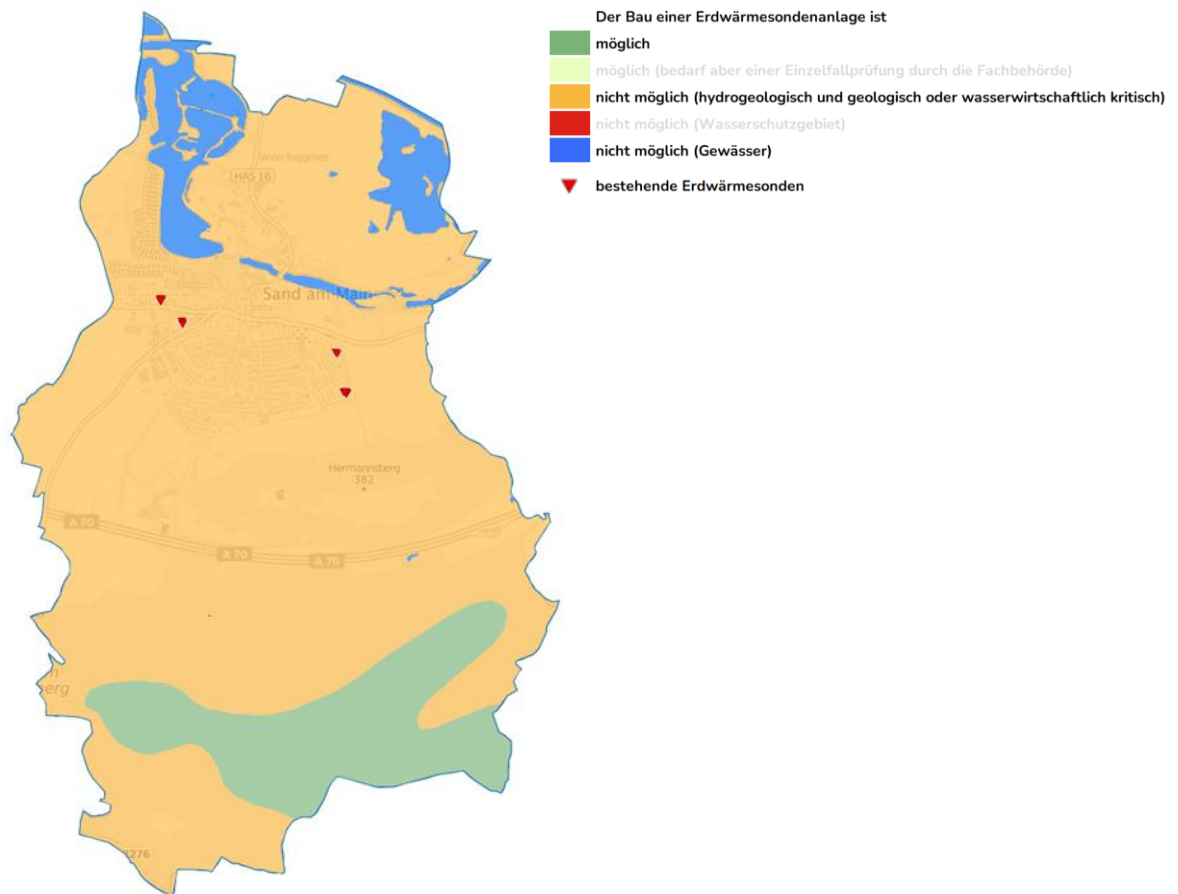


Abbildung 32: Potenziale für Erdwärmesonden und bestehende Erdwärmesonden [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

Dem gegenüber stehen jedoch bestehende Anlagen, die ebenso in der Abbildung zu sehen sind. Da die Analyse bayernweit zur Verfügung gestellt wird, sind lokale Abweichungen möglich. Eine Prüfung im Einzelfall, die nach Rückmeldung des Wasserwirtschaftsamtes ohnehin notwendig ist, kann unter Umständen somit trotzdem den Bau einer Erdsonde ermöglichen.

4.3.2 Erdkollektoren

Erdwärmekollektoren (kurz: Erdkollektoren) bestehen aus einer Anordnung horizontal verlegter Rohre. Sie werden grundsätzlich **oberflächennah** verlegt, meist in einer Tiefe zwischen **1,2 und 1,5 m**. Soll die Kollektorfläche zusätzlich ackerbaulich genutzt werden sind entsprechend höherer Sicherheitsabstände einzuhalten.

Da 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** wieder **regeneriert**.

Die nachfolgende Karte zeigt, welche Bereiche im beplanten Gebiet für die Ausbeutung geothermischer Potenziale durch Erdkollektoren **ungeeignet** sind. Dabei handelt es sich hierbei um **Gewässer**, die aus offensichtlichen Gründen kein Potenzial in dieser Kategorie ergeben. Die **grünen Flächen** weisen eine **uneingeschränkte** Nutzungsmöglichkeit von Erdwärmekollektoranlagen auf.

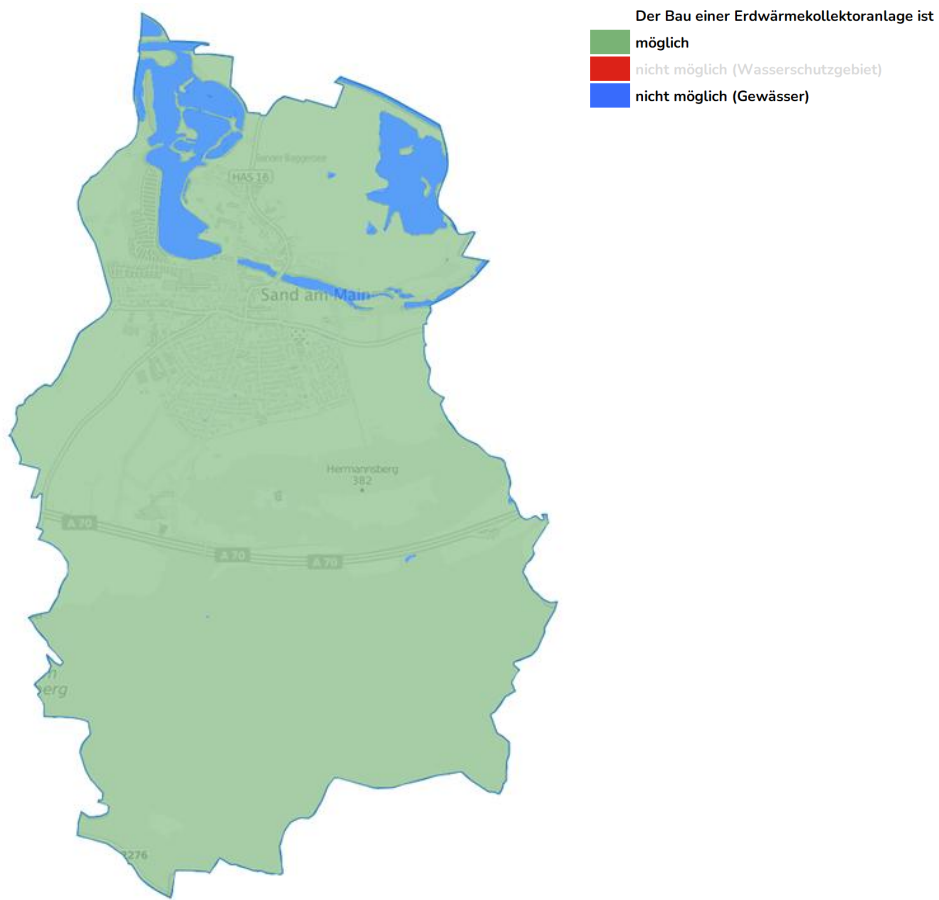


Abbildung 33: Potenziale für Erdwärmekollektoren [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

4.3.3 Grundwasserwärme

Eine weitere Möglichkeit der Geothermie-Nutzung ist der Entzug von Wärme aus dem Grundwasser. Hierbei ergeben sich jedoch besondere Herausforderungen aufgrund der **hohen Schutzbedürftigkeit** des **Grundwassers**. Neben grundsätzlich ausgeschlossenen Bereichen, wie **Wasserschutzgebieten**, ist die Durchteufung 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.

In Flussnähe lässt sich die Bereitstellung von Umweltwärme durch **Uferfiltratbrunnen** ermöglichen. Grund dafür ist, dass in diesen Bereichen mit einer erhöhten Grundwasserergiebigkeit aufgrund des **Uferbegleitstroms** des **Mains** zu rechnen ist. In den **sonstigen Gebieten** ist die Grundwasserentnahme mittels **Tiefbrunnen** möglich. Zur Nutzbarmachung werden ein Förderbrunnen und ein Schluckbrunnen gebohrt. Bei der **Planung** ist insbesondere auf die **Zusammensetzung** des Wassers zu achten, da Mineralien und gelöste Metalle zur Verockierung der Bohrungen führen können. Auch die **Sauerstoffgehalte** und **pH-Werte** sind im Rahmen detaillierter Untersuchungen zu messen, bevor das geothermische Potenzial einer Grundwasserquelle genutzt werden kann.

Die folgende Karte gibt Aufschluss über das wasserrechtlich mögliche Potenzial, etwaige Grundwasserzusammensetzungen, die das Erschließen der geothermischen Quelle unter Umständen erschweren oder unwirtschaftlich machen, sind hierbei nicht Bestandteil der Betrachtung.

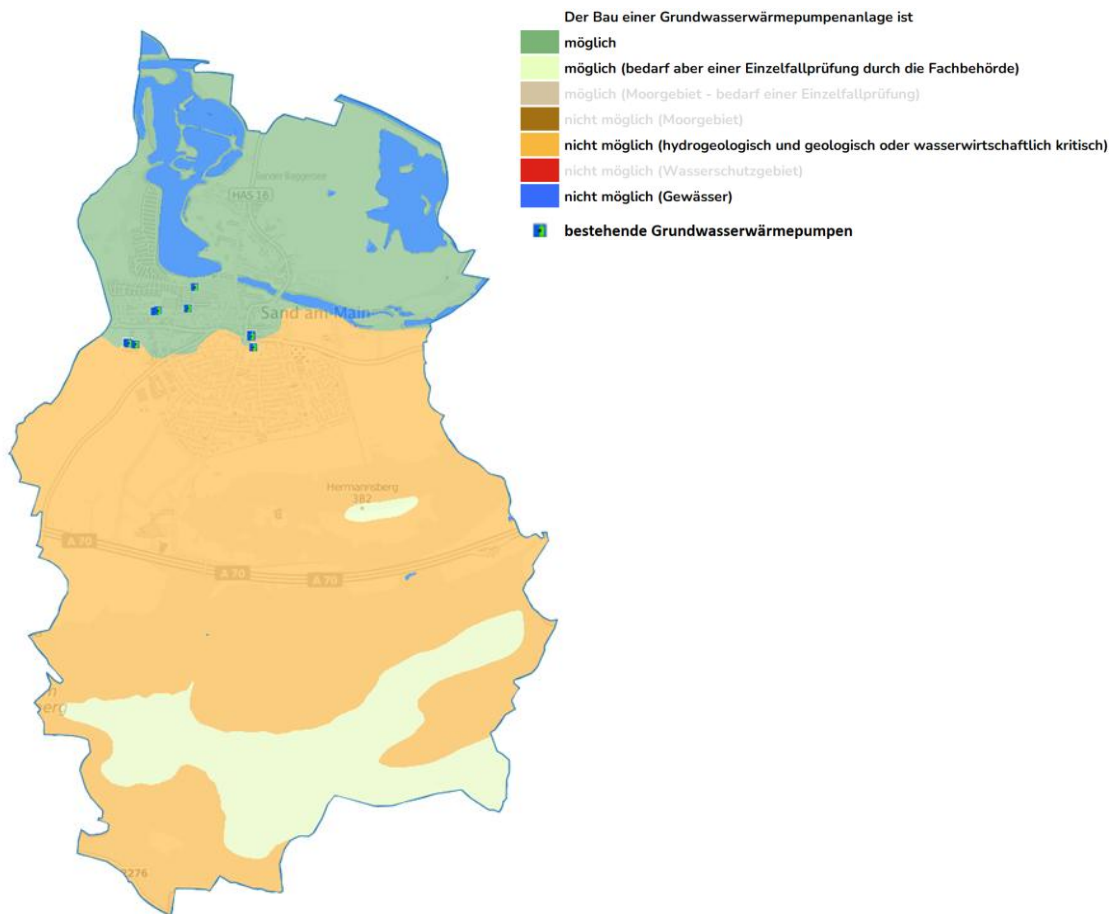


Abbildung 34: Potenziale für Grundwasserwärmepumpen und bestehende Grundwasserwärmepumpen

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

In den grün gekennzeichneten Bereichen ist die Grundwassernutzung potenziell möglich. Aufgrund der Nähe zum Main ist hier ebenso mit einer höheren Ergiebigkeit zu rechnen. Zusätzlich liegen in diesen Bereichen der Sander Baggersee, sowie der alte Main. In den **hellgrünen** Flächen, die jedoch außerhalb des bebauten Gebietes liegen, ist eine Grundwassernutzung nach einer Einzelfallprüfung potenziell möglich. In den **orange** gefärbten Flächen ist die Nutzung des Grundwassers hingegen aufgrund von hydrogeologischen, geologischen bzw. wasserwirtschaftlichen Belangen **nicht möglich**. An den **blau** gekennzeichneten Gewässerfläche ist die Nutzung ebenfalls ausgeschlossen. Nach Rückmeldung des Wasserwirtschaftsamtes ist in den Potenzialflächen dennoch immer eine Einzelfallprüfung notwendig.

Teile der Potenzialflächen befinden sich zudem in Bereichen, in denen nach Daten des LfU ein **hoher Grundwasserstand** zu erwarten ist. Hohe Grundwasserstände werden dabei definiert als Grundwasserstände, die temporär oder dauerhaft weniger als drei Meter unter Geländeoberfläche liegen. Aufgrund der **Lage** der Flächen im **Überschwemmungsgebiet** gilt es im **Hochwasserfall** zu beachten, dass eine **Versickerung** des geförderten Grundwassers zu diesen Zeiten u. U. **nicht dauerhaft möglich** ist, um eine zusätzliche Erhöhung des Grundwasserspiegels zu vermeiden. Im Hochwasserfall sind dementsprechend ggf. alternative Wärmequellen zu Nutzen.

4.4 Fluss- oder Seewasser

Aufgrund der geografischen Nähe der Gemeinde zum **Main** wird nachfolgend das Wärmepotenzial aus oberflächennahen Gewässern näher untersucht. Direkt im Norden der Gemeindegrenze verläuft der Main, wobei etwa 1,1 km des Fließgewässers zum Teil innerhalb der Gemeinde liegen (siehe Abbildung 35). Zur Abschätzung des Potenzials werden Daten des gewässerkundlichen Dienstes Bayern (GKD) verwendet. Da sich in Sand am Main keine Messstelle befindet, wurden Messungen an der **ca. 15 km flussaufwärts** liegenden Messstelle **Trunstadt** verwendet (siehe Abbildung 36). Diese Messstelle bietet aufgrund der geringen Entfernung die beste Näherung. Die Daten des GKD liegen als viertelstündliche Messwerte über ganze Jahre vor. Diese werden im Rahmen einzelner Berechnungen zu Stundenwerten gemittelt. Welche Daten verwendet wurden wird im weiteren Text jeweils gekennzeichnet.

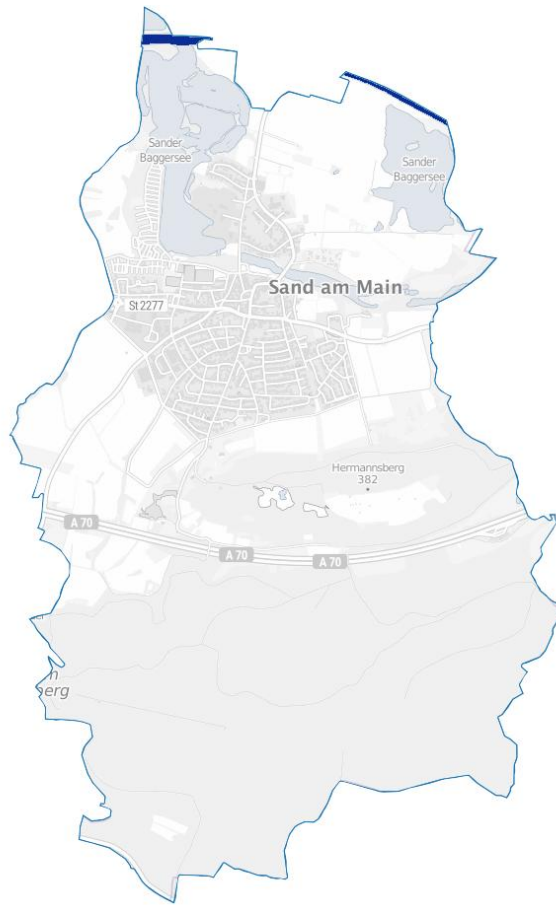


Abbildung 35: Flusswasserverlauf des Mains innerhalb der Gemeinde

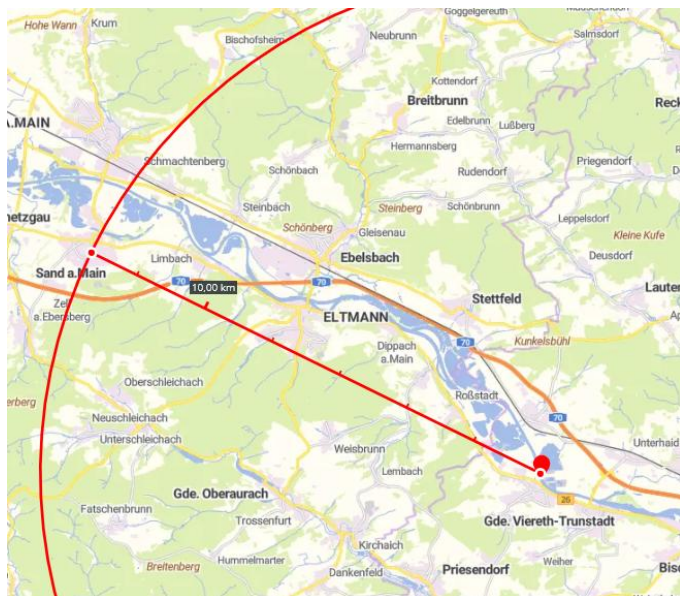


Abbildung 36: Lage der Messstelle Trunstadt [Quelle: [BayernAtlas - der Kartenviewer des Freistaates Bayern](#)]

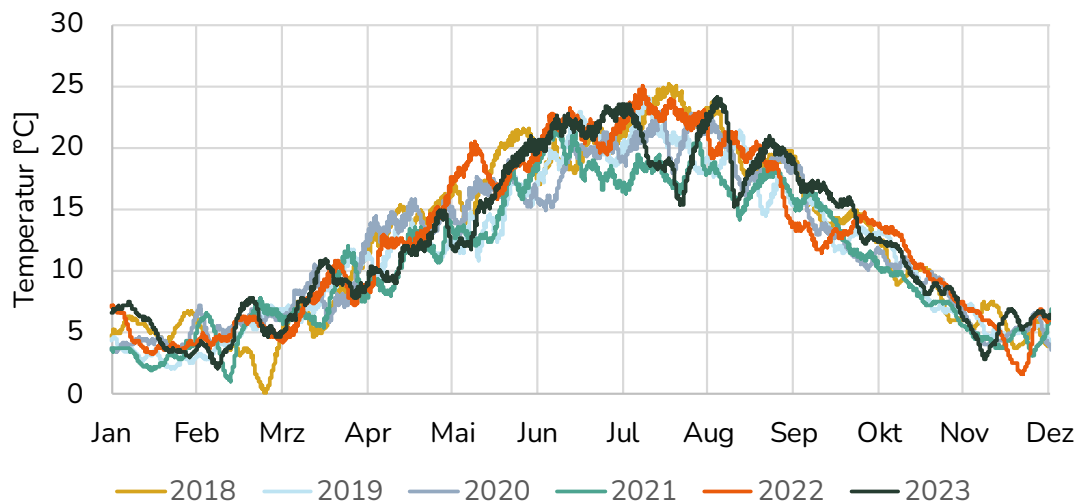


Abbildung 37: Viertelstündliche Temperaturdaten des Mains von 2018 bis 2023 Quelle [GKD Bayern viertelstündliche Daten]

Der Verlauf der Temperatur des Mains **für die Jahre 2018 bis 2023** wird in Abbildung 37 dargestellt. Zu sehen ist, dass die Gewässertemperatur zyklisch mit den Jahreszeiten bis zur Sommerzeit ansteigt und zu den Wintermonaten wieder sinkt. Zur besseren Einordnung wird die Gewässertemperatur in Abbildung 38 als Jahresdauerlinie dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass sich die Temperatur des Mains in der Regel zu **etwa 7.500 h** oberhalb von 5 Grad Celsius befindet. Bei 5 °C wäre eine Abkühlung des Entnahmestroms über den Wärmetauscher von 3-4 K immer noch denkbar.

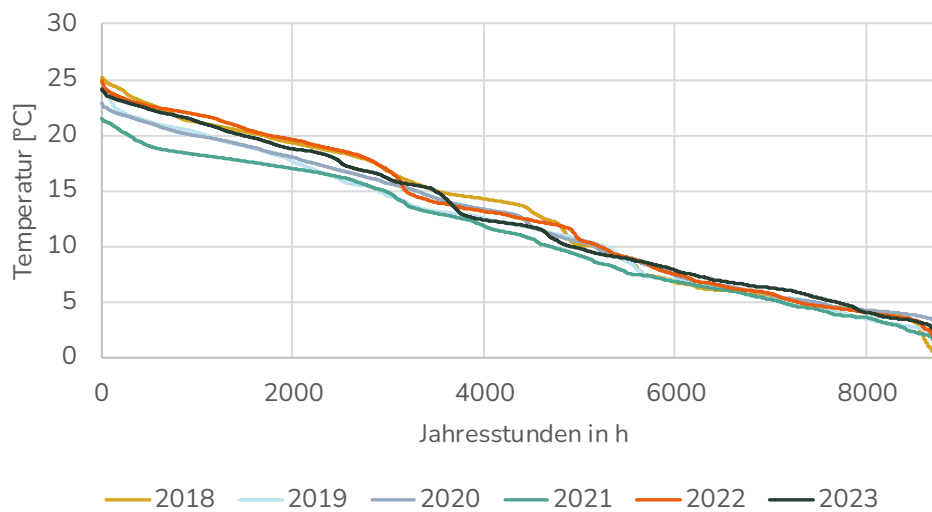


Abbildung 38: Jahresdauerlinie der Temperatur des Mains von 2018 bis 2023

Der Verlauf des Abflusses wird in Abbildung 39 gezeigt. Zu sehen ist, dass der Abfluss des Mains starken Schwankungen unterlegen ist. Starkregenereignisse können beispielsweise temporär zu hohen Abflusswerten bzw. Trockenperioden und Zeiten von lang andauerndem Schneefall zu einem geringen Abfluss führen. Im weiteren Verlauf der Analyse wird ein Abfluss von **40,2 m³/s** angenommen, da dieser dem **ganzjährigen mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) entspricht**. Dieser wird ebenso in Abbildung 39 dargestellt, wobei zu erkennen ist, dass dieser in den kältesten Monaten größtenteils erreicht wird. Es ist festzuhalten, dass bei der Aufbereitung der Daten fehlerhafte Werte entfernt wurden, um eine möglichst realitätsnahe Darstellung zu erhalten.

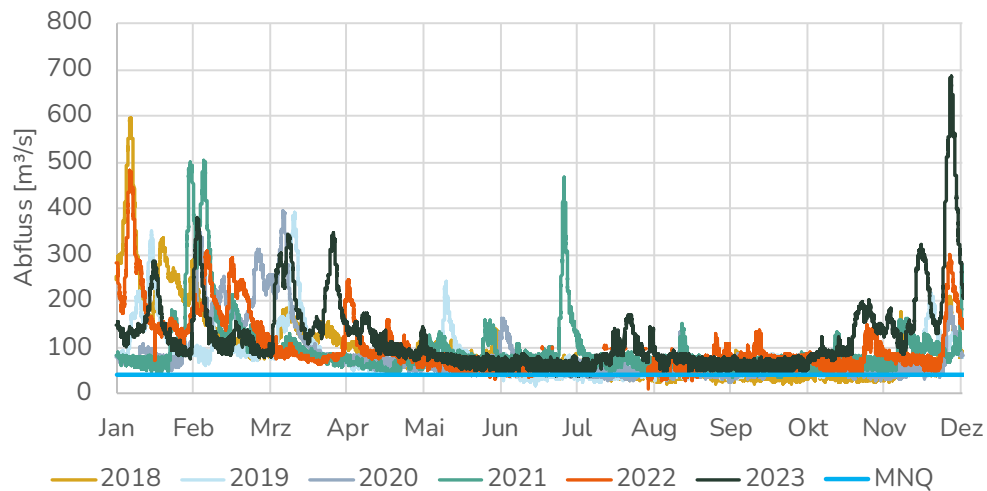


Abbildung 39: Viertelstündliche Abflussdaten des Mains von 2018-2023 Quelle [GKD Bayern viertelstündliche Daten]

Um ein theoretisches Potenzial zu berechnen, wird die folgende Formel verwendet:

$$\dot{Q} = \dot{V} * c_{Wasser} * \Delta T$$

Das Potenzial an Umweltentzugsleistung ist vom Abfluss (\dot{V}) durch den Wärmetauscher und dem Temperaturunterschied (ΔT) über diesen abhängig, diese werden mit der spezifischen Wärmekapazität von Wasser 1,1617 kWh/(m³*K) multipliziert, um ein theoretisches Potenzial zu berechnen. In Sand am Main ist hierbei zu beachten, dass Entnahmen **von mehr als 2 % des MNQ** in Relation zum Gesamtwärmeverbrauch als nicht sinnvoll zu beurteilen sind.

In der folgenden Tabelle 3 werden daher verschiedene Umweltentzugsleistungen in kW bei bis zu 5 K Temperaturunterschied am Wärmetauscher und verschiedenen Abflüssen bis zu 2 % des MNQ dargestellt. Analog wird in Abbildung 40 der Verlauf der jährlichen Umwelte-
nergie in Abhängigkeit des Entnahmeanteils am MNQ und der Temperaturunterschied am
Wärmetauscher dargestellt. Zu sehen ist, dass eine Spanne von bis zu 16,8 MW abgreifbar
ist. Ebenso ist zu sehen, dass je nach Entnahmeanteil und Temperaturunterschied der Raum-
wärmeverbrauch der gesamten Gemeinde theoretisch bilanziell gedeckt werden kann.

**Tabelle 3: Umweltleistung am Wärmetauscher in kW in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge
und Temperaturspreizung am Wärmetauscher⁵**

$\Delta T \downarrow \dot{V} \rightarrow$	0,01 %	0,05 %	0,1 %	0,5 %	1 %	2 %
$\Delta T=1K$	17 kW	84 kW	168 kW	841 kW	1.681 kW	3.362 kW
$\Delta T=2K$	34 kW	168 kW	336 kW	1.681 kW	3.362 kW	6.725 kW
$\Delta T=3K$	50 kW	252 kW	504 kW	2.522 kW	5.044 kW	10.087 kW
$\Delta T=4K$	67 kW	336 kW	672 kW	3.362 kW	6.725 kW	13.450 kW
$\Delta T=5K$	84 kW	420 kW	841 kW	4.203 kW	8.406 kW	16.812 kW

⁵ In Anlehnung an: Schwinghammer, Florian: Thermische Nutzung von Oberflächengewässern. Freiburg i.Br. 2012

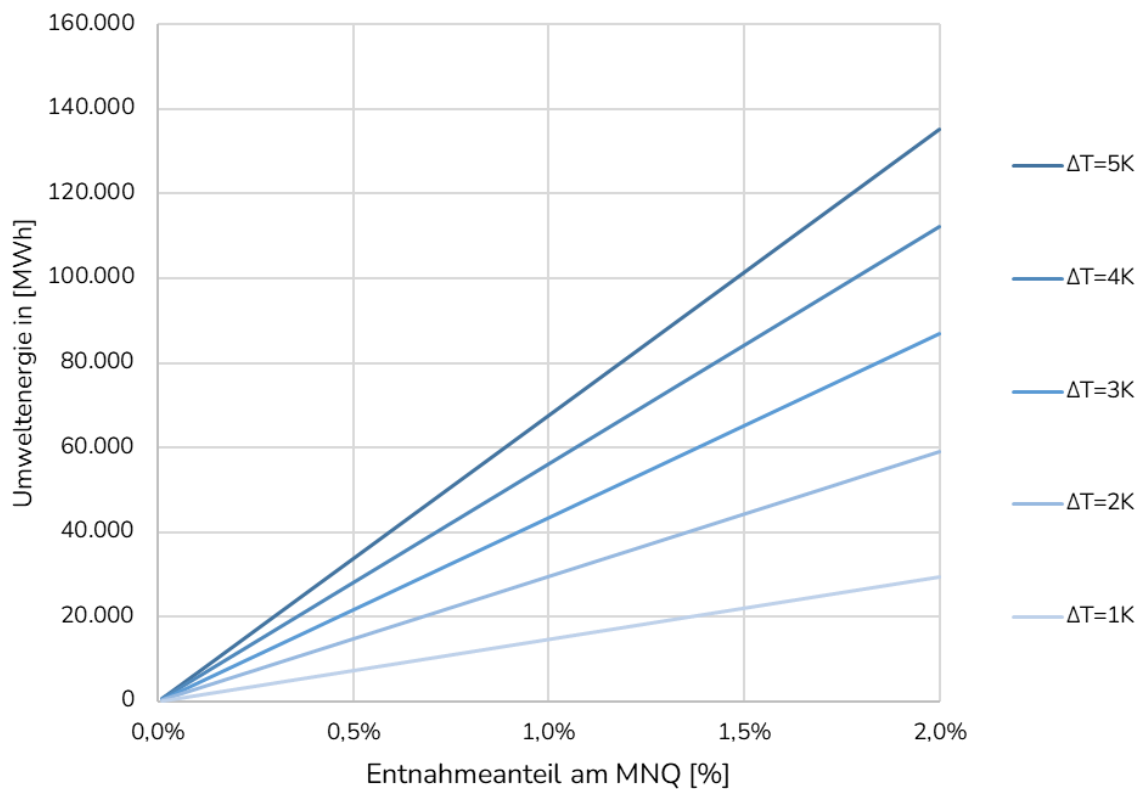


Abbildung 40: Verlauf der Umweltenergie pro Jahr in Abhängigkeit des Entnahmeanteils am MNQ und der Temperaturspreizung am Wärmetauscher im Vergleich zum jährlichen Raumwärmeverbrauch der gesamten Gemeinde

An dieser Stelle soll erneut darauf verwiesen werden, dass das dargestellte Potenzial **nur die Umweltwärme** betrachtet. Bei einer Betrachtung, welche die elektrische Energie beinhaltet, ist der Deckungsgrad von 100 % bereits bei weniger Entnahme erreicht.

Die Nutzung von Wasser aus dem Main, der einem Gewässer I. Ordnung entspricht, wäre nach Rückmeldung des Wasserwirtschaftsamts Bad Kissingen, prinzipiell denkbar. Die Entnahme und Wiedereinleitung von Flusswasser stellt einen wasserrechtlichen Tatbestand dar und wäre im Falle einer Genehmigung mit gewissen Auflagen verbunden. Eine Eingrenzung der Entnahmemenge konnte bedingt durch die fehlende Detailtiefe der kommunalen Wärmeplanung nicht ermittelt werden. Eine Aussage über die maximale Temperaturabsenkung des wiedereingeleiteten Wasserstroms kann ebenfalls nicht pauschal getroffen werden. Diese würde bei einem konkreten Projektvorhaben mittels eines Wasserrechtsbescheides festgelegt werden. Somit wäre hierzu eine Einzelfallprüfung notwendig.

4.5 Uferfiltrat

Zusätzlich zur direkten Nutzung des Flusswassers des Mains wurde eine erste Grobeinschätzung der Nutzbarkeit von sogenanntem **Uferfiltrat** durchgeführt. Unter Uferfiltrat versteht man Wasser, das in unmittelbarer Nähe zum Ufer eines fließenden Gewässers mittels Brunnen unterirdisch entnommen wird. Das hier entnommene Wasser stammt dabei zu großen Teilen aus dem **Fließgewässer**. Aufgrund der **Größe** des **Mains** und der geologischen Verhältnisse kann von einer **erhöhten Verfügbarkeit** ausgegangen werden.

Hinweise dazu liefert unter anderem die Hinweiskarte „Hohe Grundwasserstände“ aus dem UmweltAtlas Bayern, der entlang des Mains hohe Grundwasserstände ausgibt. Dies bedeutet, dass in **weniger als drei Meter** unterhalb des Geländes Grundwasser angetroffen werden kann. Zudem geben öffentlich einsehbare Daten zu bereits durchgeführten Bohrungen in diesem Bereich ebenso den Hinweis, dass in geringer Tiefe unterhalb der Oberfläche Grundwasser angetroffen wurde.

Für die Entnahme von Uferfiltrat mittels Brunnen existieren bereits diverse Konzepte. So können entweder **mehrere vertikale** Bohrungen oder alternativ eine **vertikale** Bohrung mit **mehreren horizontalen** Bohrungen im Untergrund (sprich sternförmig) durchgeführt werden, wodurch sich an der Oberfläche ein geringerer Platzbedarf ergeben würde. Für die finale Bewertung der **Umsetzbarkeit** und einer möglichen **Entzugleistung** sind jedoch **konkrete Probebohrungen** am Standort notwendig.

4.6 Abwärme

Innerhalb der Kommune fällt **keine** nutzbare Abwärme an, die für die Wärmeversorgung genutzt werden kann.

4.6.1 Industrie/ Großverbraucher

Basierend auf der Befragung der Industriebetriebe bzw. Großverbraucher, die bereits in Abschnitt 3.10 beschrieben wurden, konnten keine Akteure identifiziert werden, die das Potenzial zur Nutzung von anfallender Abwärme aufweisen würden.

4.6.2 Abwasserkanäle

Zur Potenzialermittlung der Abwärme aus dem kommunalen **Abwasserkanal** wurde zunächst der Netzplan des lokalen Kanalnetzes verwendet.

Für einen technisch sinnvollen Betrieb sind gewisse Bedingungen zu erfüllen. Nach Rücksprache mit **Systemherstellern**, sowie nach **WPG** werden im Folgenden nur Kanalabschnitte mit einer Breite und Höhe von **mindestens DN 800** 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 können. Auch sollte berücksichtigt werden, dass eine gewisse Kanalreststrecke bis zur Einleitung in die Kläranlage verbleibt, damit sich die Abwassertemperatur im weiteren Verlauf regenerieren kann.

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamts entstehen pro Tag und Einwohner im Bundesdurchschnitt 128 Liter Abwasser.⁶ Pro 1.000 Einwohner entspricht dies einem durchschnittlichen Abfluss von etwa 1,5 l/s. Unter der Annahme einer Abkühlung um 2,5 K (in Anlehnung an Aussagen eines Systemherstellers) entspricht dies einer Wärmeentzugsleistung von etwa 16 kW pro 1.000 Einwohner. Somit ergibt sich für die gesamte Kommune überschlägig ein Wärmeentzugspotenzial **von etwa 49 kW** aus dem Abwasserkanal.

Nach Rücksprache mit einem Planungsbüro, welches die Gemeinde fortlaufend unterstützt, sowie nach Sichtung des Netzplans konnte festgehalten werden, dass insgesamt **eher wenige Stränge** diese Anforderung erfüllen. Außerdem gibt es für das Abwassernetz keine konkreten Messungen. Die höchsten Durchflüsse sind nahe des **Bauhofs** zu erwarten, da von dort aus gesammelt das **Abwasser in Richtung Kläranlage Zeil** gepumpt wird. Aufgrund der fehlenden Daten und der damit verbundenen Unsicherheit wurde mit der Kommune abgestimmt, das Potenzial zunächst **nicht weiterzuverfolgen**.

⁶ [Destatis](#)

4.6.3 Kläranlage

Die Gemeinde Sand am Main verfügt über **keine** eigene Kläranlage. Das in der Gemeinde anfallende Abwasser wird zur Kläranlage in **Zeil am Main** geleitet. Somit sind **keine Potenziale** von Abwasserbehandlungsanlagen vorhanden.

4.7 Biomasse

Für die Ermittlung der Biomassepotenziale 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 pro Kommune. Zusätzlich wird auf Daten des Bayerischen Landesamts für Umwelt (**LfU**) zurückgegriffen, welches die angefallene Altholzmenge der vergangenen Jahre pro Landkreis ausweist.

Die Potenziale des LWF beziehen sich zum einen auf **Derbholz**, damit wird die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser mit Rinde bezeichnet.⁷ Diese Daten beinhalten unter anderem Fernerkundungsdaten, Daten aus der dritten Bundeswaldinventur und aus einer Holzaufkommensmodellierung. Das bedeutet, dass der Walddumbau sowie die aktuelle Holznutzung nach Besitzart mitberücksichtigt wird. Es handelt sich dabei um wirtschaftliche Potenziale unter der Annahme einer zukünftig veränderten Baumartenzusammensetzung. 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.

⁷ Weitere Informationen: <https://gdk.gdi-de.org/geonetwork/srv/api/records/fa366654-3716-43d8-9aad-ef9f44ad16ec>

Zudem gibt das LWF eine Auskunft über die Potenziale, die sich aufgrund **von Flur- und Siedlungsholz**⁸ ergeben. Darunter fallen Gehölze, Hecken und Bäume im Offenland (beispielsweise Straßenränder, Parks, Gärten, etc.).

Die Daten der Abfallbilanz des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) weisen landkreisscharf das angefallene **Altholz** aus. Unter der Annahme einer anteiligen energetischen Nutzung des Altholzes kann hieraus ebenso ein Potenzial zur Wärmeerzeugung aus der Kommune ermittelt werden.

Basierend auf den vorhergehend beschriebenen Daten des LWF und des LfU konnte somit ein theoretisches Potenzial von insgesamt **3,4 GWh** ermittelt werden. Dabei gehen 2,5 GWh auf Waldderbholznutzung und 0,7 GWh auf die Nutzung von Flur- und Siedlungsholz zurück. Aus der Verwertung von Altholz kann ein Potenzial von 0,2 GWh abgegriffen werden. Zusammenfassend sind die Potenziale in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Biomassepotenzial

Art	Potenzial in MWh	Quelle
Waldderbholz	2.528	LWF
Flur- und Siedlungsholz	667	LWF
Altholz	228	LfU
Summe	3.422	

⁸ Weitere Informationen: <https://gdk.gdi-de.org/geonetwork/srv/api/records/5a3a64c9-230b-44f9-a444-565e6745be4e>

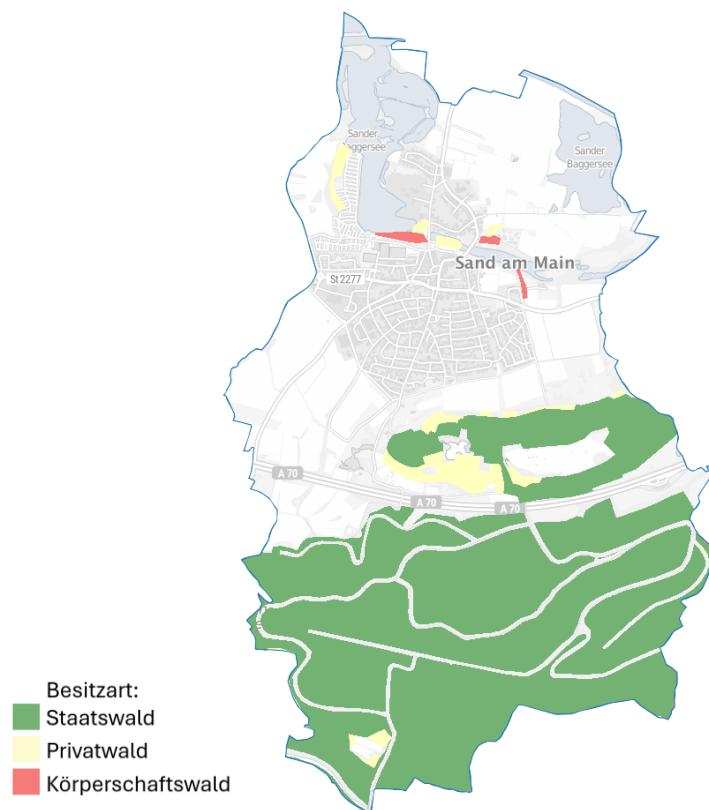


Abbildung 41: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Bayern [Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de]

Insgesamt befindet sich auf dem beplanten Gebiet etwa 508 ha Waldfläche. Die Besitzverhältnisse werden in Abbildung 41 dargestellt. Zu sehen ist, dass dieses vor allem von **Staatswald** geprägt ist. Holzmengen aus diesen Wäldern können ggf. über die Bayerischen Staatsforsten (BaySF) nutzbar gemacht werden.

Aufgrund der ökologischen Bedeutung des Waldes und der voraussichtlich zunehmenden Rolle im Wärmesektor, kann die Bewirtschaftung des Privatwaldes in der Zukunft ebenfalls ansteigen. Dafür können beispielsweise auch **staatliche Förderungen**⁹ in Anspruch genommen werden, womit auch eine **Wiederaufforstung des Privatwaldes** erreicht werden kann.

⁹ [Staatliche Förderung für waldbauliche Maßnahmen - Wegweiser für bayerische Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer](#)

Die Nutzung von Biomasse in der Wärmeversorgung **kann** eine nachhaltige und bezahlbare Option darstellen. Aus ökologischer Sicht sollte jedoch der Brennstoff **aus der Region** bezogen werden. Es ist bei der Nutzung von Biomasse jedoch darauf hinzuweisen, dass die mittel- und langfristigen **Kosten** für den Brennstoff je nach Szenario **stark steigen können**, wenn durch die fortschreitende Energiewende **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 Netzinfrastruktur darstellen.

Die Einbindung der Biomasse in die Wärmeversorgung bringt zunächst den Vorteil mit sich, dass **hohe Anschlussquoten** bedingt durch den eher **niedrigeren Wärmepreis** 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. Das Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse werden darüber hinaus in der EU-Richtlinie 2018/2001 (**RED II**)¹⁰ geregelt und sind für die Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energieträger zu berücksichtigen.

¹⁰ [RED II Richtlinie](#)

4.8 Biogas

Zur Ermittlung des theoretischen Biogaspotenzials wird auf Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik (**LfStat**) und des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (**LfU**) zurückgegriffen. Konkret werden für den Gebietsumgriff der Kommune Daten über die aktuelle **Gebietsflächenverteilung**, den **Viehbestand** und die jährlich anfallende Menge an **Bioabfällen** erhoben. Daraus lässt sich 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, ein Potenzial bestimmen. 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.

Insgesamt kann ein theoretisches Biogaspotenzial von ca. **1,5 GWh** bestimmt werden. Die Potenziale, aufgegliedert nach der Herkunft, werden in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Theoretisches Biogaspotenzial

<i>Herkunft</i>	<i>Potenzial in MWh</i>	<i>Datenquellen</i>
<i>Energiepflanzen</i>	1.423	LfStat
<i>Gülle</i>	-	LfStat
<i>Bioabfall</i>	99	LfStat, LfU
Summe	1.522	

Im Gemeindegebiet Sand am Main befindet sich **keine Biogasanlage**. Aus diesem Grund wurde sich in Abstimmung mit der Kommune dazu entschieden, das Biogaspotenzial im weiteren Verlauf eher nachrangig zu betrachten.

4.9 Wasserstoff

Basierend auf den ermittelten Flächen zur erneuerbaren Stromerzeugung (vgl. Abschnitt 4.2) kann ein **überschlägiges Potenzial** zur **lokalen** Erzeugung von grünem Wasserstoff (vgl. Tabelle 2) ermittelt werden. Als erster Indikator werden dafür die privilegierten Photovoltaikfreiflächen herangezogen.

Darauf basierend wurde eine Jahresdauerlinie der elektrischen Leistung der Anlage erstellt und eine beispielhafte Auslegung eines Elektrolyseurs durchgeführt (siehe Abbildung 42). Unter der Annahme eines Richtwertes von etwa 4.000 Jahresvollbenutzungstunden des Elektrolyseurs resultiert eine Elektrolyseurleistung von etwa 31 kW. Dabei wird die minimale Teillast von 20 % (entspricht 6 kW) in der Auslegung mitberücksichtigt. Aus der exemplarischen Auslegung ergibt sich ein jährliches **Wasserstoffpotenzial** von etwa **0,1 GWh**. Dies entspricht anteilig etwa **0,3 % des gesamten Endenergieverbrauch** für Wärme.

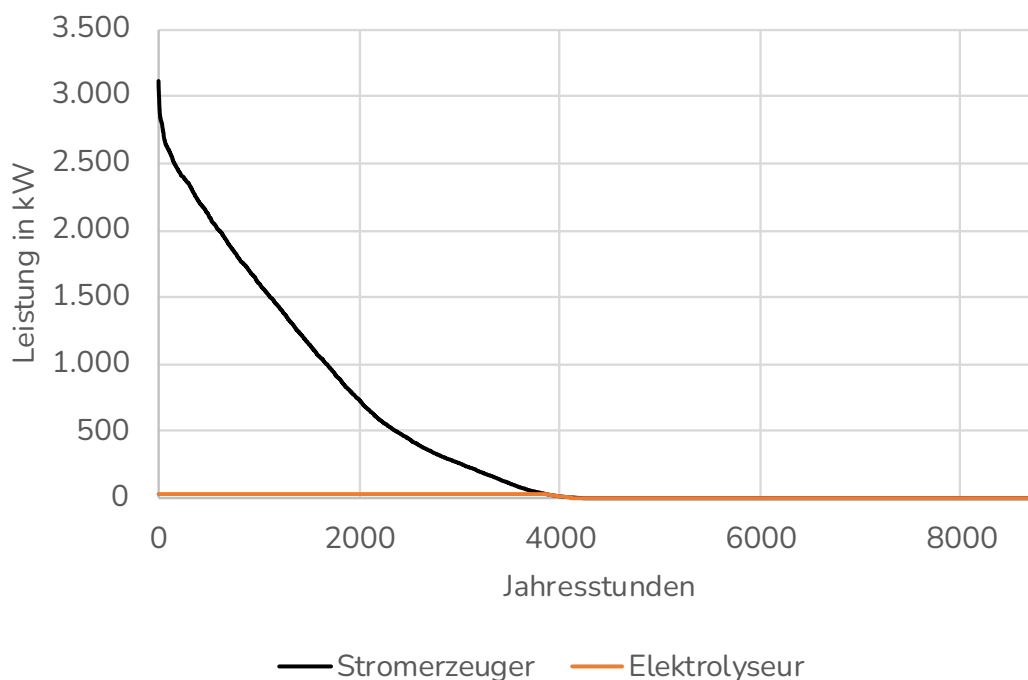


Abbildung 42: Jahresdauerlinie Grünstrom aus privilegierten PV-Freiflächen und Elektrolyseur

Für einen möglichst **wirtschaftlichen** Betrieb eines Elektrolyseurs gilt es anzustreben, möglichst **hohe Vollbenutzungsstunden** zu erreichen. Da im gesamten Gemeindegebiet kein Potenzial für Windkraftanlagen vorhanden ist, begrenzen sich die Quellen für erneuerbaren Strom auf Photovoltaik, weshalb sich eine Einschränkung in den möglichen Betriebsstunden und der Wirtschaftlichkeit des Elektrolyseurs ergibt. In der Jahresdauerlinie ist zu sehen, dass dadurch im Vergleich zur Spitzenleistung der Photovoltaik eine nur sehr geringe Elektrolyseleistung resultiert.

Zusätzlich wird die Bestimmung des theoretischen Potenzials durch **mangelnde Informationen** über die zukünftige Entwicklung des lokalen Gasnetzes erschwert. Zum aktuellen Stand ist mit keiner übergeordneten Lösung oder kleineren Insellösungen zu rechnen.

4.10 Zwischenfazit Potenzialanalyse

In Tabelle 6 werden die untersuchten Potenziale **zusammenfassend** dargestellt. Zusätzlich werden die Biomasse- und Biogas-Potenziale in Abbildung 43 abgebildet. Zu sehen ist, dass die Energieträger jeweils 5 % beziehungsweise 10 % des Endenergieverbrauchs für Wärme der Gemeinde Sand am Mains abdecken können. Eine vollständige Abdeckung über diese ist somit nicht möglich.

Tabelle 6: Übersicht der Potenziale

Potenzial	Bewertung	Bemerkung
Biomasse	--	Auf Gemeindegebiet wenig Potenzial
Biogas	--	Keine Biogasanlage auf Gemeindegebiet
Geothermie	+	Tiefengeothermie nein, Oberflächennah teilweise möglich
Flusswasser	++	Hohes Potenzial durch den Main
Uferfiltrat	+	Potential im Bereich des Mains
PV-Freiflächen	-	10 MW _p Bestandsanlage, ca. 4 ha privilegierte Freiflächen
PV-Dachflächen	+	12,5 GW _{h_{el}}
Windkraft	--	Keine Flächen an Planungsverband gemeldet
Grünes Gasnetz	--	Keine Biogasanlage auf Gemeindegebiet
Wasserstoff		Unklar, Großverbraucher im Gasverteilnetz vorhanden
Abwärme	--	Nicht vorhanden
Kläranlage	--	Nicht auf Gemeindegebiet
Abwasserwärme	--	Fehlende Messwerte, geringe Durchflusswerte zu erwarten

Legende: Ausbaupotential in % vom Gesamtwärmebedarf	
++	50 – 100 %
+	20 – 50 %
-	10 – 20 %
--	0 – 10 %

Durch die **Flächenverteilung** der Kommune ergeben sich sowohl auf der Freifläche entlang der A70, als auch auf Dachflächen **Potenziale** zur Errichtung von **Photovoltaik**-Anlagen. Potenziale zum Bau von **Windkraftanlagen** hingegen sind innerhalb der Gemeinde nicht vorhanden. Die Stromerzeugungsanlagen können ebenso in die Wärmeversorgung mit eingebunden werden.

Potenziale zur Nutzung der **Geothermie** sind in Sand am Main vorhanden. Für die **dezentrale** Wärmeversorgung sind **Erdsonden** dabei jedoch im bebauten Gebiet der Gemeinde **nicht möglich**, wohingegen **Erdwärmekollektoren größtenteils möglich** sind. In bestimmten Bereichen **Nahe des Mains** zeigt sich, dass auch das **Grundwasser** bzw. **Uferfiltrat** zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Die **Ergiebigkeit in Flussnähe** ist dabei vermutlich erhöht.

Die thermische **Nutzung des Mains** wird seitens des Wasserwirtschaftsamtes im notwendigen Umfang als **umsetzbar eingeschätzt**. In **Relation zur Größe** der Gemeinde ist die Einbindung in eine mögliche Wärmeversorgung jedoch womöglich zu **kostenintensiv**.

Aus der Umfrage der Industrie und der Großverbraucher konnte **kein** Akteur mit **Abwärmepotenzial** ermittelt werden. Die Analyse des **Abwassernetzes** zeigte, dass nur eine geringe Anzahl von Teilsträngen aufgrund ihres **Durchmessers** für die thermische Nutzung geeignet ist. Es liegen jedoch **keine** konkreten **Messreihen** für Durchfluss und Temperatur im Kanal vor. Eine Einschätzung des zu erwartbaren Durchflusses bei Trockenwetter ergab eine eher **geringe** thermische **Entzugsleistung**, die aus dem **Abwasserkanal** entzogen werden kann. Auf dem Gemeindegebiet befindet sich darüber hinaus **keine Kläranlage**.

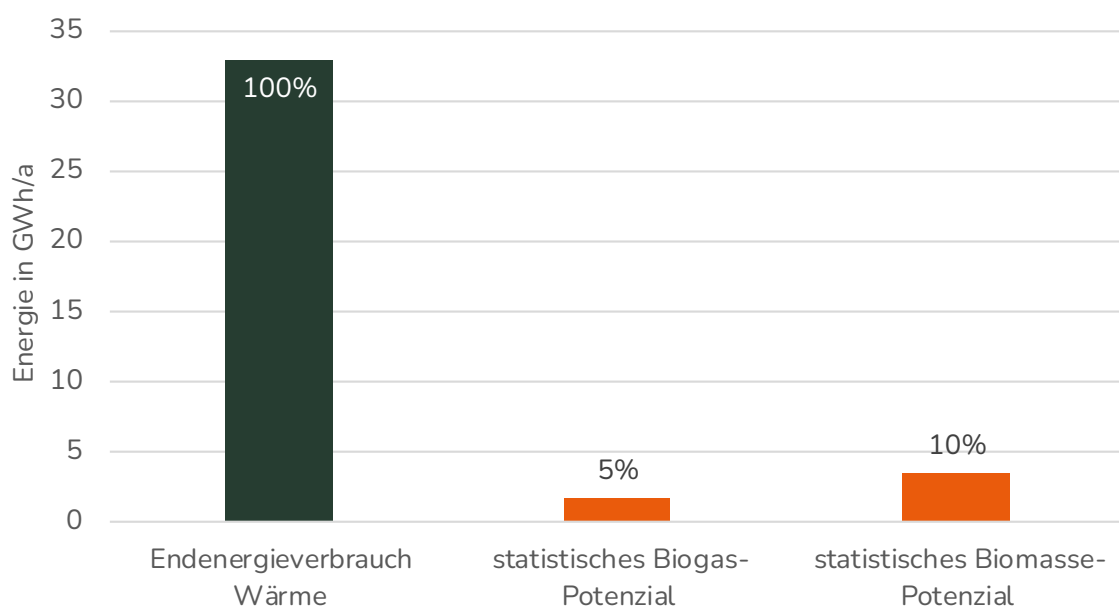


Abbildung 43: Gegenüberstellung Biomasse- und Biogaspotenzial mit Endenergieverbrauch für Wärme

Da vom **Gasnetzbetreiber** **keine** konkreten **Aussagen** zum zukünftigen Gasnetz in der Gemeinde Sand am Main getroffen werden konnten, wird durch die damit entstehende große Unsicherheit der Beitrag von Wasserstoff zur Wärmeversorgung **nachrangig** betrachtet. Aufgrund von **Großverbrauchern** im **Verteilnetz** besteht jedoch trotzdem zukünftig eine **gewisse Wahrscheinlichkeit** für **Wasserstoffnetze**. Aufgrund **fehlender Biogasanlagen** ist mit einer großflächigen Einbindung von **Biomethan** eher **unwahrscheinlich**.

5 Zielszenario

Nach § 18 WPG Abs. 1 ist für alle Gebiete, die nicht der verkürzten Wärmeplanung unterliegen, eine **Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete** durchzuführen. 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 geplante Teilgebiet besonders eignet. Dies erfolgt mithilfe der nachfolgenden Parameter:

1. Wärmegestehungskosten¹¹
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 bereitzustellen.

Nach § 18 WPG Abs. 3 erfolgt die Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für die **Betrachtungszeitpunkte** der Jahre **2030, 2035** und **2040**.

5.1.1 Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien

Zur detaillierteren Betrachtung bestimmter Teilgebiete wird der zeitliche Wärmebedarf aus den vorliegenden Daten des Wärmekatasters abgeleitet. Dabei wird mittels des absoluten jährlichen Wärmebedarfs und **Standardlastprofilen**, die die Art des Gebäudes berücksichtigen, der Verlauf des Wärmebedarfs **gebäudescharf** abgebildet. Falls vorhanden, werden v.a.

¹¹ Die Wärmegestehungskosten umfassen sowohl Investitionskosten einschließlich Infrastrukturausbaukosten als auch Betriebskosten über die Lebensdauer.

bei relevanten Großverbrauchern **gemessene Lastgänge** anstelle der Standardlastprofile verwendet. Zur Darstellung des Wärmebedarfs auf Quartiersebene werden alle in diesem befindlichen, zeitlich aufgelösten Wärmebedarfe **kumuliert**. Dabei wird zunächst keine Gleichzeitigkeit mitberücksichtigt. Um die benötigte Wärmeleistung im Jahresverlauf besser beurteilen zu können, wird eine **Jahresdauerlinie** erstellt. Diese stellt die Wärmeleistung absteigend dar und gibt somit Aufschluss darüber, welche Wärmeleistung zu wie vielen Stunden im Jahr benötigt wird.

5.1.2 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. Über das resultierende Profil kann die Dimensionierung der Wärmeerzeuger durchgeführt werden. Diese werden wiederum durch ihre **thermische Spitzenleistung** und die **Volllaststunden** definiert. Das Produkt aus beiden Parametern ergibt die jährliche Wärmeerzeugung, worüber sich der jährliche Anteil der jeweiligen Technologie an der Wärmeversorgung des Wärmenetzes ermitteln lässt. Ziel dieser Betrachtung ist es, Wärmeerzeuger mit möglichst hohen Volllaststunden zu ermitteln und den Anteil an Spitzenlasttechnologien möglichst gering zu halten. Mithilfe der ermittelten notwendigen thermischen Leistung und Laufzeit der Erzeuger kann anschließend eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung (Vollkostenrechnung) erfolgen.

5.1.3 Kostenschätzung

Zur Quantifizierung der Wärmegestehungskosten, die wesentliches Bewertungskriterium zur Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sind, werden Kostenschätzungen aufgestellt. Auf Grundlage der ausgelegten Versorgungsvarianten wird eine überschlägige **Vollkostenrechnung** in Anlehnung an die **VDI 2067** erstellt. Das bedeutet, dass sämtliche einmalige und laufende Kosten zusammengefasst und auf einen bestimmten Zeitraum abgeschrieben werden. Dadurch wird eine geeignete und adäquate **Entscheidungsgrundlage** für **Investitionen mit langfristigen Wirkungen** geschaffen.

5.1.4 Akteursbeteiligung – Runder Tisch

Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurden relevante Akteure zur Vorstellung der Zwischenergebnisse, insbesondere des Zielszenarios eingeladen. Hierbei wurden am 06. Februar 2025 neben dem Bürgermeister, der Geschäftsleiter der Gemeinde, der Gasnetzbetreiber, der Stromnetzbetreiber, sowie die GUT Haßberge ins Rathaus in Sand am Main eingeladen.

Im Anschluss an die Vorstellung war Raum für offene Fragen und Diskussion. Hier diskutierten die Akteure ausführlich die Rahmenbedingungen der künftigen Wärmeversorgung sowie wie diese umgesetzt werden kann.

Darüber hinaus wurden die beteiligten Akteure über die nach §17 Abs. 2 WPG bestehende Möglichkeit aufgeklärt, eine Stellungnahme zu den vorgestellten Themen abzugeben.

Es ist bis zum Stichtag der Berichtserstellung eine Stellungnahme eingegangen.

5.2 Zielszenario 2040

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Zielszenario im Jahr 2040 inklusive der Zwischenschritte in den Stützjahren dargestellt und näher erläutert.



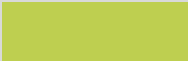



5.2.1 Voraussetzungen und Annahmen

Die Betrachtungen basieren auf gewissen Annahmen, die bereits in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurden. Unter anderem ist aufgrund der Analysen zum aktuellen Zeitpunkt mit **keiner Wasserstofflösung** im Gemeindegebiet zu rechnen (vgl. Abschnitt 3.8). Wie bereits ausgeführt, ist anzumerken, dass bei einer möglichen **Fortschreibung** des Wärmeplans zukünftig auch **grüne Gasnetze denkbar** sein können.

Darüber hinaus wurde **die** Einteilung in Wärmenetzgebiete auf Basis des gesamten **Wärmeverbrauchs der Straßenzüge** durchgeführt. Die Umsetzbarkeit wird dementsprechend weiterhin stark von der **realen Anschlussquote abhängen**.

5.2.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Nachfolgend werden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren, sowie dem Zieljahr 2040 dargestellt. Die Einteilung nach dem WPG lautet wie folgt:

Farbe	Wahrscheinlichkeit
	Wärmenetzverdichtungsgebiet
	Wärmenetzausbauggebiet
	Wärmenetzneubauggebiet
	Wasserstoffnetzgebiet
	Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung
	Prüfgebiet

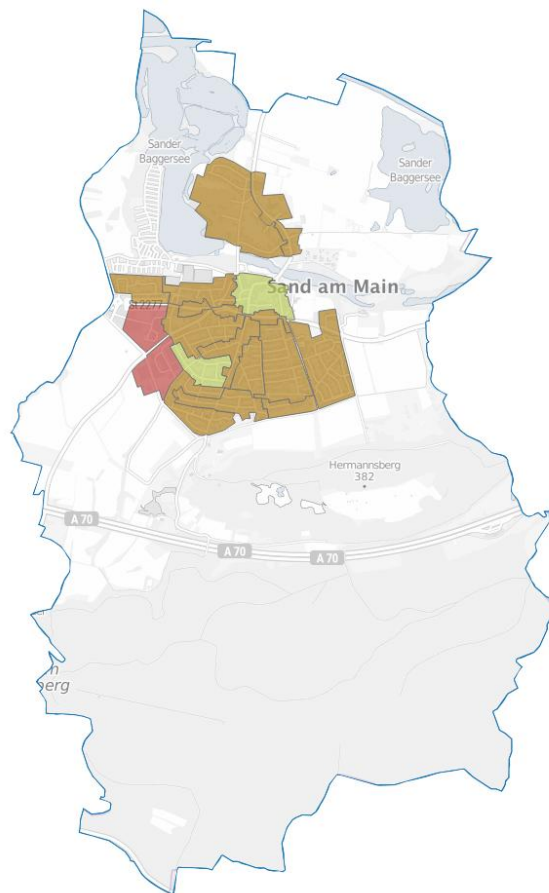


Abbildung 44: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2030

Die nachfolgenden Betrachtungen wurden zusammen mit der Kommune erarbeitet. Die definierten Quartiere weichen dabei zu den Initialquartieren in Abbildung 12 ab. Die Bezeichnungen einzelner Quartier kann zusätzlich aus den Quartierssteckbriefen in Anhang A entnommen werden. Im Jahr **2030** (vgl. Abbildung 44) ist zunächst das Quartier im **Ortskern**, das unter anderem auch das **Rathaus** und die **Grundschule** beinhaltet, als **Wärmenetzneubaubereich** klassifiziert. Beginnend von hier wird initial ein möglicher Aufbau eines Wärmenetzes betrachtet, da hier die **höchsten Wärmelinienichten** erreicht werden. Ebenso ist im Südwesten der Gemeinde ein Wärmenetzneubaubereich zu sehen. Dort wird aktuell versucht, ein **privates Wärmenetz** ohne direkte Beteiligung der Gemeinde aufzubauen. Auch wenn mit der **Umsetzung** zum aktuellen Zeitpunkt **noch nicht begonnen** wurde, wurde dieses nach Rücksprache mit der planungsverantwortlichen Stelle als Wärmenetzneubaubereich aufgenommen. Auf das Wärmenetz im Ortskern aufbauend wird für das Jahr **2035** (vgl. Abbildung 45)

die weitere Erschließung des Quartiers „**Am Sportfeld**“ angenommen. Dort befindet sich unter anderem **weitere kommunale Liegenschaften**, wie der Kindergarten und die Sport- und Kulturhalle. Diese Ausbaustufe zeigt die primär betrachtete Wärmenetzlösung mit Priorität 1. Durch die Erschließung des gezeigten Gebietes können bereits 19 % des Wärmeverbrauchs per Wärmenetz abgedeckt werden. Für das Zieljahr **2040** werden darüber hinaus zwei weitere Erschließungen mit Wärmenetzen im Norden der Gemeinde mit dem Quartier „Sand Nord“, sowie im Südwesten mit dem Quartier „Johannissteig“ angenommen. Prinzipiell ist ein **Zusammenschluss** der Wärmenetze in Zukunft **möglich**, jedoch werden diese zunächst unabhängig **voneinander** betrachtet.

Zusätzlich zu den Wärmenetzneubaugebieten sind weitere Einteilungen im Gemeindegebiet zu sehen. So sind im Westen der Gemeinde zwei Gebiete zu sehen, die als sogenanntes **Prüfgebiet** klassifiziert wurden. Dabei handelt es sich um Bereiche der Gemeinde, die überwiegend von Gewerbebetrieben geprägt sind. Auf Basis der Umfrage konnte in diesem Bereich kein vollumfassendes Bild aufgenommen werden, sodass eine abschließende Einordnung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nicht möglich ist. In den ausgewiesenen Prüfgebieten ist bei der **Fortschreibung** des Wärmeplans zu **untersuchen**, ob die aufgetretenen Ungewissheiten insoweit geklärt werden konnten, sodass eine Einordnung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet möglich ist.

Die **verbleibenden Gebiete** werden als Gebiet für die **dezentrale Versorgung** klassifiziert. In diesen Gebieten wird es als unwahrscheinlich angesehen, dass diese großflächig mit einem Wärmenetz bzw. einem Grüngasnetz versorgt bzw. erschlossen werden. Gebäude in jenen Gebieten werden zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit dezentral mittels Einzellösungen versorgt werden. Im Einzelfall können jedoch auch hier Wärmeverbundlösungen entstehen. Aufgrund der Abnahmestruktur ist hier allerdings eher mit kleineren Lösungen, wie beispielsweise der gemeinsamen Versorgung nahegelegener Gebäude zu rechnen.

Als Besonderheit ist das Quartier in der **Hauptstraße** hervorzuheben. Dort werden zwar höhere Wärmelinienichten erreicht, aufgrund von zeitnah anstehenden Sanierungsarbeiten

sind jedoch Tiefbauarbeiten, die zum Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur notwendig wären, in den nächsten Jahren ausgeschlossen. Dementsprechend ist dieses als Gebiet für die **dezentrale Versorgung** klassifiziert.

Die Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete des Zieljahres 2040 (vgl. Abbildung 46) und des Stützjahres 2045 (vgl. Abbildung 47) unterscheiden sich nicht.

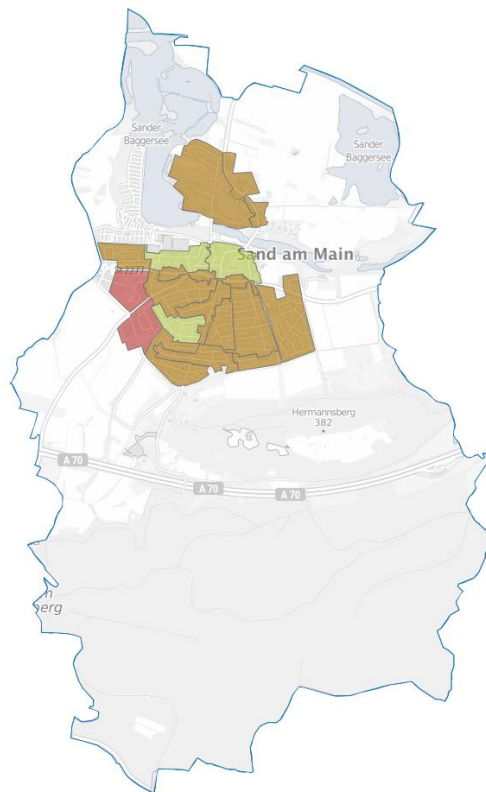


Abbildung 45: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2035

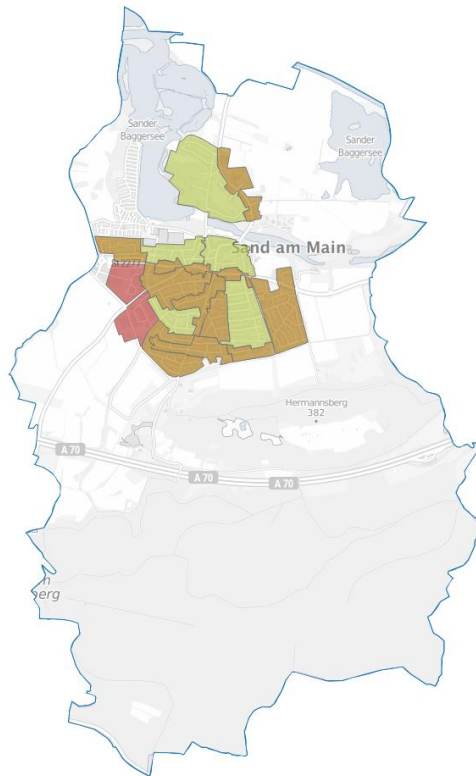


Abbildung 46: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Zieljahr 2040

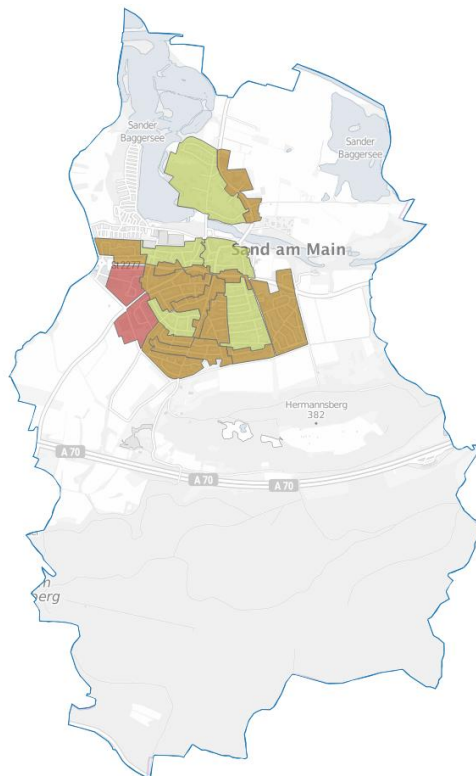


Abbildung 47: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zum Stützjahr 2045

5.2.3 Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

Nach §18 Absatz 5 sind die beplanten Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darzustellen. Das Gebiet in Abbildung 48 zeigt einen hohen Anteil an Gebäuden mit einem hohen spezifischen Endenergieverbrauch für Raumwärme auf, das besonders für Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs geeignet sind. Hierbei handelt es sich um das Quartier im Ortskern, in welchem die tendenziell ältesten Gebäude zu finden sind.

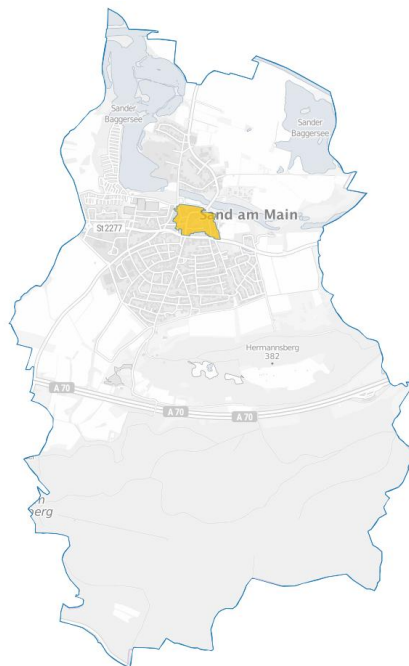


Abbildung 48: Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)

5.2.4 Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr

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

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

Nachfolgend werden in die Wahrscheinlichkeitsstufen für die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete dargestellt.

Bei der Einordnung der in Abbildung 52 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. Anschlussinteresse möglicher Abnehmer
2. Betreibermodelle
3. Finanzierbarkeit
4. Kostenentwicklung
5. Fördermittel (Bund und Länder)
6. Bundeshaushalt
7. Verfügbarkeit von Fachplanern und Fachfirmen
8. Verkehrsbeeinträchtigung
9. Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen
10. Weitere

Grundsätzlich ist jedes Quartier für eine dezentrale Wärmeversorgung geeignet (siehe Abbildung 49).

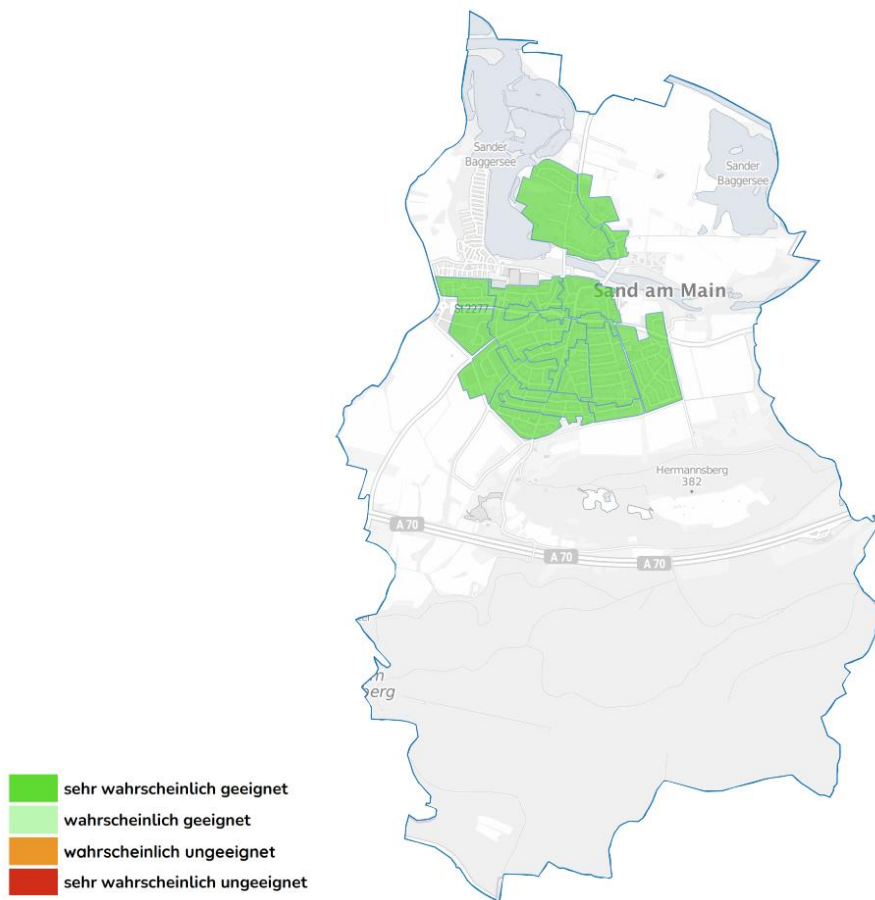


Abbildung 49: Eignung für dezentrale Wärmeversorgung (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)

Aufgrund der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse zur Energieversorgung durch Wasserstoff besteht im gesamten Gebiet der Gemeinde keine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet (siehe Abbildung 50).

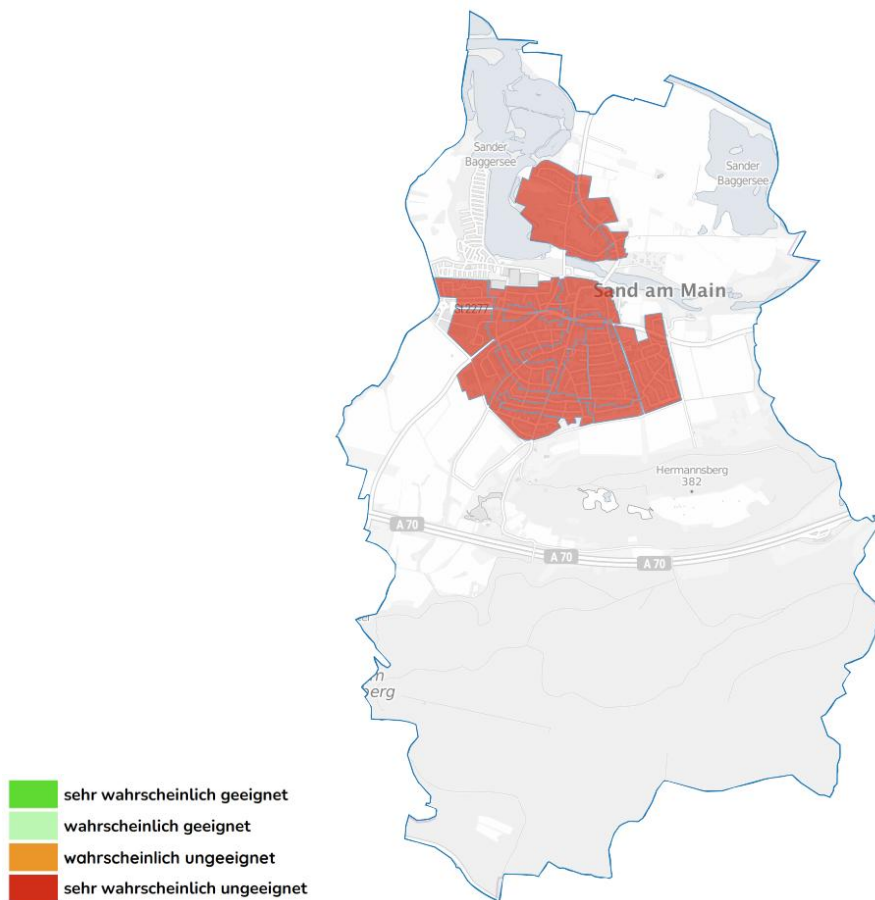


Abbildung 50: Eignung für Wasserstoffnetzgebiet (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)

In Abbildung 51 wird die Eignung der Teilgebiete für ein Wärmenetzgebiet dargestellt. Die beiden Quartier im Ortskern, die als Wärmenetzgebiet klassifiziert, haben dabei die höchste Eignung. Grund ist hierfür zum einen eine vergleichsweise hohe Wärmelinien-dichte, sowie das Vorhandensein einiger kommunaler Liegenschaften in diesem Bereich. Zusätzlich ist zu sehen, dass die weiteren Wärmenetzgebiete als wahrscheinlich geeignet eingestuft wurden. Das Quartier in der Hauptstraße weist zwar ebenso vergleichsweise hohe Wärmelinien-dichten auf, jedoch stehen hier Sanierungsarbeiten an, sodass zeitnahe Tiefbauarbeiten zunächst ausgeschlossen werden. Aufgrund dessen ist dieses Quartier wahrscheinlich ungeeignet als Wärmenetzgebiet. Zukünftig kann sich diese Eignung jedoch ändern. Ebenso sind die Gewerbegebiete wahrscheinlich als Wärmenetzgebiet geeignet, auch wenn dort die Datengrundlage zum Stand der Wärmeplanung nicht ausreichend für eine finale Bewertung war. Die verbleibenden Gebiete sind sehr wahrscheinlich nicht für ein Wärmenetzgebiet geeignet.

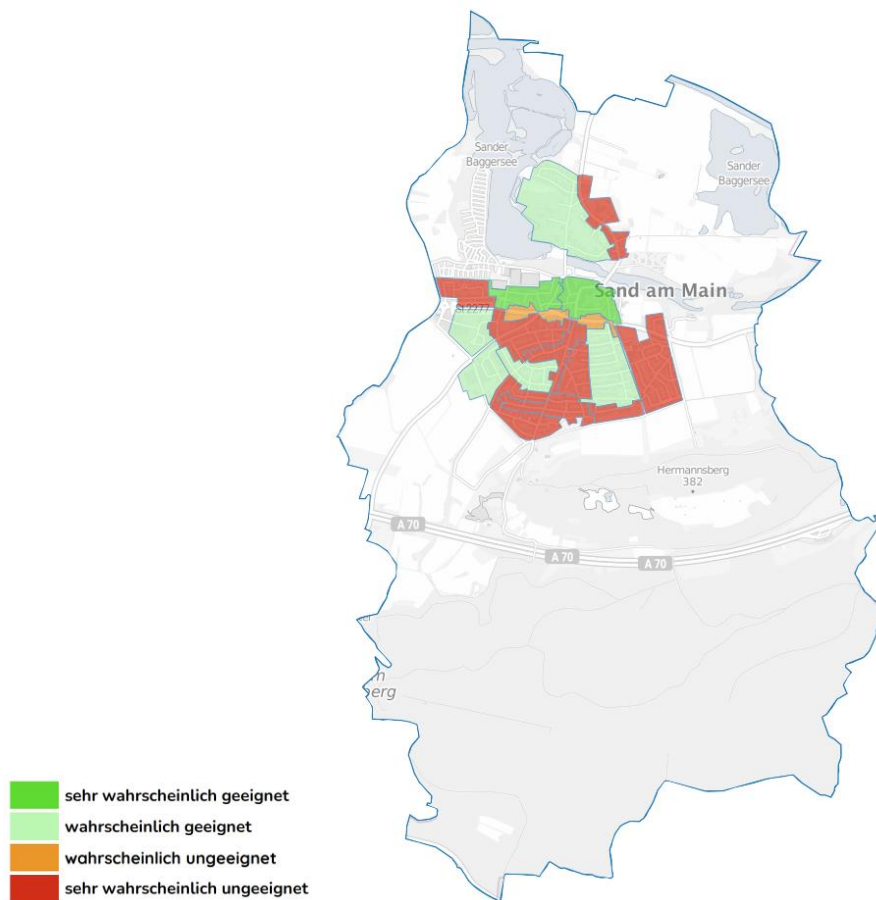


Abbildung 51: Eignung für Wärmenetzgebiet (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)

In folgender Abbildung 52 wird die Umsetzungswahrscheinlichkeit der im Zielszenario unter 5.2.2 festgelegten Wärmeversorgungsgebiete dargestellt. Quartiere, die als dezentral eingestuft sind, werden im Zieljahr sehr wahrscheinlich diese Wärmeversorgungsart vorweisen. Der erste Teil des Wärmenetzgebiet im Ortskern wird als sehr wahrscheinlich geeignet dargestellt, da dieses als Ergebnis der Wärmeplanung die höchste Priorität besitzt. Die angestrebte Erweiterung dieses Wärmenetzes in Richtung des Quartiers „Am Sportfeld“ ist aufgrund der Abhängigkeit der Umsetzung des ersten Abschnittes im Ortskern wahrscheinlich geeignet. Das private Wärmenetz im Südwesten der Gemeinde wird ebenso als wahrscheinlich geeignet eingeordnet. Hier werden aktuell erste Schritte auf dem Weg zur Umsetzung durchgeführt, jedoch ohne direkte gemeindliche Beteiligung. Die verbleibenden Wärmenetzgebiete werden darüber hinaus als wahrscheinlich ungeeignet dargestellt. Dies resultiert daraus, dass diese Wärmenetzgebiete zum aktuellen Zeitpunkt nicht prioritär verfolgt werden,

jedoch als Zukunftsoption dargestellt werden sollen. Bei den Prüfgebieten im Südwesten wird die Eignung mindestens bis zur nächsten Fortschreibung des Wärmeplans nicht definiert, da die Faktoren, die zu eben jenem Prüfgebiet führen, aktuell noch nicht bewertet werden können und somit aktuell noch keine Wärmeversorgungsart festgelegt ist.

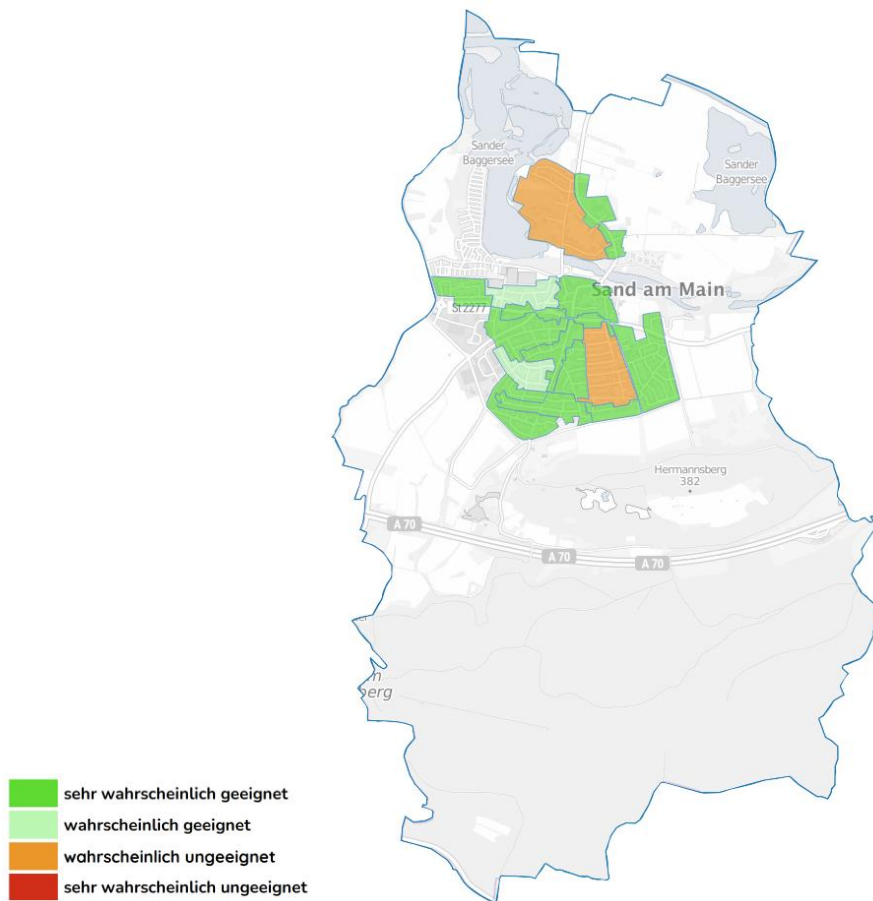


Abbildung 52: Umsetzungswahrscheinlichkeit der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (nach Anlage 2 WPG Abs. IV)

5.2.5 Optionen für künftige Wärmeversorgung

Auf Wunsch der Kommune wurden für das in Abbildung 47 dargestellten Wärmenetzneubaugebiet im Kern der Gemeinde **unterschiedliche Varianten** für größere zentrale Versorgungslösungen untersucht. Da sich innerhalb der Kommune keine größere Abwärmequelle

befindet, muss die Wärmeversorgung der Wärmenetze zentral von einer bzw. mehrerer **Heizzentralen** aus realisiert werden. Dabei kann die Einbindung verschiedener Energieträger in Betracht gezogen werden.

Aus den Erkenntnissen aus Kapitel 4 lässt sich ableiten, dass sich vor allem Potenziale zur Wärmeversorgung auf Basis der Energieträger **Biomasse** und **Strom** ergeben. Eine Einbindung der verschiedenen **Umweltwärmequellen**, sprich Flusswasser, Uferfiltratwasser und Grundwasser, erscheint aufgrund der Ergebnisse der Potenzialanalyse als ebenso tendenziell geeignet. Je nach Konstellation gilt es für die Einbindung des Energieträgers **Biomasse** zu beachten, dass die Eigenversorgung mit territorialer Biomasse ggf. nicht möglich ist.

Für die beiden Wärmenetzneubaugebiete wurden verschiedene Varianten mit unterschiedlichem Energiemix aus Biomasseheizungen und Wärmepumpen und so verschiedene Versorgungsvarianten definiert und verglichen. Für diese Varianten wurde eine Kostenschätzung aufgestellt. Dabei ergeben sich für das **Wärmenetz im Ortskern** je nach Variante und Förderung spezifische Vollkosten von **19 bis 31 ct/kWh**.

Hinweis:

Der errechnete Preis pro Kilowattstunde Wärme berücksichtigt die **gesamten anfallenden Kosten** für die Errichtung und Betrieb des Wärmenetzes, d. h. unter anderem Investition-, Betriebs- und Energiekosten. Im weiteren Verlauf werden daraus jährliche Kosten abgeleitet und durch die jährlich abgenommene Wärme geteilt werden. Durch diese Herangehensweise **ergeben** sich gegebenenfalls **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. Zumeist fallen die Kosten, die rein durch den Hausanschluss entstehen, unmittelbar an. Zudem wird häufig zwischen **Grund- und Arbeitspreis** und damit zwischen Kosten pro vertraglich zugesicherter Leistung und tatsächlich abgenommener Wärmemenge unterschieden. **Dementsprechend** wird je nach Festlegungen des Wärmenetzbetreibers der tatsächlich anfallende Preis pro kWh von der errechneten Kostenschätzung **abweichen**.

Darüber hinaus sind ebenso weitere Varianten zur Wärmeversorgung möglich. Während der **Aufbauphase** des Wärmenetzes kann so beispielsweise verstärkt auf den Energieträger **Biomasse** gesetzt werden und der **Gesamtanteil** an der Wärmeversorgung durch den Zu- oder Ausbau anderer Wärmeerzeugungstechnologien **stetig gesenkt** werden. Ebenso kann dafür der Energieträger **Erdgas** gemäß den **gesetzlichen Bestimmungen** eingesetzt werden, damit so beispielsweise auch Einfluss auf die Wärmegestehungskosten genommen werden kann.

Wie bereits im Zielszenario unter 5.2 beschrieben besteht weiterhin die Möglichkeit für alle als Gebiet für die **dezentrale Versorgung** klassifizierten Teile der Kommune, die Wärmeversorgung trotzdem über ein Wärmenetz zu realisieren. Tendenziell sind hier eher **kleinere Lösungen** denkbar. Dadurch bedingt ist jedoch im Vergleich zu größeren Wärmeverbundlösungen mit **höheren Wärmegestehungskosten** zu rechnen, was zu berücksichtigen ist.

5.2.6 Energiebilanz im Zielszenario

In Abbildung 53 wird zunächst der Wärmeverbrauch je Energieträger in den Stützjahren dargestellt.

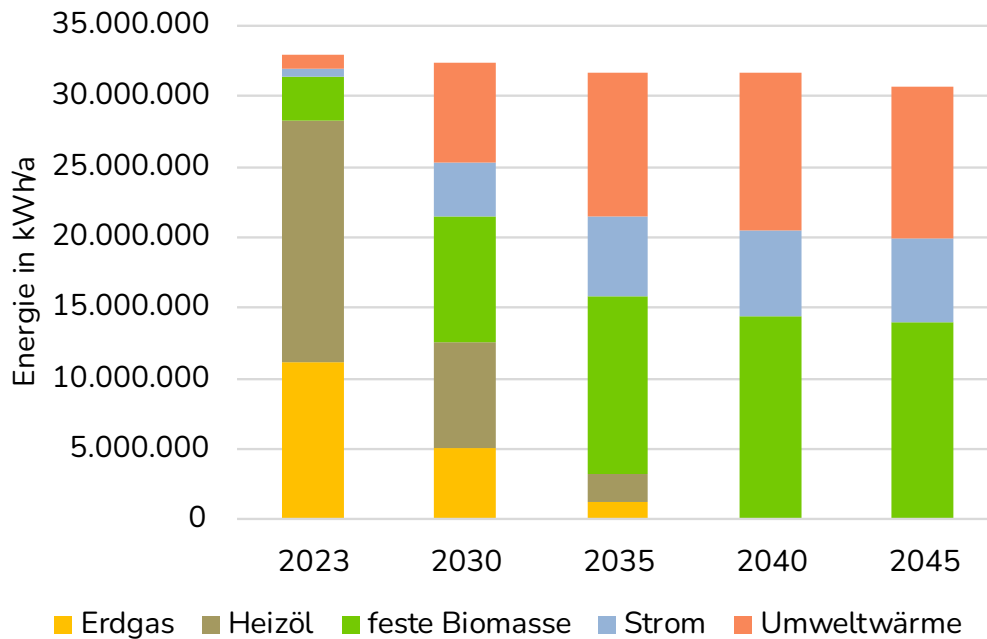


Abbildung 53: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträger in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 1)

Zusätzlich wird in Abbildung 54 der Wärmeverbrauch gegliedert nach den Sektoren gezeigt. Zunächst ist eine tendenziell abnehmende Gesamtmenge zu erkennen. Im weiteren Verlauf wird ebenso ein großer **Rückgang** des Energieträgers **Erdgas** und **Heizöl** deutlich. Dies kann im Jahr 2030 zunächst damit begründet werden, dass bereits ein gewisser Anteil des gesamten Wärmeverbrauchs per Wärmenetz mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann. Die Abweichung der Wärmemenge im Vergleich zur Sanierungsbetrachtung unter 4.1 entstehen durch die Berücksichtigung der Netzverluste. Die Sanierungsbetrachtung berücksichtigt ausschließlich **Wärmebedarfe** einzelner Gebäude, während die Energiebilanz die zur Deckung der genannten Bedarfe erforderlichen **Verbräuche** bilanziert.

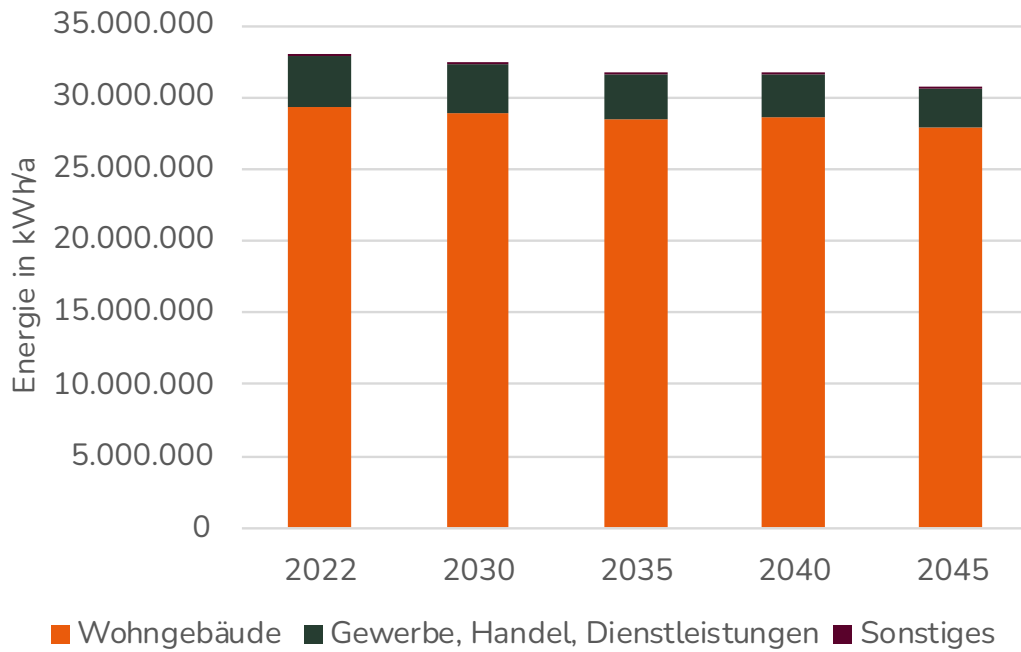


Abbildung 54: Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 1)

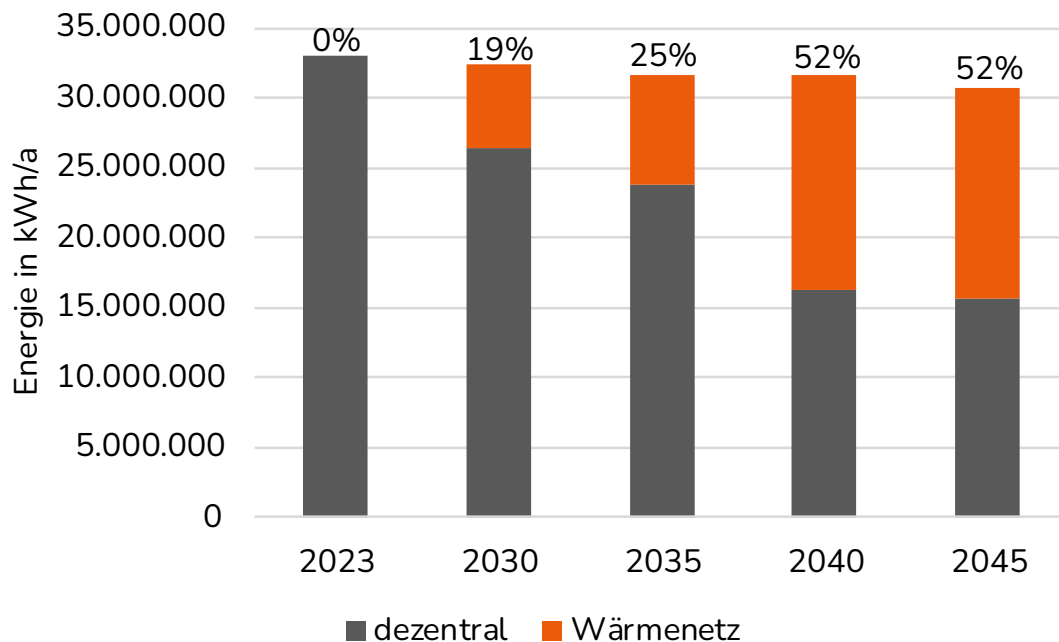


Abbildung 55: Anteil leitungsgebundener Wärme am gesamten Endenergieverbrauch in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 4)

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärme wird zusätzlich in Abbildung 55 dargestellt. Zu erkennen ist ein stetig steigender Anteil bis zum Zieljahr 2040, der sich darauffolgend jedoch nicht mehr ändert.

In Abbildung 56 wird der Energiemix der Wärmenetze dargestellt. Zu erkennen ist, dass in den gewählten Wärmeversorgungsvarianten der Wärmenetze jeweils die zwei Energieträger Strom, Umweltwärme und Biomasse enthalten sind. Die Anteile des Wärmenetzes im Ortskern resultieren dabei aus der Auslegung der Wärmeerzeuger. Für die verbleibenden Wärmenetzgebiete, sowie den anderweitig verbleibenden Wärmeverbrauch wird eine **stetige Substitution** der nicht erneuerbaren Wärme durch die Energieträger **Strom und Biomasse** angenommen, wobei dabei eine gleichmäßige Aufteilung von **jeweils 50 %** angenommen wird. Ebenso ist der steigende Anteil an Gebäuden mit Wärmenetzanschluss in Abbildung 59 zu erkennen.

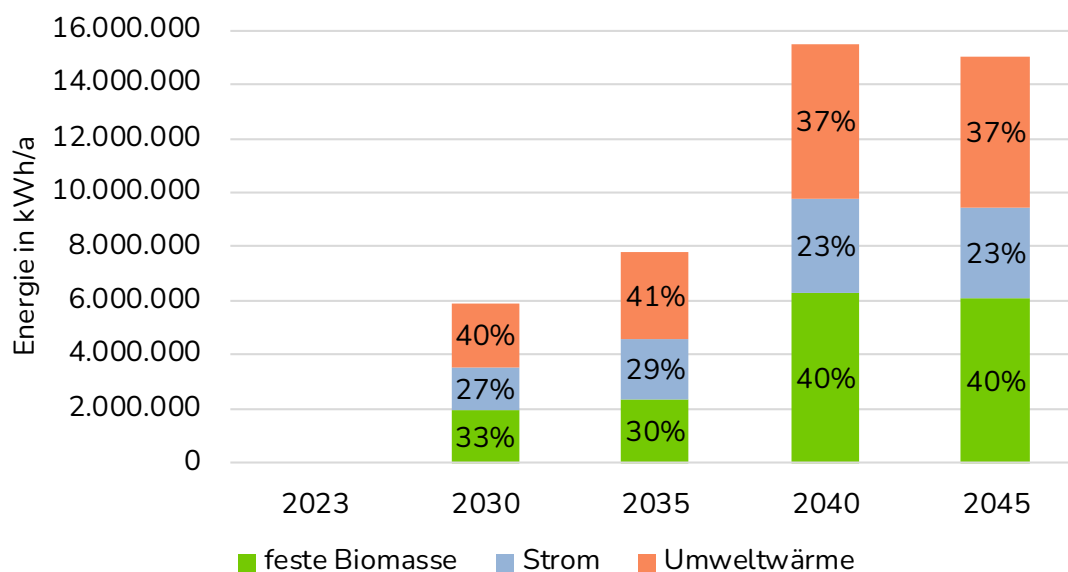


Abbildung 56: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträger in den Stützjahren
(nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 3)

In Abbildung 57 wird 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 zum Zieljahr 2040. Abbildung 58 zeigt

in Anlehnung dazu die Anzahl der Gasanschlüsse im Verlauf der Stützjahre. Die Überschneidung der Wärmenetzgebiete mit den Gebieten mit bestehenden Gasnetzen wird in Abbildung 60 dargestellt. Zu sehen ist, dass alle Gebiete, die als Wärmenetzgebiet klassifiziert wurden, im Ist-Stand bereits eine Gasnetzinfrastruktur beinhalten.

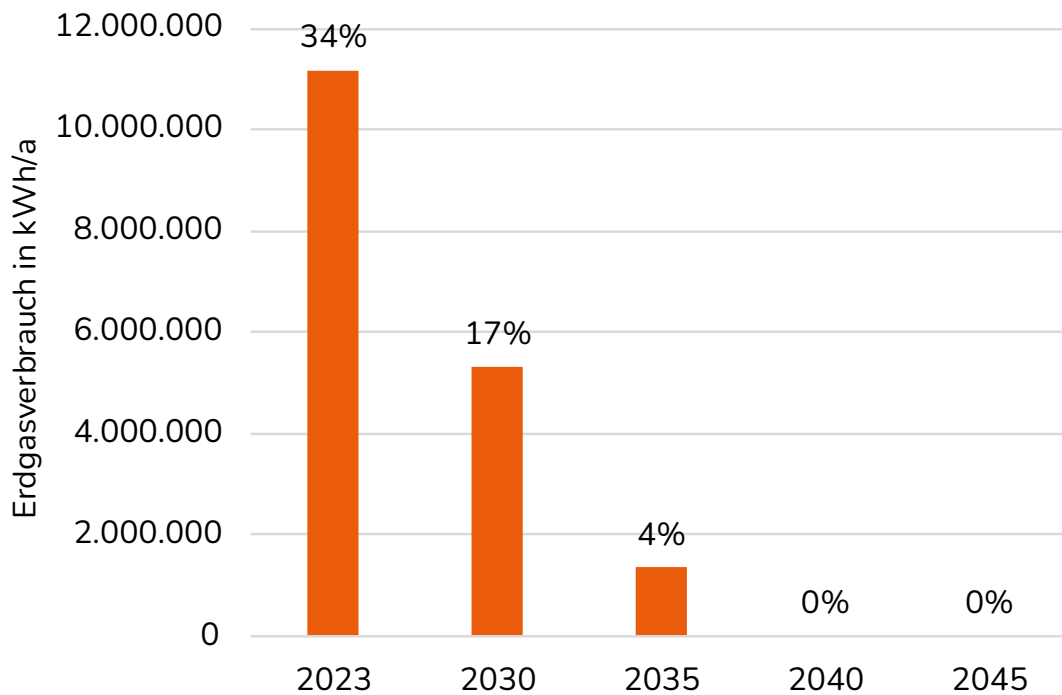


Abbildung 57: Erdgasverbrauch für Heizzwecke in den Stützjahren

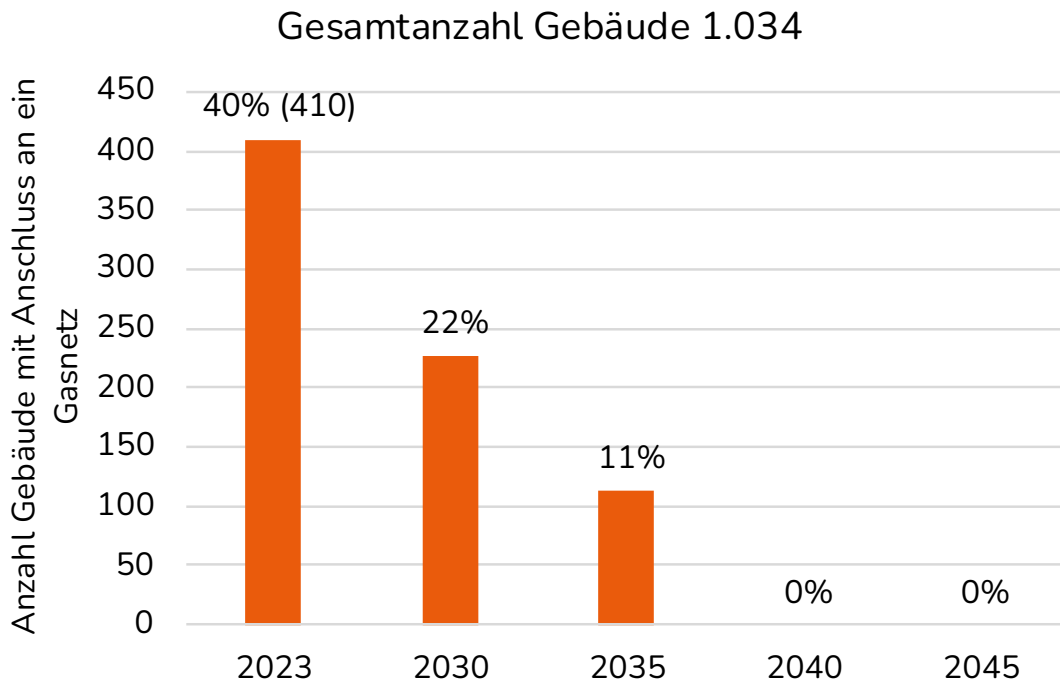


Abbildung 58: Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 7)

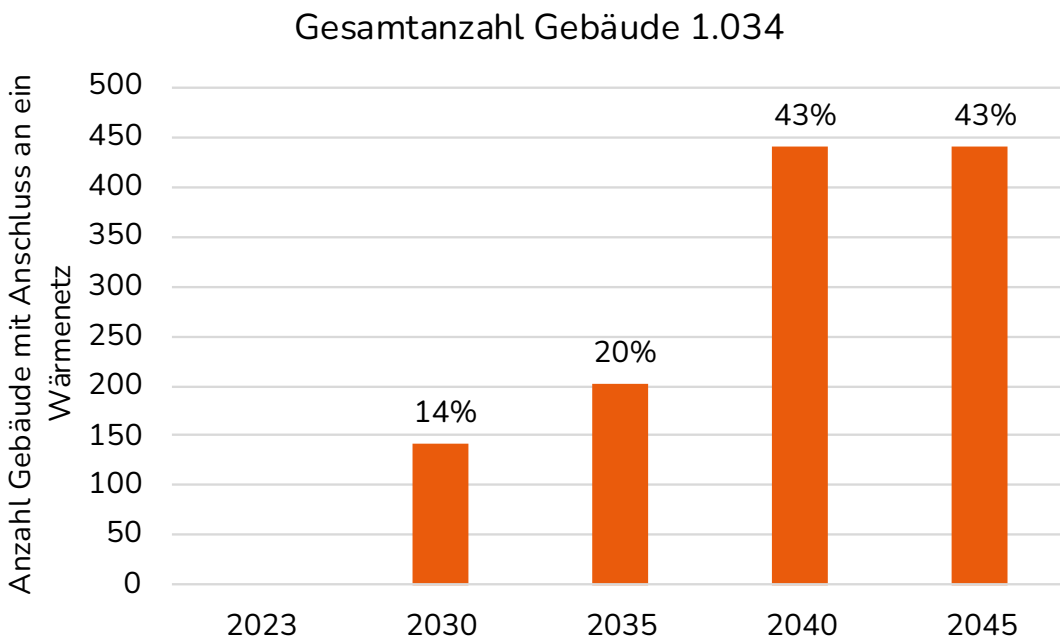


Abbildung 59: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 5)

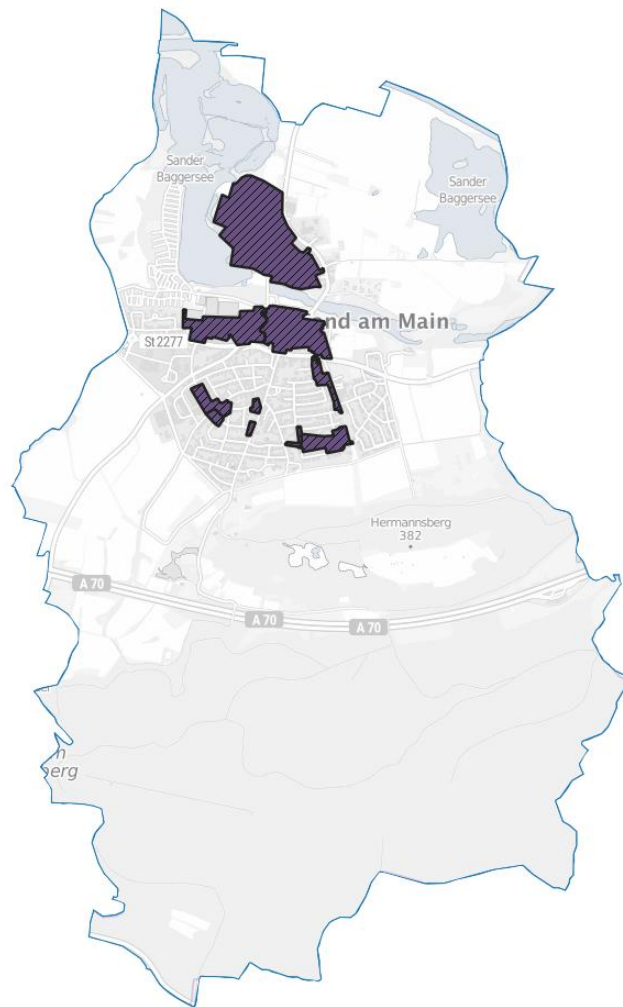


Abbildung 60: Überschneidung von Wärmenetzgebieten mit Gebieten mit bestehendem Gasnetz

5.2.7 Treibhausgasbilanz im Zielszenario

Unter anderem auf Grundlage des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in Abbildung 53 kann die Treibhausgasbilanz errechnet werden, welche in Abbildung 61 dargestellt wird. Zu sehen ist eine **große Abnahme** der **Treibhausgasemissionen** bereits zum Jahr 2030, welche weiterhin vorlaufend bis zum Zieljahr 2040 und damit der vollständigen Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien abnimmt. Danach sind nur Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Biomasse und Strom als Energieträger zu erwarten.

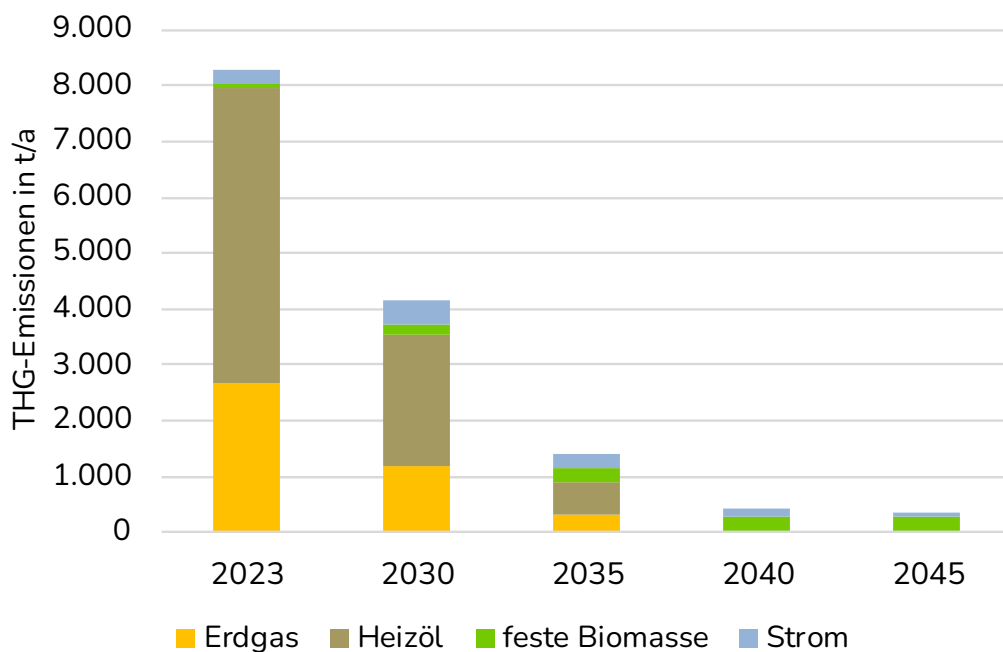


Abbildung 61: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in den Stützjahren (nach Anlage 2 WPG Abs. III Nr. 2)

6 Wärmewendestrategie

Im nachfolgenden 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 Verstärkung** der Wärmeplanung thematisiert.

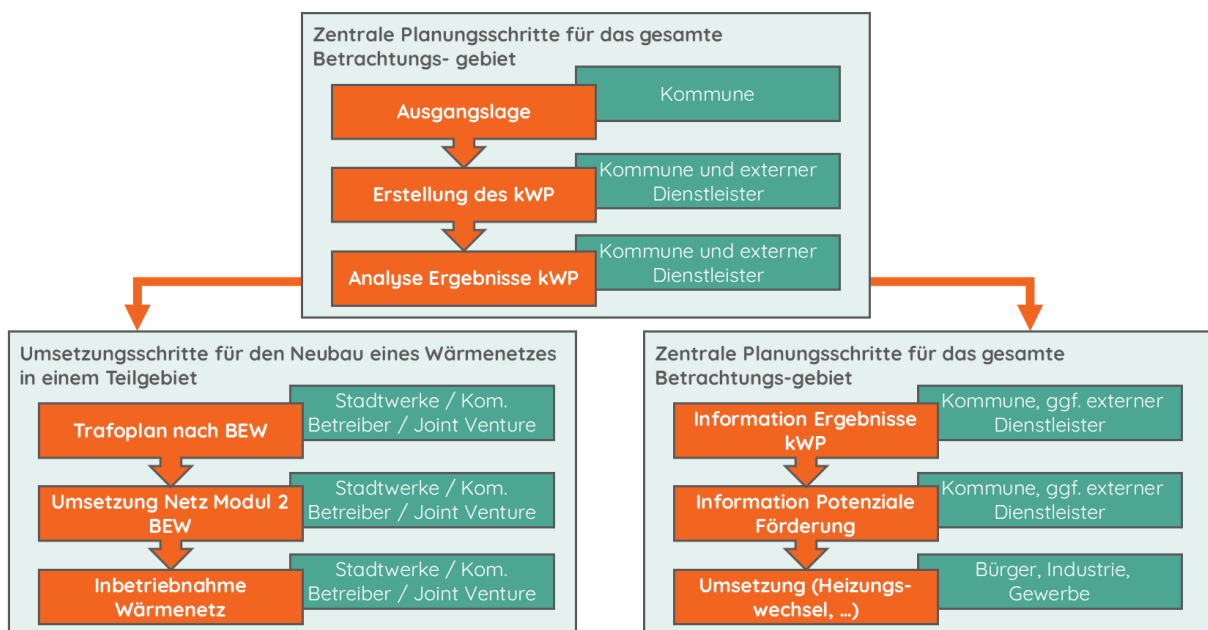


Abbildung 62: Beispielhafte Schritte nach der Wärmeplanung

Abbildung 62 zeigt exemplarisch **mögliche Schritte nach der Wärmeplanung**. Dabei gibt es Maßnahmen für Gebiete, in denen ein Wärmenetz neu gebaut werden kann. Zunächst wird mit der Machbarkeitsstudie nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (**BEW**) begonnen, darauffolgend kann mit der Umsetzung inklusive Förderung nach Modul 2 BEW begonnen werden, ehe das Wärmenetz final in Betrieb genommen werden kann. Analog dazu wird die weitere Vorgehensweise in Gebieten dezentraler Versorgung aufgezeigt. Dazu sollen zunächst die Ergebnisse der Wärmeplanung, in diesem Fall konkret über die Gebiete für die dezentrale Versorgung, an den Bürger mitgeteilt werden. Darauffolgend können **Informationsveranstaltungen** über die Wärmepotenziale in den Gebieten, zu Sanierungsmaßnahmen

und der Förderkulisse für die Umsetzung der Wärmewende auf Gebäudeebene durchgeführt werden. Darauf aufbauend kann der Gebäudeeigentümer Entscheidungen treffen und so beispielsweise den Tausch des Heizsystems oder eine Reduktion des Wärmeverbrauchs durch eine Dämmung des Gebäudes durchführen.

6.1 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 Wärmeversorgungsnetzen oder
4. Nutzung ungenutzter Abwärme,
5. Ausbau oder Transformation erneuerbarer Wärmeerzeuger oder
6. erneuerbarer Energien, sowie
7. die strategische Planung und Konzeption.

Die konkreten Maßnahmen werden jeweils in Form eines Steckbriefes einheitlich dargestellt. Für jeden Steckbrief wird eine **Priorität** (von „ohne Priorität“ bis „vorrangig“) vergeben. Ebenso wird er nach **Maßnahmentyp** und Handlungsfeld gegliedert. Weitere Inhalte der Steckbriefe sind unter anderem die **notwendigen Schritte**, die für die Umsetzung der Maßnahme notwendig sind, und 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 werden gesammelt in Anhang B dargestellt.

6.1.1 Beispielhafter Maßnahmensteckbrief

Eine der zentralen Maßnahmen in der Umsetzung bezieht sich auf das potenzielle Wärmenetz, das im Ortskern entstehen soll. Für dieses sollte als nächster Schritt nach der Wärmeplanung zur weiteren Konkretisierung des Vorhabens eine sogenannte **Machbarkeitsstudie** nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (**BEW**) zur Neuerrichtung eines Wärmenetzes durchgeführt werden. Im Rahmen dieses Projektvorhabens werden die Trassenführung, Heizzentralenstandorte und Wärmeerzeuger detaillierter als im Rahmen der Wärmeplanung untersucht und somit die bereits erfolgten Betrachtungen nachgeschärft. Die Durchführung dieser Studie ist **Bedingung** bei einer späteren Inanspruchnahme einer **Betriebskostenförderung** des Wärmenetzes. Der Beginn dieser Maßnahme wird ab 2026 empfohlen, wobei mit etwa ein Jahr Projektlaufzeit zu rechnen ist. Den für diese Maßnahme zuständigen Stakeholder stellt die Gemeinde Sand am Main, bzw. der potenzielle Betreiber des Wärmenetzes dar. Von der Maßnahme betroffene Akteure sind zunächst die Kommune, da sich die Studie auf eines ihrer Teilgebiete bezieht. Ebenso sind die im Teilgebiet ansässigen Bürger von der Maßnahme betroffen. Die anfallenden Kosten für die Durchführung sind vom Stakeholder zu tragen, wobei der maximale Fördersatz der zuwendungsfähigen Kosten 50 % beträgt, die Fördersumme jedoch auf maximal 2 Mio. € begrenzt ist.

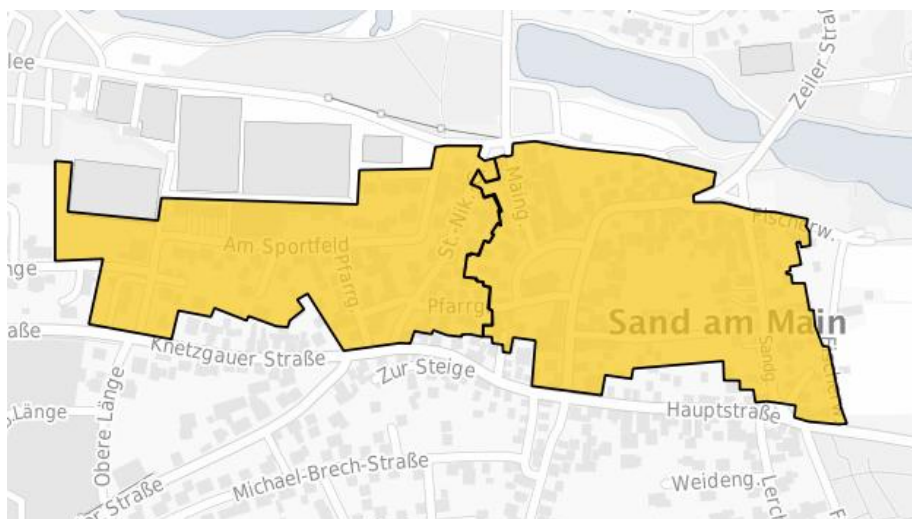


Abbildung 63: Quartier „Sand Mitte“ mit „Am Sportfeld“

Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1: Schritt 1 für das Wärmenetzgebiet „Sand Mitte + Am Sportfeld“		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Strategisch	Handlungsfeld: Wärmenetzausbau
Beschreibung und Ziel Für das im Wärmeplan ausgewiesene Wärmenetzneubaugebiet im Ortskern soll zur Analyse und Beurteilung eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur Neuerrichtung eines Wärmenetzes durchgeführt werden. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit wird dabei konkreter untersucht.		
Umsetzung: <ul style="list-style-type: none"> • Antragsstellung zur Förderung • ggf. Ausschreibung • Beauftragung eines Beratungsunternehmens oder eines Ingenieurbüros • Durchführung der Machbarkeitsstudie 		
Zeitraum:	Ab 2026	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune bzw. potenzieller Betreiber des Wärmenetzes	
Betroffene Akteure:	Kommune, Bürger	
Kosten:	Kosten für Studie	
Finanzierung/Träger der Kosten:	Förderung nach BEW, Kommune	
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	

6.1.2 Priorisierte nächste Schritte

Auf dem Weg zur Umsetzung der Wärmewende sind **mehrere Schritte** notwendig, die sich zum Teil gegenseitig bedingen. So sollte für den Aufbau des priorisierten Wärmenetzes, neben der Durchführung der **Machbarkeitsstudie**, bereits begonnen werden, die notwendigen Flächen zu sichern. Sobald weitere Informationen vorhanden sind, sollte ebenso mit dem Auf-

und Ausbau erneuerbarer Energien auf den gesicherten **Flächen** begonnen werden. Zur Erreichung adäquater Anschlussquoten sollten ebenso rechtzeitig **Bürgerinformationsveranstaltungen** angedacht und durchgeführt werden.

Die im Rahmen der Wärmeplanung eruierten Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial bieten der Kommune eine Entscheidungsgrundlage, mit der die energetische Sanierung innerhalb der Kommune bewertet werden kann. So kann die Kommune ihre **Sanierungsziele** festsetzen und so zu einer Reduktion des Gesamtenergiebedarfs beitragen. Im gleichen Zuge kann die Kommune eine kommunale Sanierungsförderung ausarbeiten und so zusätzlich unterstützend tätig sein.

Darüber hinaus sind weitere strategische und personelle Maßnahmen entkoppelt von den vorherigen Betrachtungen zu sehen. So ist es ratsam, vor allem im Hinblick auf die zukünftige **Fortschreibung** der Wärmeplanung im fünfjährigen Intervall, **Fachkompetenzen** innerhalb der Kommune aufzubauen, 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 Erstellung eines **Controlling-Berichts**, der beispielsweise jährlich erstellt wird, um den Fortschritt der Wärmewende aufzuzeigen und ggf. korrigierende Handlungen rechtzeitig zu erkennen und durchzuführen, in den Aufgabenbereich der Person. Abbildung 64 zeigt dabei exemplarisch den Prozess zur Umsetzung einer Maßnahme. Weiterführende Informationen über das Controlling werden im Abschnitt 6.2 erläutert.

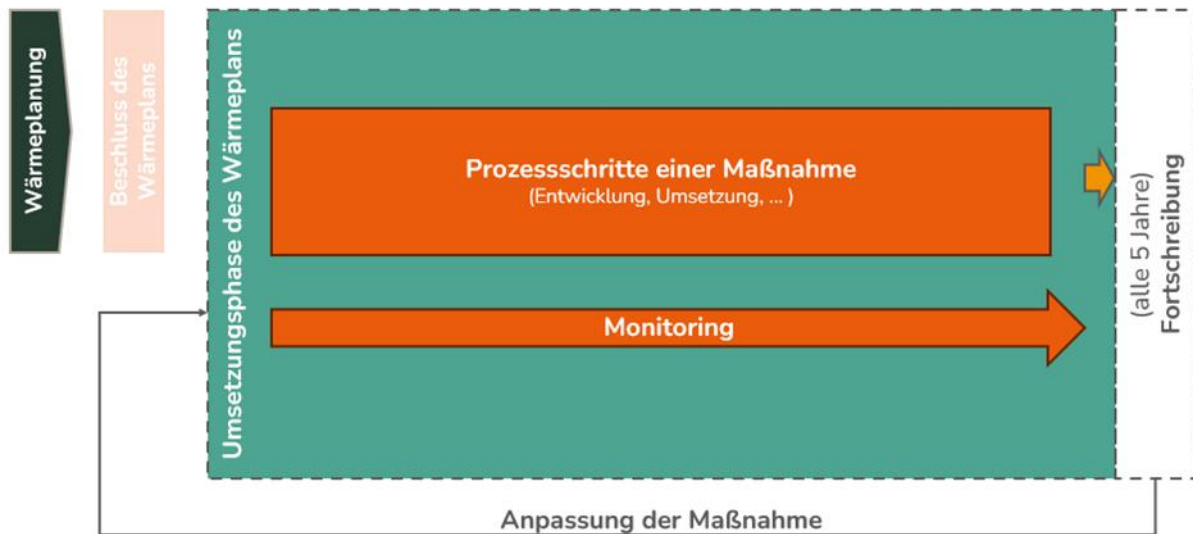


Abbildung 64: Beispielhafter Umsetzungsprozess einer Baumaßnahme der Wärmeplanung (in Anlehnung an adelphi)

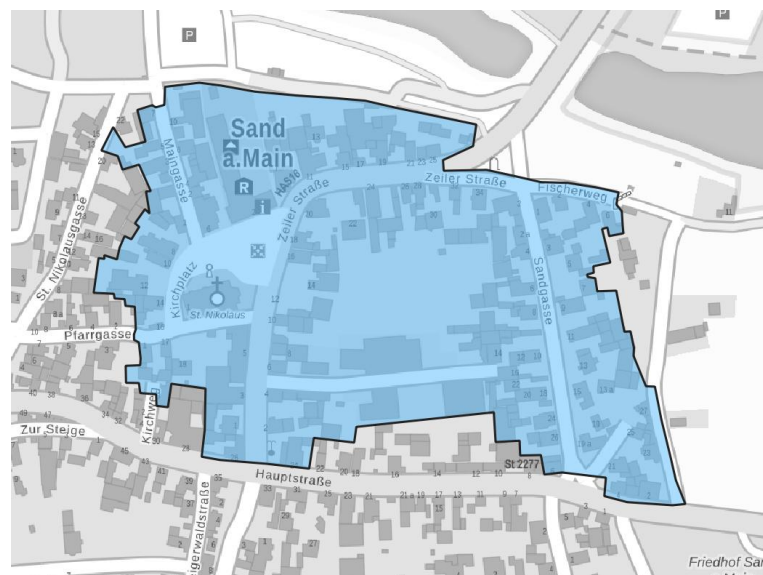
Betreibermodelle und Beteiligungsmodelle eines Wärmenetzes

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. So sind verschiedene Szenarien denkbar, bei denen entweder die Kommune, Bürgerenergiegesellschaften 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 den Bürger ermöglicht werden.

6.1.3 Beispielhafter Quartierssteckbrief

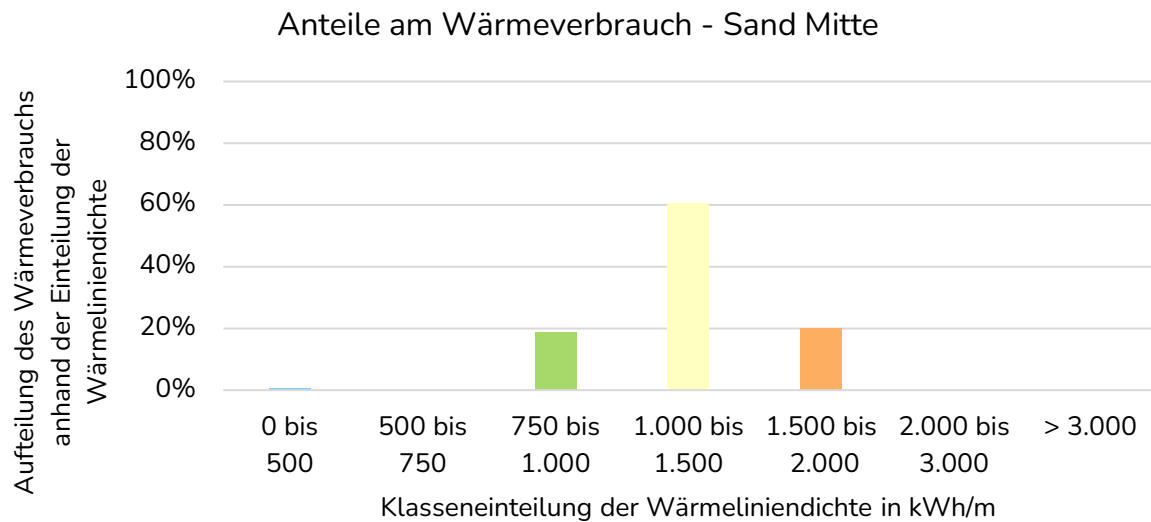
Jedes Quartier des Zielszenarios wird zusätzlich in Form eines **Steckbriefes** dargestellt, in welchem die relevanten Informationen gesammelt beschrieben werden. Alle Steckbriefe werden gesammelt in Anhang A dargestellt. Zur weiteren Einordnung wird ebenso in Tabelle 7 die Aufteilung der Wärmeliniedichte für die Gesamtheit der Quartiere dargestellt.

Sand Mitte



Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	86
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	3.460 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	10,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.145 MWh (-9,1 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	10,6 %
Wärmeliniedichte (100 % Anschlussquote)	1.000 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet
Geschätzte Wärmegestehungskosten*	ca. 19 – 31 ct/kWh

* Der ermittelte Wärmepreis stellt eine grobe Kostenschätzung im Rahmen der Wärmeplanung für mögliche Wärmeversorgungsgebiete dar und kann bei der Umsetzung je nach Förderbedingungen und geltenden Preisen abweichen.



Exemplarisch wird der Steckbrief des Quartiers Sand Mitte dargestellt, wo initial der Ausbau des Wärmenetzes betrachtet wird. Zu sehen sind zunächst tabellarisch die relevanten Kennwerte wie beispielsweise der Wärmeverbrauch im Ist-Stand, sowie die Abnahme bis zum Jahr 2040. Ebenso wird die Wärmeliniendichte des gesamten Quartiers bei Annahme einer Anschlussquote von 100 % mit dargestellt. Im **Diagramm** wird die Verteilung der Wärmeliniendichte nach Klasse je Straßenzug dargestellt, wobei sich wiederum auf das **100 % Anschlusszenario**, sprich dem „Best Case“-Szenario bezogen wird. Zu sehen ist, dass der Großteil des Wärmebedarfs in Straßenzügen mit einer Wärmeliniendichte von 1.000 bis 1.500 kWh/m liegt. (größer 3.000 kWh/m) liegt. Ebenso ist der Anteil an Wärmeverbräuchen, die in einer Klasse unterhalb von 750 kWh/m liegen, sehr gering.

6.2 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. Um 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 sogenannten Wärmebeirat skizziert.

Kommune

Bei der Verstetigung der Wärmeplanung spielt die Kommune weiterhin die zentrale Rolle. Im Rahmen der Verstetigungsstrategie werden verschiedene Ämter an der Wärmeplanung beteiligt sein, insbesondere das Bauamt, das Stadtplanungsamt und das Umweltamt. Um die Wärmeplanung bei der Kommune zu verankern, sollte in einem der genannten Ämter eine **neue Abteilung eröffnet werden** oder je nach Größe der Kommune **eine neue Stelle gegründet werden**, die sich unter anderem 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 oder Abteilung sollte die **Kommunikation mit anderen Akteuren** sein. Hierbei ist die Freigabe von Daten für andere Planungsstellen ein zentraler Aspekt. Zudem kann die Stelle bzw. Abteilung, 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 Fernwärmenetzen ermöglichen und somit die Wärmeversorgung und dessen 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 schlechten Sanierungsstand aufweisen, zukünftig jedoch mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen wie Wärmepumpen zurechtkommen müssen, besteht Handlungsbedarf.

Wärmebeirat bzw. 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, Wärmeplanungsmeeting oder Wärmebeirat** bekannte Beratungsrunde ist der zentrale Baustein der Verstetigungsstrategie. Diese Runde sollte regelmäßig zusammentreten, i.d.R. wird hier ein Jahr als Periodendauer gewählt, bei großen Gemeinden auch kürzer. Die Zusammensetzung des Wärmetischs variiert je nach Kommune und muss daher individuell festgelegt werden. Im Folgenden werden einige Hauptakteure vorgestellt, die i. d. R. eingebunden werden sollten.

Als erster Akteur sind die **Stadtwerke** oder, in kleineren Kommunen der **Energieversorger**, zu nennen. Aufgrund ihrer Rolle im Bereich der Infrastruktur sind alle Umsetzungsmaßnahmen mit diesen 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 die 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 sollten **Wohnungsbau- und Immobilienunternehmen** sein, 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 sollten sie auch in die Weiterentwicklung des Wärmeplans eingebunden werden. Hinsichtlich der Umsetzung vor Ort ist es sinnvoll die **Handwerkskammer** einzubeziehen. Neben einem Einblick in die Situation der lokalen Fachkräfte, kann die Handwerkskammer außerdem aufgrund ihrer Expertise eine beratende Rolle einnehmen. Zudem ist dieser Kontakt eine Möglichkeit, ortsansässige Betriebe mit den Herausforderungen der kommunalen Wärmeplanung vertraut zu machen und diesen über Schulungen und Weiterbildungen zu helfen. 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 vor Ort vorhanden sind.

6.2.1 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 eine 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 kann dann im Rahmen eines Wärmegipfels besprochen werden. Darauffolgend sollte der Maßnahmenkatalog entsprechend aktualisiert und erweitert werden, um eine effiziente Projektausführung zu gewährleisten.

Im Folgenden werden Empfehlungen zu den möglichen Inhalten dieses Berichts gegeben. Außerdem sollten Kennzahlen festgelegt werden, anhand derer eine Evaluation möglich ist.

1. Sanierungsmaßnahmen

Es sind verschiedene Fragen zu beantworten:

- a) Wurden die Bürger über die Möglichkeiten zur Sanierung informiert?
- b) Wurden die Bürger über Kostenrisiken verschiedener Heizungstechnologien informiert (in Anlehnung an § 71 Abs. 11 GEG)?
- c) Welche Fördermittel sind vorhanden und wie werden diese finanziert?
- d) Wurden Sanierungsgebiete ausgewiesen?
- e) Wo wurden Sanierungen durchgeführt?
- f) Wie viele Sanierungen wurden durchgeführt?

Kennzahlen: Sanierungsquote [%]; absolute Anzahl sanierter Gebäude [n]

2. Wärmenetze

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

Neubau von Wärmenetzen:

- a) Wurde ein Wärmenetzkonzept entwickelt?

- b) Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
- c) Wurde eine Betreibergesellschaft geschaffen?
- d) Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes ausschließlich durch Dritte?
- e) Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes zusammen mit Dritten?
- f) Wurden Finanzierungsgespräche mit Banken geführt und ggf. Bürgerbeteiligungsmodelle ermöglicht?
- g) Wurden Flächen für die notwendige Infrastruktur gesichert?
- h) Wurden Fördermittel beantragt und verwendet? Gibt es neue Fördermittel?
- i) Wurde ein Wärmenetz errichtet?

Verdichtung/ Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen:

- j) Wie viele Haushalte sind angeschlossen/Anschlussquote?
- k) Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
- l) Konnte der Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz gesteigert werden (vgl. § 29 Abs. 1 WPG)?
- m) Wie viel CO₂-Äquivalent wird durch das Wärmenetz eingespart?
- n) Ist das bestehende Wärmenetz wirtschaftlich?
- o) Wie haben sich die Verluste des Wärmenetzes entwickelt?
- p) Ist es möglich, das Wärmenetz zu erweitern?
- q) Wurden neue Baugebiete erschlossen und an ein Wärmenetz angebunden?

Kennzahlen: Anzahl der angeschlossenen Kunden [n]; Anschlussquote relativ zur Anzahl aller Endkunden [%]; absolute Wärmemenge via Wärmenetz [MWh]; Anteil der Gesamtwärme die relativ durch das Wärmenetz gedeckt wird [%]; Energieträgermix des Wärmenetzes [%]; EE-Anteil an der Wärme im Wärmenetz [%]; Wärmeverlust anteilig an der erzeugten Wärmemenge im Netz [%]

3. Wärmeverbrauch

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

- a) Wie viel Wärme wurde leitungsgebunden geliefert? In welcher Form?
- b) Wie viele Wärmeerzeuger wurden zwischenzeitlich durch erneuerbare Technologien ersetzt?
- c) Welche Wärmequellen sind erschließbar und welche fallen weg?
- d) Gab es Gespräche mit potenziellen Lieferanten von erneuerbaren Energien (z.B. Waldbauernverband)?

Kennzahlen: erneuerbarer Anteil an der Gesamtwärmemenge [%]; absolute Wärmemenge [MWh]; erneuerbare Wärmemenge [MWh]; Energieträgermix der Wärmebereitstellung

Zur Darstellung der Effizienzsteigerung sollte der Verlauf des Wärmeverbrauchs der letzten fünf Jahre sukzessive ermittelt und im Verlauf der Wärmeberichte dargestellt werden.

Der Wärmebericht dient als Datengrundlage der Kommunikationsstrategie. Der Umfang des Berichts kann dabei nur wenige Seiten betragen, sofern die Leitfragen beantwortet werden. Nachfolgend ist zur Orientierung ein beispielhaftes Dashboard-Konzept mit den essenziellen Kennzahlen dargestellt:

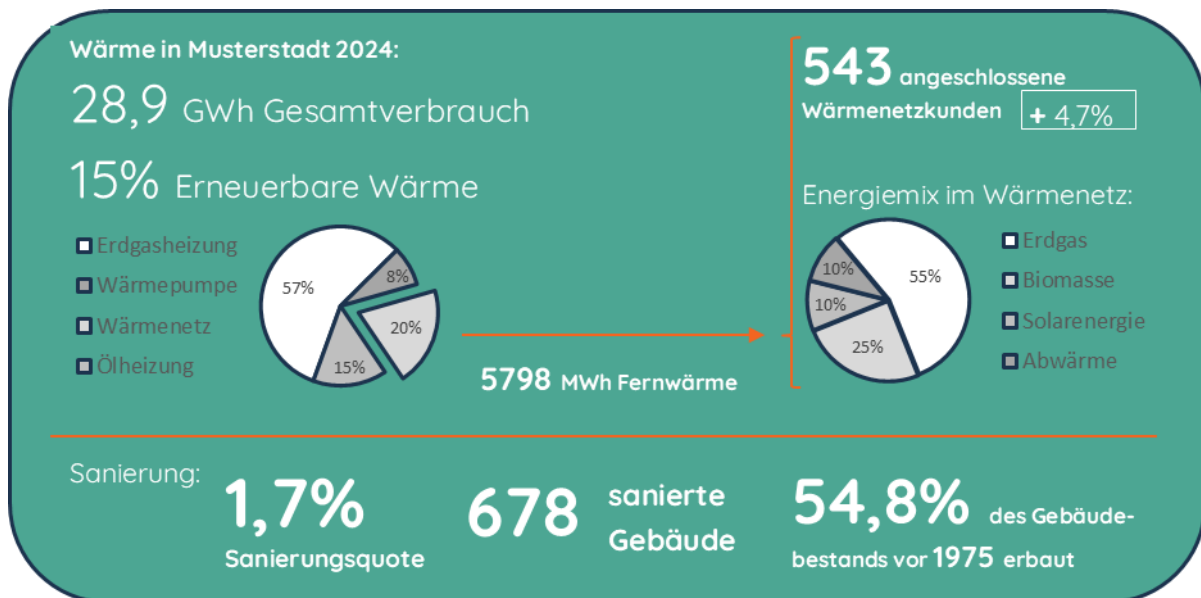


Abbildung 65: Beispielhafte Darstellung eines Wärme-Dashboards im Rahmen der Controlling-Strategie

Wie in Abbildung 65 dargestellt, lassen sich die wesentlichen Informationen des Controlling-Berichts einfach und übersichtlich für weitere Kommunikationszwecke nutzen. Im nachfolgenden Abschnitt wird die Kommunikationsstrategie inklusive Handlungsempfehlungen beschrieben.

6.2.2 Kommunikationsstrategie

In vielen Projekten, in denen es um Infrastruktur oder Energieversorgung geht, besteht oft ein Akzeptanzproblem in der Bevölkerung. Um dem entgegenzuwirken, ist es notwendig eine effiziente Kommunikationsstrategie zu formulieren, welche die Bevölkerung schon früh am Geschehen partizipiert, und für das Thema sensibilisiert. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gibt es verschiedene Akteure, die zusammenarbeiten müssen, um Akzeptanz und Beteiligung zu erreichen. Im Folgenden soll eine Kommunikationsstrategie skizziert und verschiedene Methoden zur Umsetzung diskutiert werden.

Medienarbeit

Für eine klare Kommunikation zwischen Kommune und Bürgern ist es wichtig, unterschiedliche Medienkanäle zu verwenden, um verschieden Adressaten zu erreichen. Im digitalen Zeitalter sollten unter anderem kostengünstige, **digitale Kanäle** verwendet werden, um zu informieren.

Hierfür sollte die **Webseite der Kommune** auf dem neuesten Stand gehalten werden. Diese ist besonders gut geeignet, um verwaltungstechnische Informationen zu verbreiten z.B. „welche Förderprogramme gibt es für Bürger?“, „Wo kann ich mich beraten lassen?“ o.ä. Außerdem kann es im Kontext der kommunalen Wärmeplanung nützlich sein, eine **dedizierte Webseite** für 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. Hier könnten außerdem Informationsvideos und Aufnahmen von eventuellen Veranstaltungen hochgeladen werden. Weiterhin ist es sinnvoll Präsenz in den **Sozialen Medien**, wie Instagram, Facebook o.ä., aufzubauen. Diese sollten vorrangig für Kurzinformationen benutzt werden, z.B. eine Info über die CO₂-Einsparung durch bereits durchgeführte Maßnahmen oder ein kurzes Interview mit einem Beteiligten am Projekt. Soziale Medien können genutzt werden, 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, gesetzt werden. Deshalb muss hierfür ein Kontakt zwischen Kommune und lokaler Presse hergestellt werden, um auch diesen Informationskanal nutzen

zu können. Presseartikel können hierbei von aktuellen Entwicklungen z.B. der Inbetriebnahme eines Wärmenetzes handeln oder auf Informationsveranstaltungen und Vorträge aufmerksam machen. Hierfür können ebenso Informationsbroschüren oder Flyer genutzt werden.

Veranstaltungen

Durch Medien kann der Grundstein für die Kommunikation gelegt werden, der jedoch durch Veranstaltungen unterstützt werden sollte. Hierbei können verschiedene Ziele durch unterschiedliche Veranstaltungen verfolgt werden. Neben klassischen Veranstaltungen zur **Informationsvermittlung oder einer Diskussionsrunde** können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auch **Events**, wie die Inbetriebnahme einer neuen Heizzentrale, zielführend sein. Dabei ist es entscheidend, wann im Projekt welche Veranstaltungen sinnvoll sind. Im **Vorfeld und zu Beginn sollten vor allem Informationsveranstaltungen** stattfinden. Deren Ziel ist die Aufklärung der Bürger über die Wärmewende, die geplanten Maßnahmen und die Vorteile nachhaltiger Wärmequellen. Durch diese Veranstaltungen können die Menschen informiert, sensibilisiert und motiviert werden, sich aktiv an der Wärmewende zu beteiligen. Dafür ist es wichtig, offen für Feedback zu sein und dieses dann im Rahmen von **Diskussionsveranstaltungen** aufzunehmen. In Diskussionsrunden können außerdem die größten Sorgen identifiziert und gesondert adressiert werden. Die Kommune sollte **eine konstruktive Diskussionskultur** aufbauen, um auch im weiteren Verlauf des Projektes mit Bürgern kommunizieren zu können. In Hinblick auf die Zukunft können auch **an Schulen, insbesondere Berufsschulen, Veranstaltungen** organisiert werden.

Vorbildfunktion

Die Kommune kann zudem durch die **eigene Teilnahme** an der Energiewende auf die Wärmewende aufmerksam machen. Indem die Kommune eine **Vorreiter- und Vorbildrolle** einnimmt, wirkt sie authentischer und gewinnt Vertrauen. Dies kann unter anderem durch Projekte in kommunalen Liegenschaften erreicht werden. Dabei können beispielsweise Kommunaldächer mit PV-Anlagen bebaut werden. Außerdem kann der Anschluss kommunaler Liegenschaften an ein Wärmenetz durchgeführt werden. Weiterhin ist es wichtig, Präsenz zu zeigen, d.h. der (Ober-)Bürgermeister, aber auch namhafte Mitglieder aus der Kommunalverwaltung sollten bei Veranstaltungen anwesend sein und diese ggf. eröffnen. Darüber hinaus

sollte die Leitung der Kommune Bereitschaft zeigen auf mögliche Sorgen und Probleme der Bürger einzugehen. Zudem kann die Kommune Bürger durch personelle und organisatorische Strukturen innerhalb der Verwaltung unterstützen. Beispiele hierfür können Förderlotsen zur Aufklärung über Zuschussmöglichkeiten sowie Veranstaltungs-/Eventteams zur Planung der bereits erwähnten Informationsveranstaltungen sein.

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 die Teilnahme zu ermöglichen. Dafür können z.B. **Bürgerbeiräte** gegründet werden, die Bürgern das Recht geben, Empfehlungen auszusprechen, um dadurch gegebenenfalls Einfluss auf die Ausgestaltung der Wärmeplanung nehmen zu können. Eine weitere Möglichkeit der Bürgerbeteiligung sind **Bürgerenergiegesellschaften**, diese können durch ihre Expertise im Planungsprozess unterstützen und Bürgerinteressen vertreten. Kleinere Kommunen sollten die Bürger über mögliche **Wärmenetzgenossenschaften** informieren und in Zusammenarbeit mit diesen agieren. 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 innerhalb der Kommune. Darüber hinaus entsteht durch die finanzielle Beteiligung ein zusätzlicher Motivator zur Beteiligung und Weiterentwicklung der Wärmeprojekte.

Weiterhin sollten auch Unternehmen miteingebunden werden. Hierbei ist es wichtig, auf Großverbraucher zuzugehen und diesen die Vorteile einer erneuerbaren Wärmeversorgung aufzuzeigen, um sie für das Projekt gewinnen zu können. Außerdem können diese Unternehmen durch ihre Rolle als Arbeitgeber einen wichtigen Partner darstellen, 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.

7 Zusammenfassung

Die kommunale Wärmeplanung für Sand am Main identifiziert in der Gemeinde mit 3.109 Einwohnern und 3.005 Gebäuden (davon 1.012 Wohngebäude) einen überwiegend wohnbaulich geprägten Gebäudebestand. Die Wärmeerzeugung erfolgt vollständig dezentral, wobei rund 86 % auf fossile Energieträger (Heizöl und Erdgas) basiert. Der aktuelle Endenergieverbrauch für Wärme liegt bei etwa 33 GWh/a.

Bei einer bereits im Vorfeld zur Wärmeplanung durchgeführten Umfrage unter Gebäudeeigentümern, bei der eine Rückmeldequote von 43 % erreicht werden konnte, zeigten 37 % ein prinzipielles Anschlussinteresse an einem Wärmenetz an. 29 % haben kein Interesse gemeldet und 34 % sind unentschlossen.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen mit einer angenommenen Sanierungsrate von 2 % pro Jahr deutliche Energieeinsparungen erreichbar sind. Zudem besteht erhebliches Ausbaupotenzial zur Nutzung von Dach- und Freiflächen für Photovoltaik. Auf den vorhandenen Dachflächen könnten jährlich etwa 12,8 GWh Strom zusätzlich erzeugt werden. Auf den privilegierten Flächen entlang der A70 könnten ebenso Freiflächenanlagen entstehen. Windkraftanlagen sind mangels geeigneter Flächen in Sand am Main nicht realisierbar. Weitere Optionen ergeben sich im Bereich Geothermie. Während Erdsonden im Bestand nur eingeschränkt einsetzbar sind, lassen sich oberflächennahe Erdkollektoren gut integrieren. Darüber hinaus besteht technisches Potenzial zur Nutzung von Grundwasser und Uferfiltrat des Mains für Wärmepumpenlösungen. Die direkte Nutzung des Flusswassers ist theoretisch möglich, jedoch in Relation zur Gemeindegröße potenziell zu kostenintensiv. Industrieabwärmequellen oder eine Kläranlage existieren im Gemeindegebiet nicht.

Das Zielszenario differenziert die Versorgungskonzepte je nach Quartier. In zentral gelegenen Quartieren wie „Sand Mitte“ und „Am Sportfeld“ wird ein neues Wärmenetz angestrebt. In Randlagen und Quartieren mit geringer Wärmedichte wird auf dezentrale Einzelversorgung, z.B. durch Wärmepumpen oder Biomassekessel, gesetzt.

Die weiteren Schritte zur Umsetzung nach der Wärmeplanung wurden im Rahmen der **Wärmewendestrategie** ausgearbeitet. Für die Weiterverfolgung einer Wärmenetzlösung wäre es neben anderen **Maßnahmen** zu empfehlen, eine Machbarkeitsstudie nach BEW für die relevanten Gebiete durchzuführen.

Ebenso wurde für die weitere **Fortschreibung** der Wärmeplanung eine **Verstetigungsstrategie** ausgearbeitet, die eine Weiterführung des Wärmeplanungsprozesses gewährleisten soll. So sollen beispielsweise die Fortschritte bei der Umsetzung jährlich überprüft werden. Es soll gewährleistet werden, dass die kommunale Wärmeplanung als **lebender Prozess** innerhalb der Kommune integriert wird und in weitere **Entscheidungsfindungen** der Kommune einfließt. Für die Fortschreibung wurde ein **digitales Tool** erstellt und der Kommune für den Prozess zur Verfügung gestellt.

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

Im Folgenden die Kernaussagen der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Sand am Main:

Bestandsanalyse:

- Insgesamt 3.005 Gebäude, davon 1.012 Wohngebäude.
- Dominanz fossiler Brennstoffe (Heizöl/Erdgas) bei dezentralen Wärmeerzeugern (86 %), ergänzt durch Biomasse (10 %) und strombasiert (4 %)
- Keine bestehenden Wärmenetze
- Bestehende Gasinfrastruktur in weiten Teilen der Gemeinde
- Umfrage zeigt ca. 37 % Anschlussinteresse, 29% haben kein Interesse und 34 % sind unentschlossen

Potenzialanalyse:

- Sanierungspotenzial: Mit 2 % Sanierungsrate kann der spezifische Wärmebedarf deutlich gesenkt werden -> Einsparungspotenzial ca. 4,2 GWh bis 2045
- Potenzial für Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen
- Geothermische Potenziale durch Erdkollektoren und Grundwasserwärmepumpen
- Der Main wird als prinzipielle Wärmequelle mittels Uferfiltratbrunnen bzw. Entnahmehauwerk identifiziert, die notwendigen Investitionskosten stehen jedoch nicht im Verhältnis zur Größe der Gemeinde
- Kein Potenzial für Windkraft, Industrieabwärme oder Abwasserwärmenutzung

Zielszenario:

- Bewertung verschiedener Versorgungsstrategien für die Jahre 2030, 2035 und 2040.
- Fokus im Ortskern: Netzbasierte Wärmeversorgung unter Einbindung zentraler Wärmequellen
- Differenzierte Versorgungskonzepte: Netzlösung in dicht bebauten Quartieren, dezentrale Ansätze in weniger dichten Gebieten
- Bewertung der Wärmeversorgungsgebiete anhand von Kriterien wie Wärmegebungskosten, Anschlussinteresse und Netzverluste

Wärmewendestrategie:

- Konkrete Maßnahmen zur Umsetzung: Machbarkeitsstudien, Bürgerbeteiligung, regelmäßiges Controlling
- Maßnahmensteckbriefe im Anhang liefern Handlungsanleitungen (Ausbau von Wärmenetzen, Sanierungsziele, interkommunale Zusammenarbeit, etc.)

Zusammenfassung in einfacher Sprache:

In Sand am Main gibt es über 3.000 Gebäude. Etwa ein Drittel davon sind Wohnhäuser. Heute heizen viele Menschen noch mit Öl und Gas. Ein Wärmenetz – also Leitungen, die mehrere Häuser mit zentral erzeugter Wärme versorgen – gibt es bisher noch nicht.

Für die Zukunft wurden Möglichkeiten untersucht, wie Sand am Main umweltfreundlicher heizen kann. Dabei wurde geprüft, wo man Energie sparen kann und welche Energiequellen es in der Region gibt. Viel Strom könnte mit Solaranlagen auf Dächern und freien Flächen erzeugt werden. Auch Erdwärme (z. B. mit Erdwärmekollektoren) und das Wasser aus dem Main könnten genutzt werden, zum Beispiel mit Wärmepumpen. Für die Windkraft gibt es in Sand am Main kein Potenzial.

Ein neues Wärmenetz soll vor allem im Ortskern entstehen, also in den Bereichen mit vielen Häusern. Dort wäre es wirtschaftlich sinnvoll. In anderen Gebieten – zum Beispiel am Ortsrand – wären einzelne Heizlösungen besser geeignet, zum Beispiel mit Wärmepumpen oder Biomassekessel.

Das Ziel ist, weniger Öl und Gas zu verbrauchen und die Heizung umweltfreundlicher zu machen. Dafür soll es konkrete Maßnahmen geben. Diese sollen nach und nach umgesetzt werden. Die Gemeinde will außerdem regelmäßig prüfen, ob der Plan funktioniert – und die Bürger gut über alles informieren.

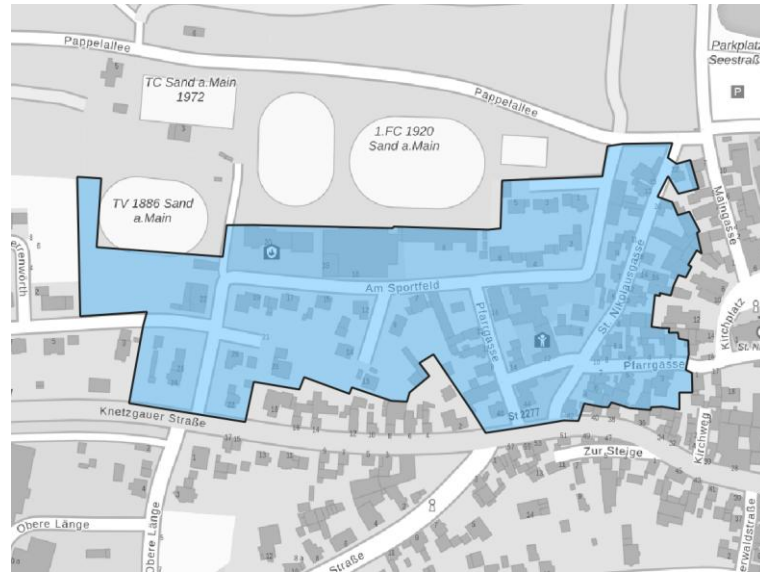
8 Anhang

A. Anhang 1: Quartierssteckbriefe

Tabelle 7: Aufteilung des Wärmeverbrauchs anhand der Einteilung der Wärmeliniendichte der Quartiere des Zielszenarios

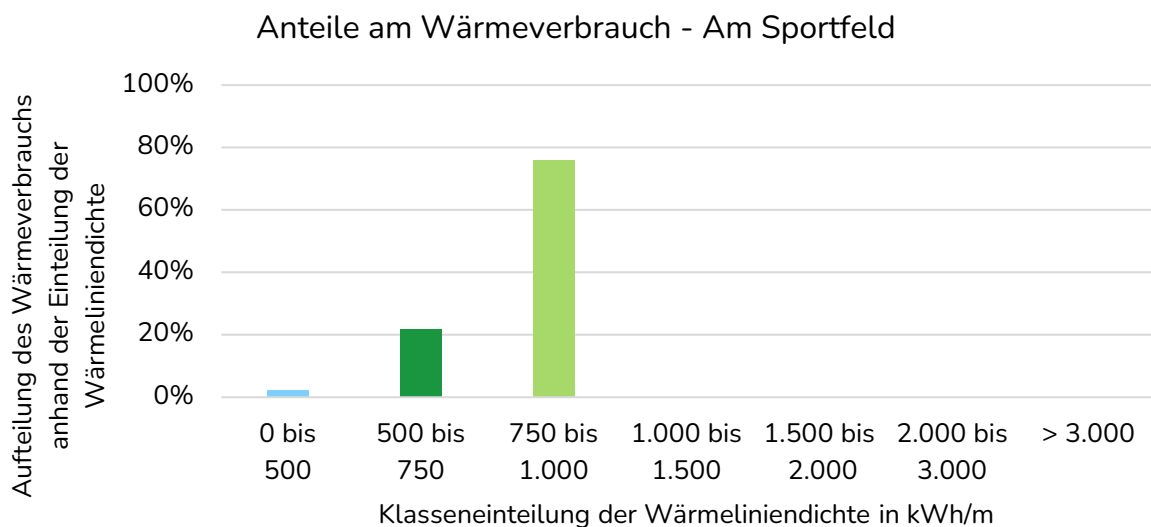
Name des Quartiers	Klasseneinteilung der Wärmeliniendichte in kWh/(m*a)							Gesamt je Quartier in kWh/(m*a)
	0 - 500	500 - 750	750 - 1.000	1.000 - 1.500	1.500 - 2.000	2.000 - 3.000	> 3.000	
Am Sportfeld	2%	22%	76%	0%	0%	0%	0%	674
Am Wasen	19%	55%	26%	0%	0%	0%	0%	558
Gewerbegebiet Obere Länge Nord	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	638
Gewerbegebiet Obere Länge Süd	3%	0%	0%	0%	62%	35%	0%	951
Hauptstraße	1%	9%	90%	0%	0%	0%	0%	733
Johannissteig	4%	7%	61%	28%	0%	0%	0%	716
Johannissteig Süd	9%	91%	0%	0%	0%	0%	0%	675
Johannissteig Weinbergweg	6%	46%	48%	0%	0%	0%	0%	653
Pfarrsetz	68%	32%	0%	0%	0%	0%	0%	392
privates Wärmenetz	2%	6%	29%	63%	0%	0%	0%	777
Sand Mitte	1%	0%	19%	60%	20%	0%	0%	1.000
Sand Nord	0%	0%	76%	24%	0%	0%	0%	783
Sandwörth Ost	1%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	455
Schillerstraße u. Umgebung	0%	0%	76%	24%	0%	0%	0%	813
Steigerwaldstraße	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	671
Untere Länge	39%	61%	0%	0%	0%	0%	0%	301
Zeller Straße	4%	38%	58%	0%	0%	0%	0%	678

Am Sportfeld

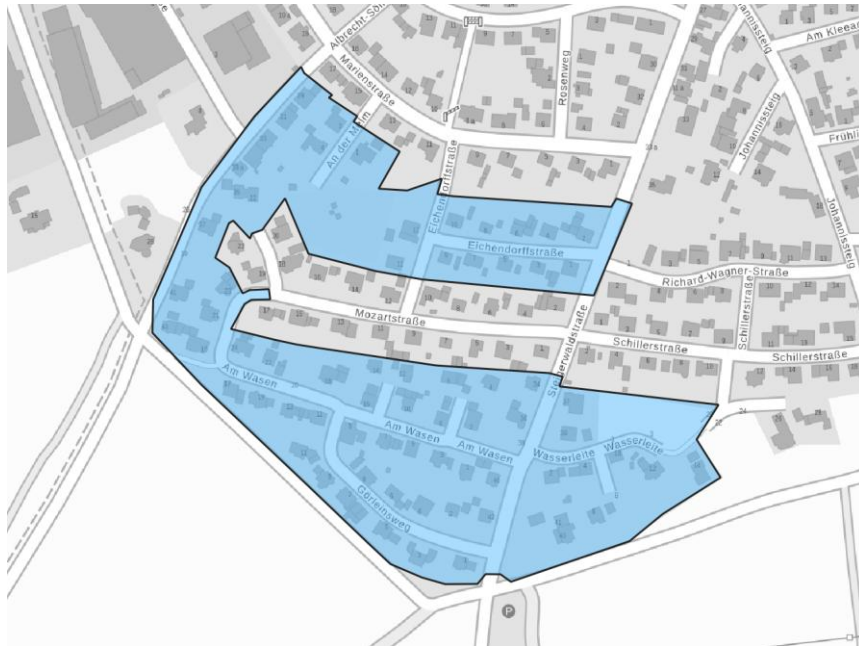


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	60
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.923 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	5,9 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.653 MWh (-14,0 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	5,6 %
Wärmeliniedichte (100 % Anschlussquote)	674 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet
Geschätzte Wärmegestehungskosten*	ca. 19 – 31 ct/kWh

* Der ermittelte Wärmepreis stellt eine grobe Kostenschätzung im Rahmen der Wärmeplanung für mögliche Wärmeversorgungsgebiete dar und kann bei der Umsetzung je nach Förderbedingungen und geltenden Preisen abweichen.

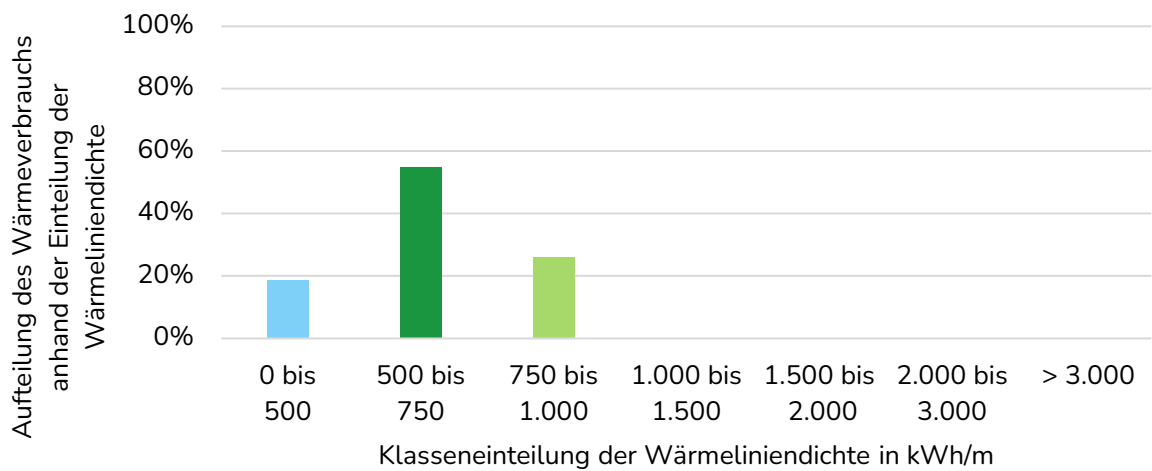


Am Wasen

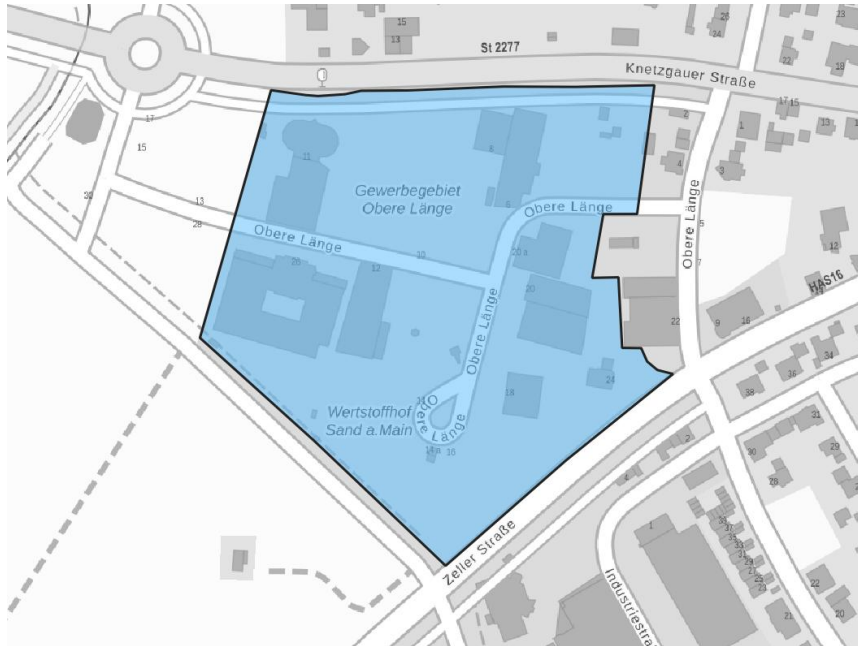


Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	70
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.814 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	5,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.701 MWh (-6,2 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	5,8 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	558 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Am Wasen

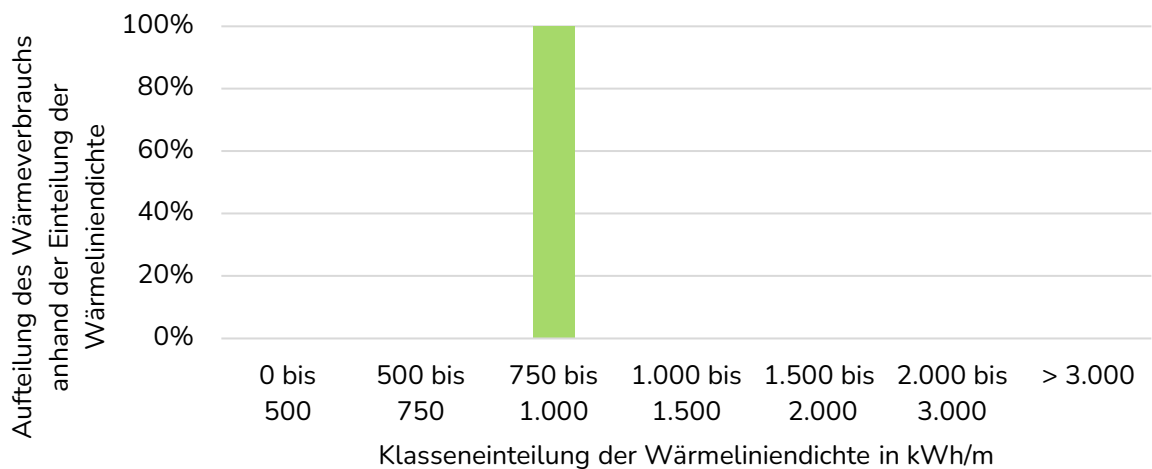


Gewerbegebiet Obere Länge Nord

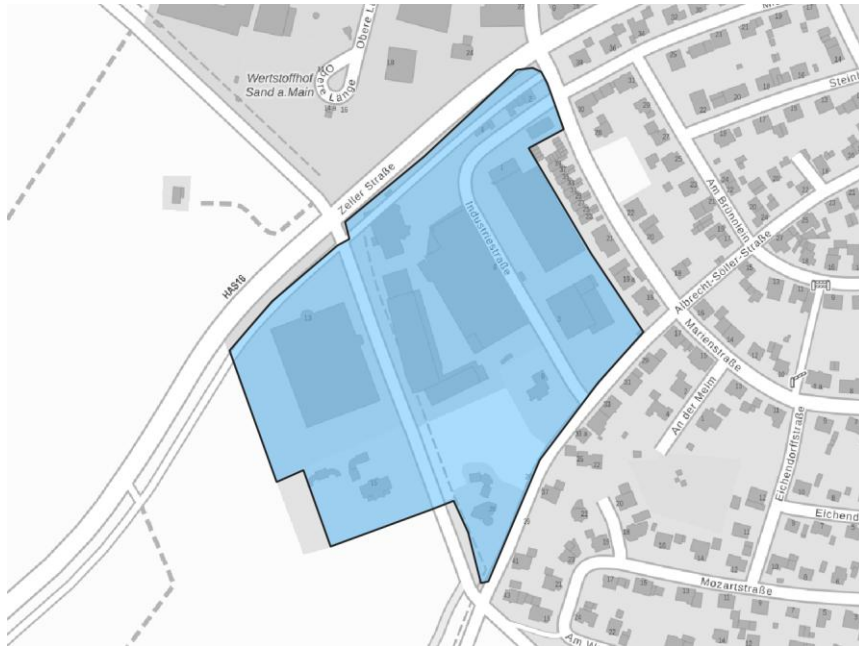


Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	10
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	645 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	2,0 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	506 MWh (-21,5 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	1,7 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	638 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Prüfgebiet

Anteile am Wärmeverbrauch - Gewerbegebiet Obere Länge Nord

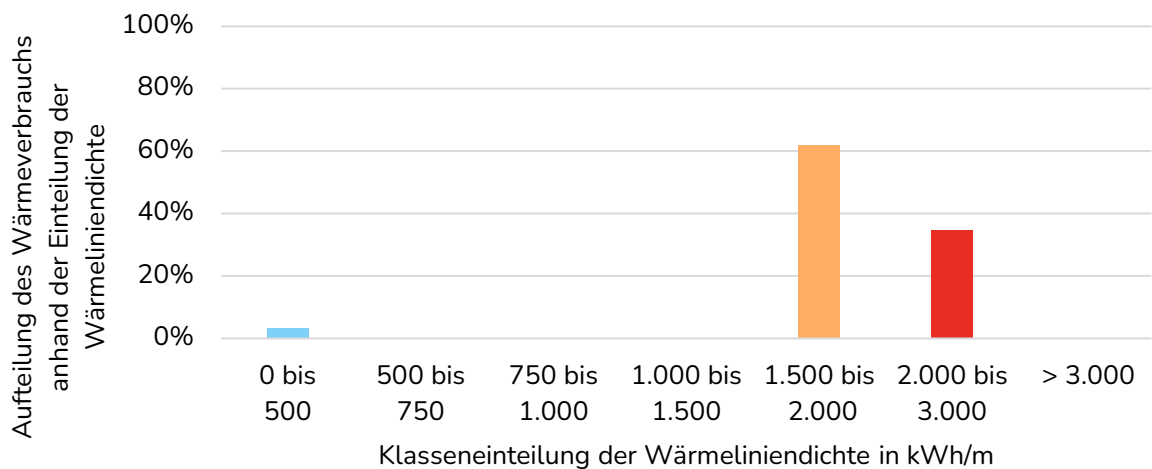


Gewerbegebiet Obere Länge Süd



Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	9
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.267 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	3,9 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.015 MWh (-19,9 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	3,4 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	951 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Prüfgebiet

Anteile am Wärmeverbrauch - Gewerbegebiet Obere Länge Süd

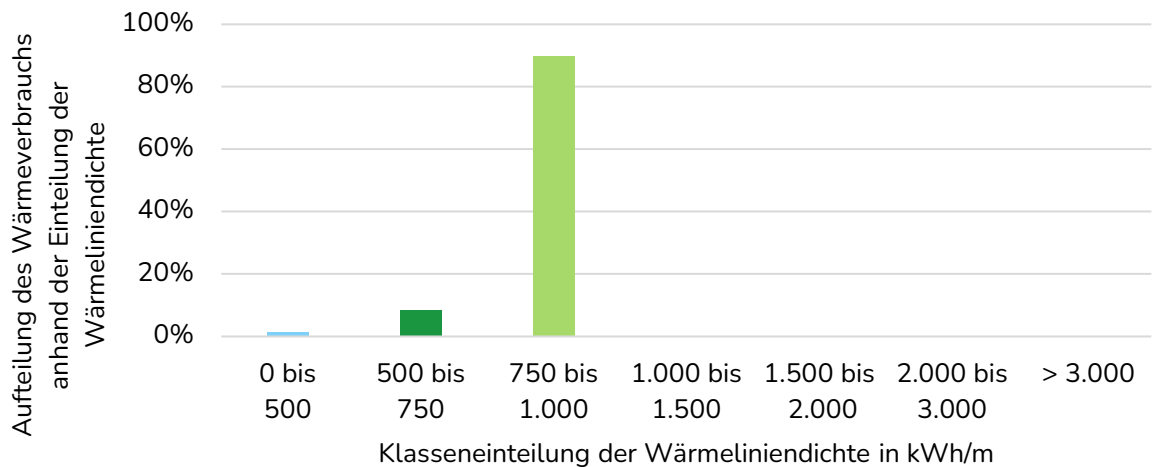


Hauptstraße

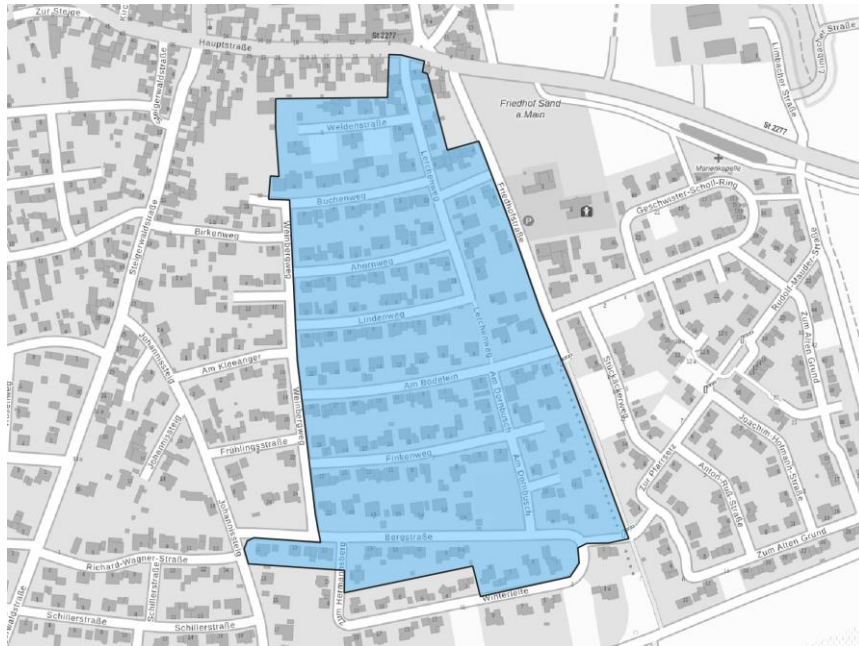


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	63
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.768 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	5,4 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.637 MWh (-7,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	5,5 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	733 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Hauptstraße

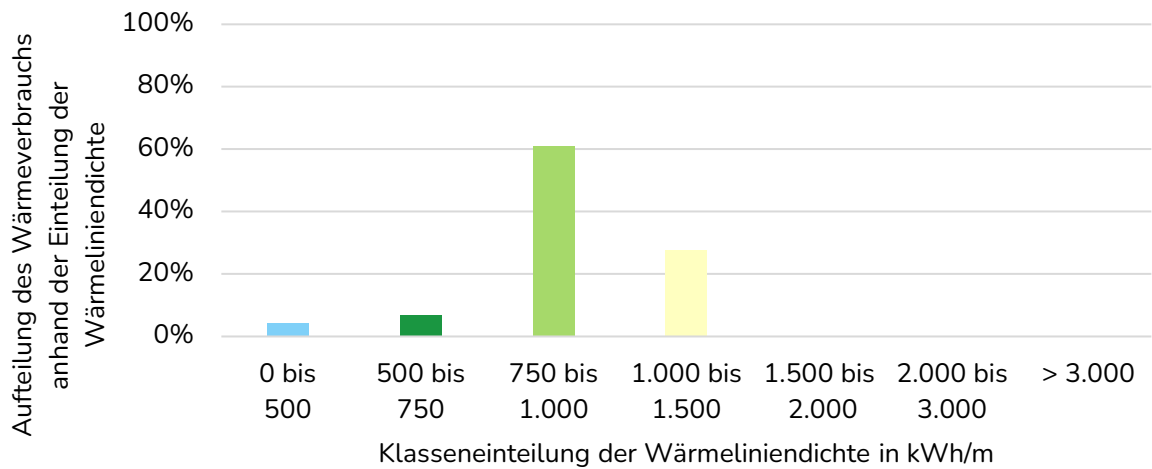


Johannissteig

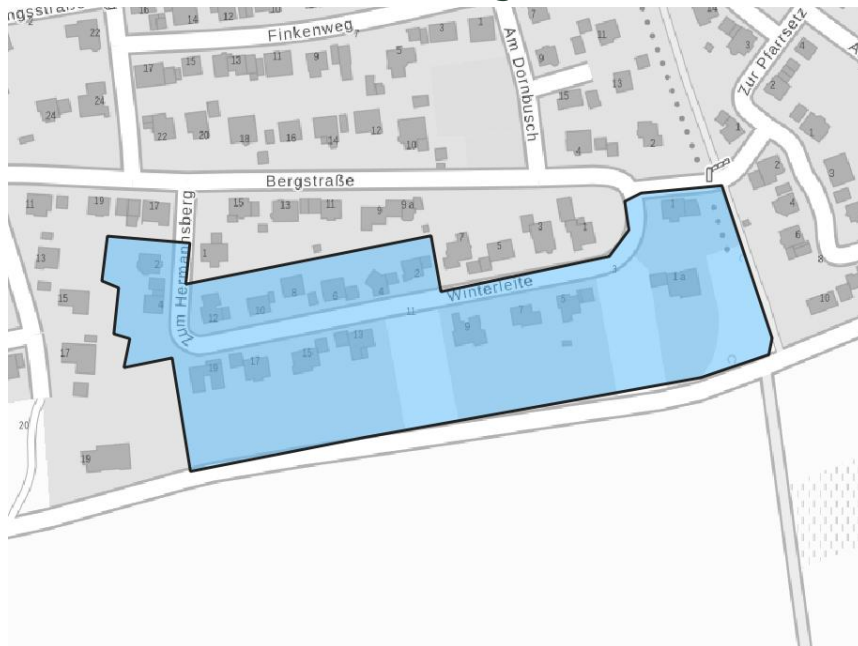


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	124
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	4.068 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	12,4 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.574 MWh (-12,1 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	12,1 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	716 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet

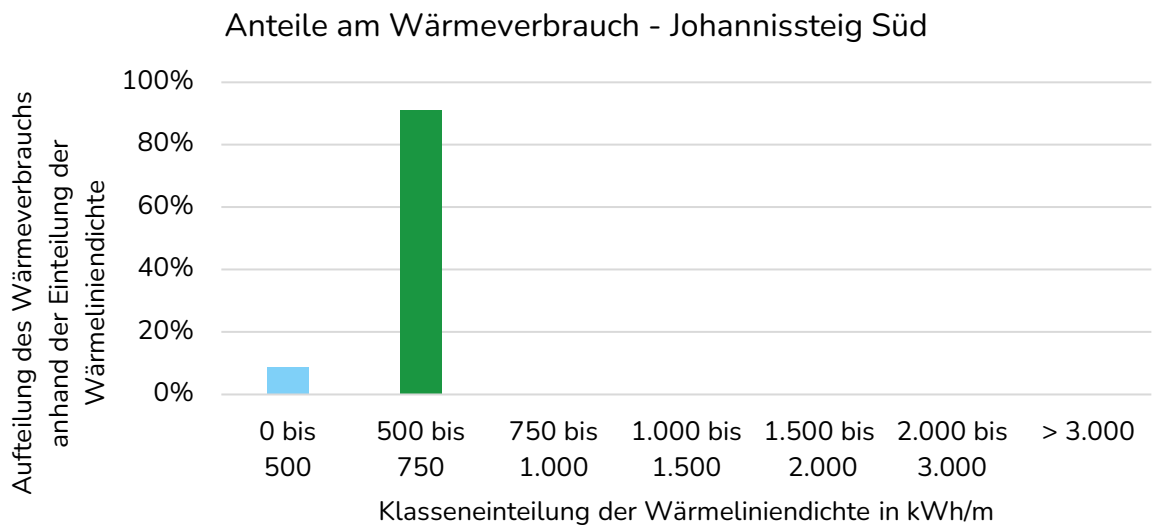
Anteile am Wärmeverbrauch - Johannissteig



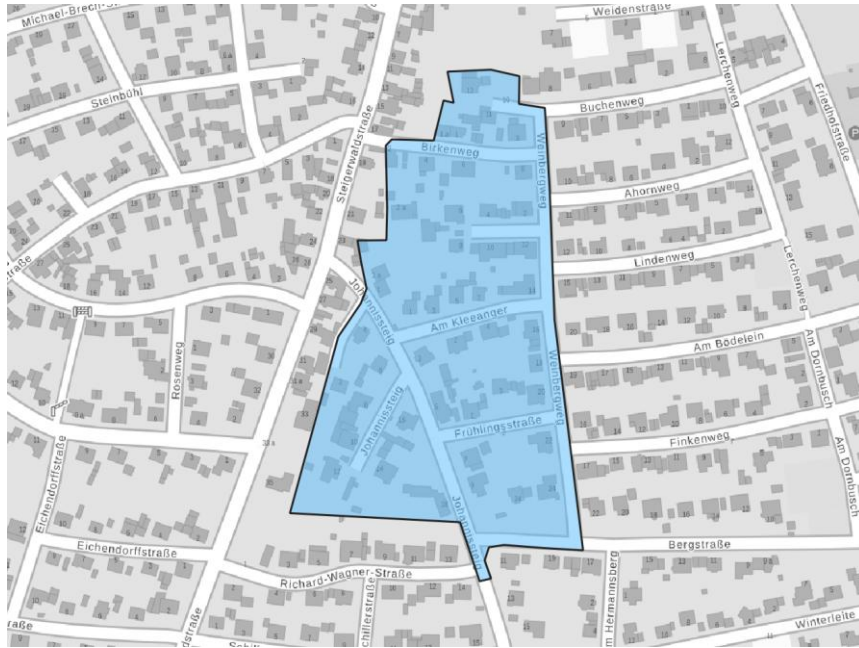
Johannissteig Süd



Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	17
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	520 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	1,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	449 MWh (-13,6 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	1,5 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	675 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

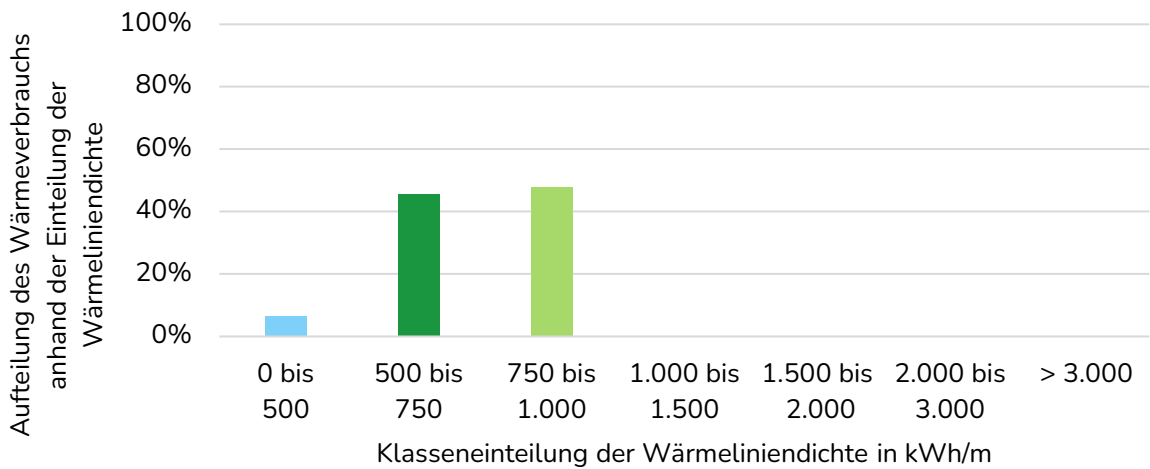


Johannissteig Weinbergweg



Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	46
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.560 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	4,8 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.411 MWh (-9,5 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	4,8 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	653 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Johannissteig Weinbergweg

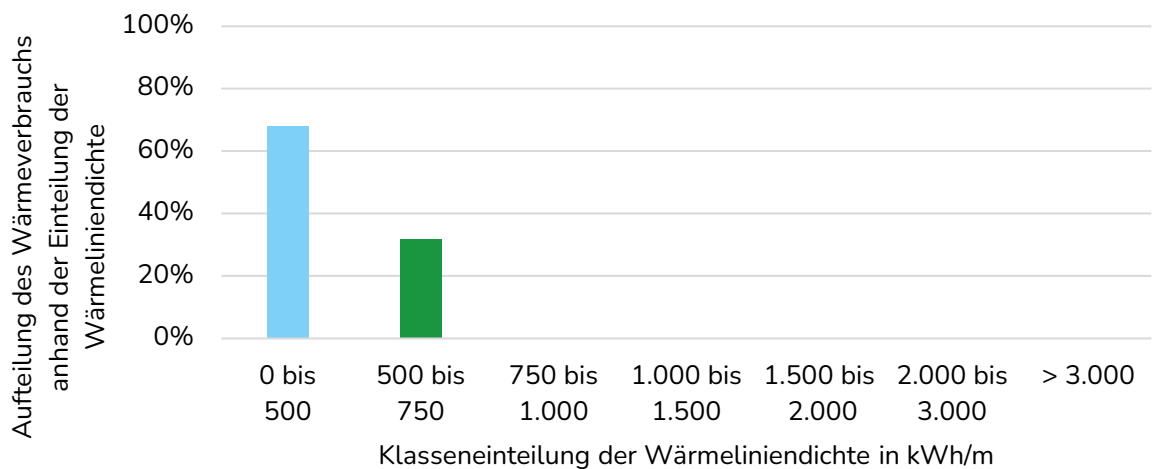


Pfarrsetz

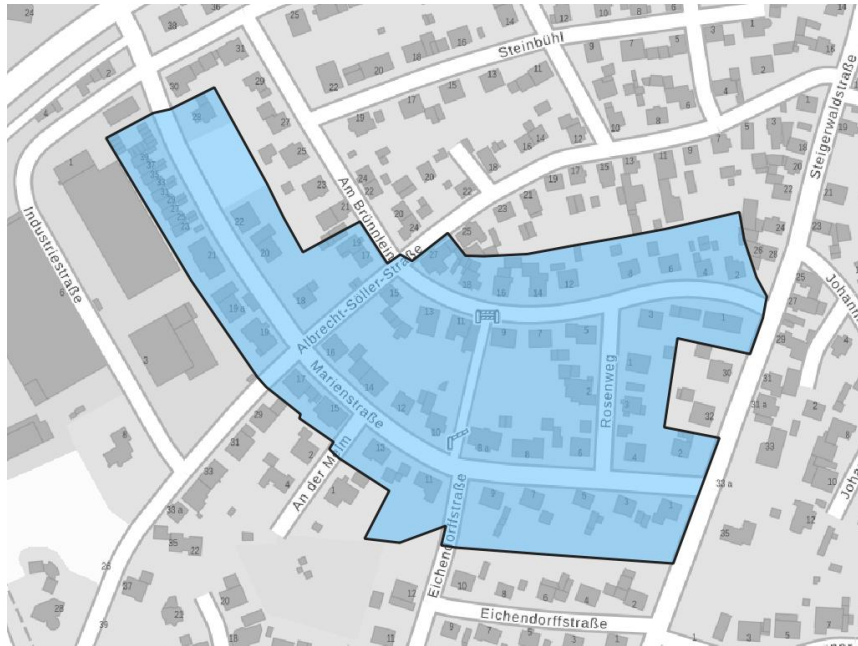


Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	110
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.099 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	6,4 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.070 MWh (-1,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	7,0 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	392 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Pfarrsetz

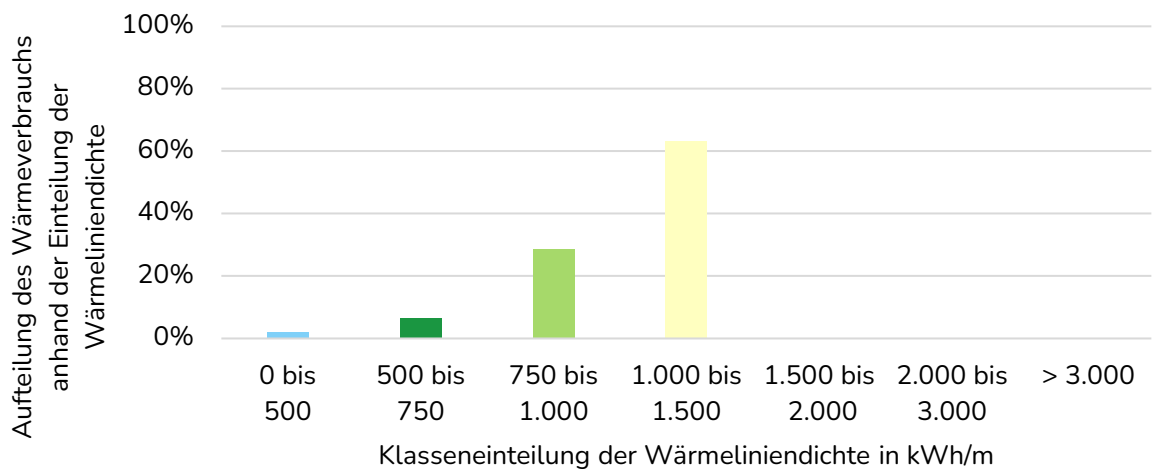


privates Wärmenetz

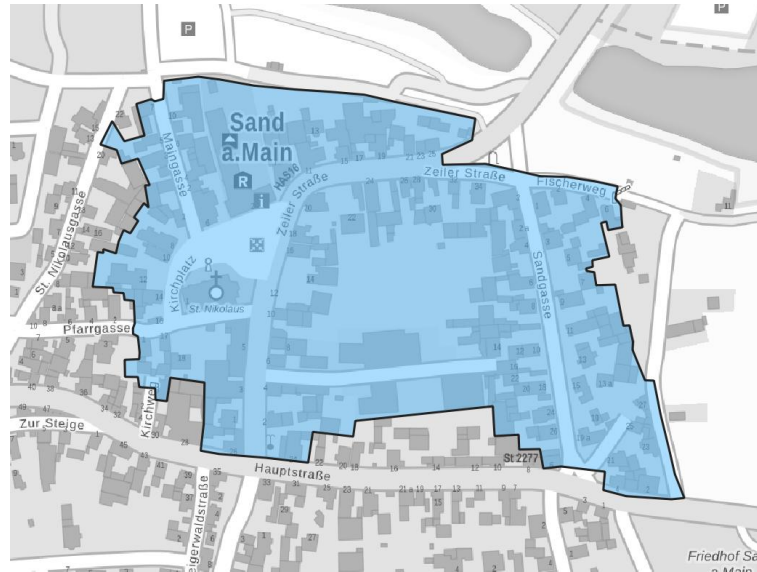


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	56
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.901 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	5,8 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.707 MWh (-10,2 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	5,8 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	777 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet

Anteile am Wärmeverbrauch - privates Wärmenetz



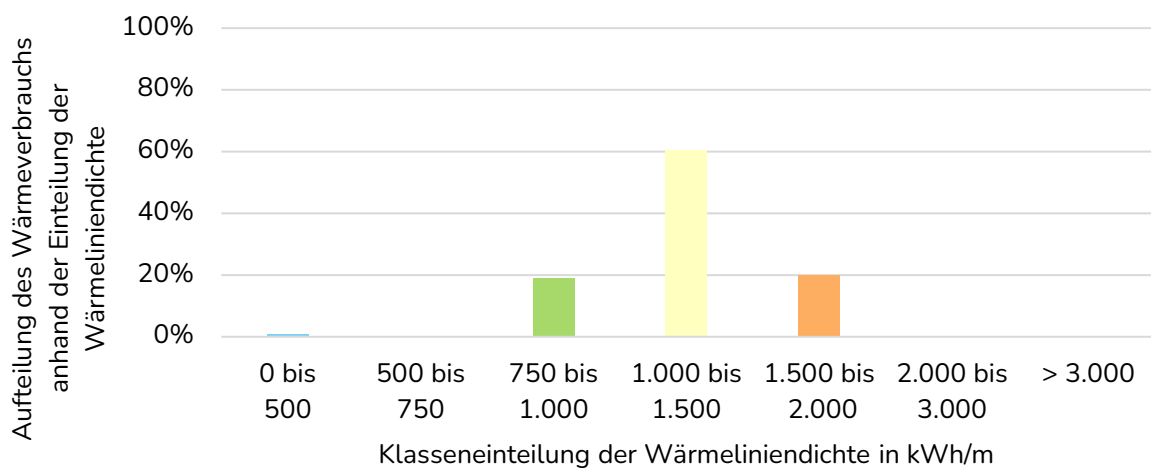
Sand Mitte



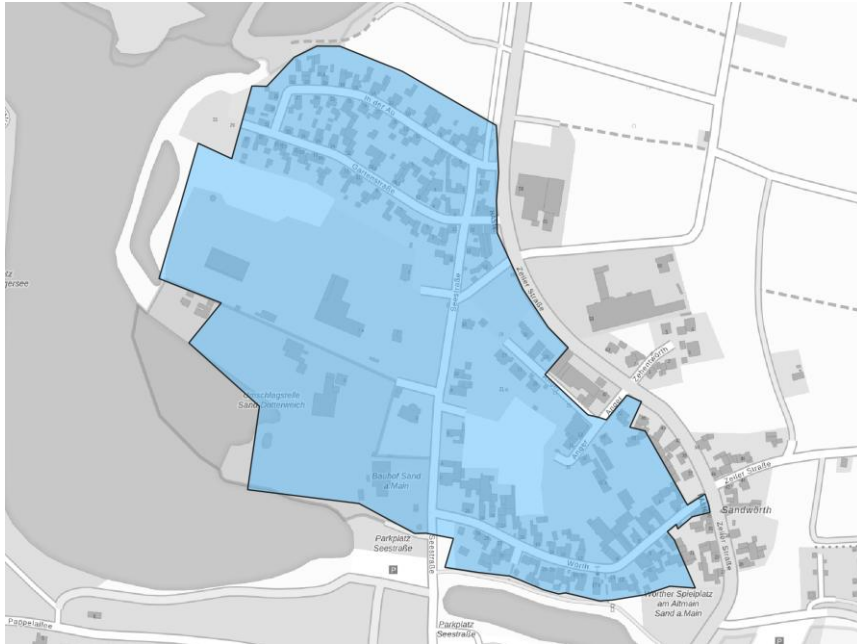
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	86
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	3.460 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	10,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.145 MWh (-9,1 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	10,6 %
Wärmeliniedichte (100 % Anschlussquote)	1.000 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet
Geschätzte Wärmegestehungskosten*	ca. 19 – 31 ct/kWh

* Der ermittelte Wärmepreis stellt eine grobe Kostenschätzung im Rahmen der Wärmeplanung für mögliche Wärmeversorgungsgebiete dar und kann bei der Umsetzung je nach Förderbedingungen und geltenden Preisen abweichen.

Anteile am Wärmeverbrauch - Sand Mitte

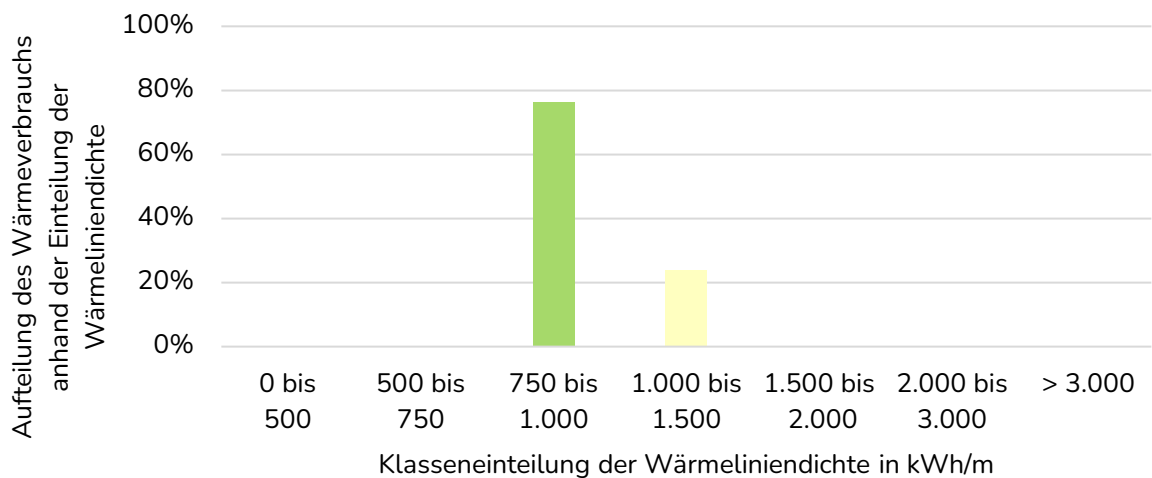


Sand Nord

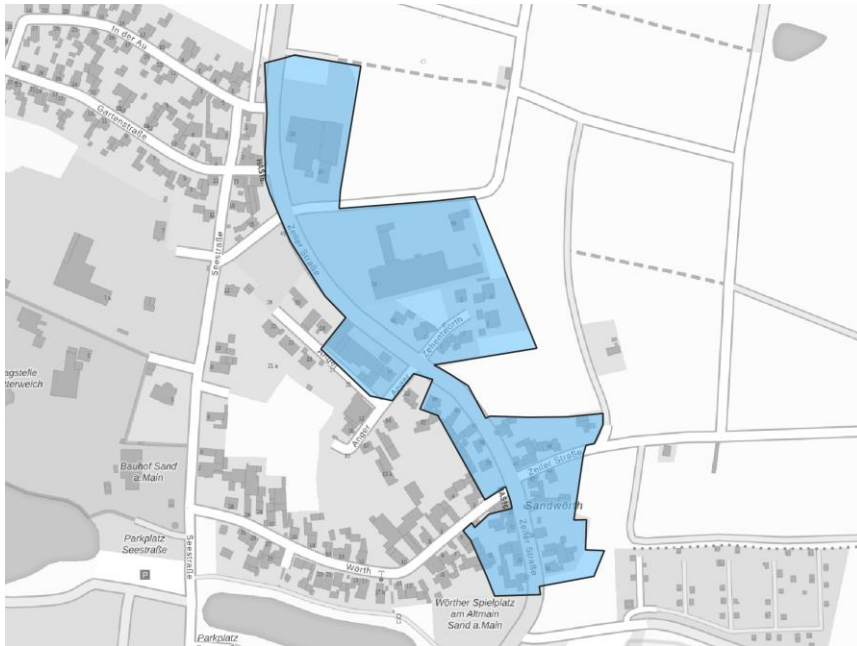


Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	116
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	3.609 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	11,0 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.365 MWh (-6,8 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	11,4 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	783 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

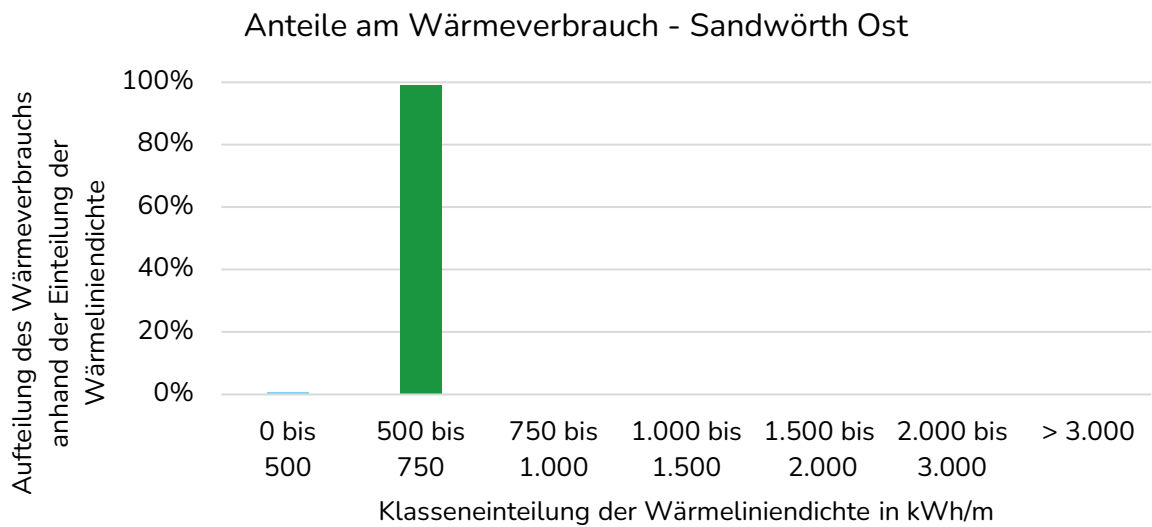
Anteile am Wärmeverbrauch - Sand Nord



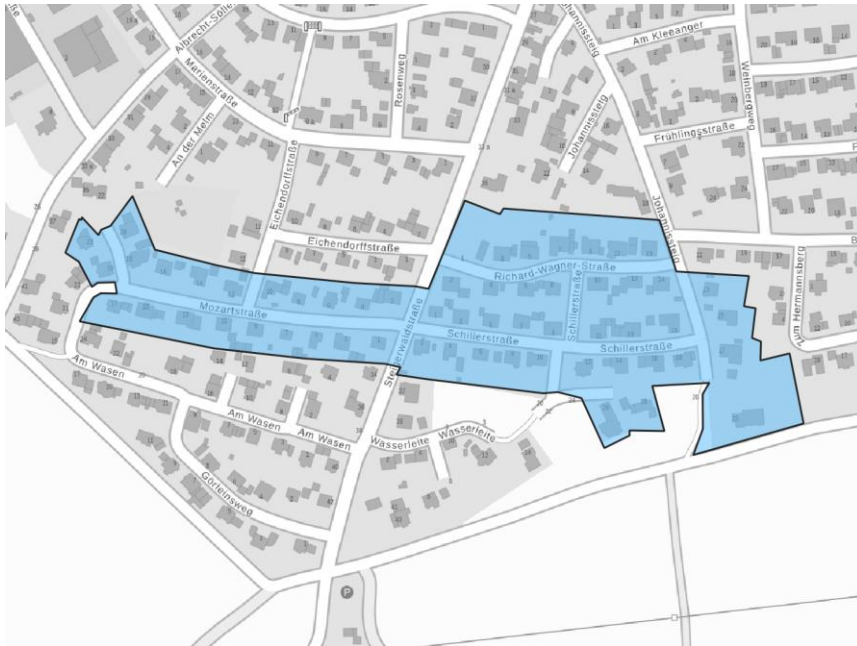
Sandwörth Ost



Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	30
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	917 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	2,8 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	804 MWh (-12,3 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	2,7 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	455 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

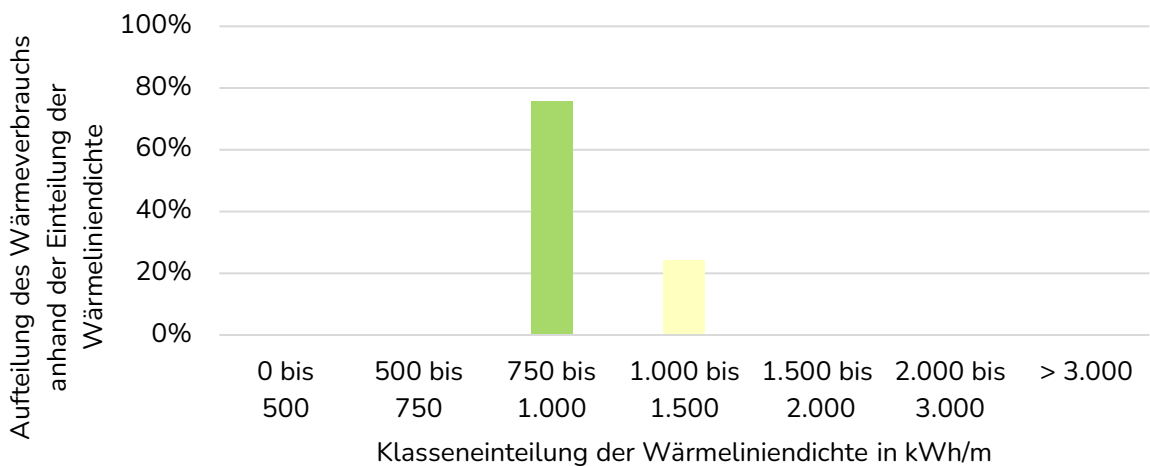


Schillerstraße u. Umgebung

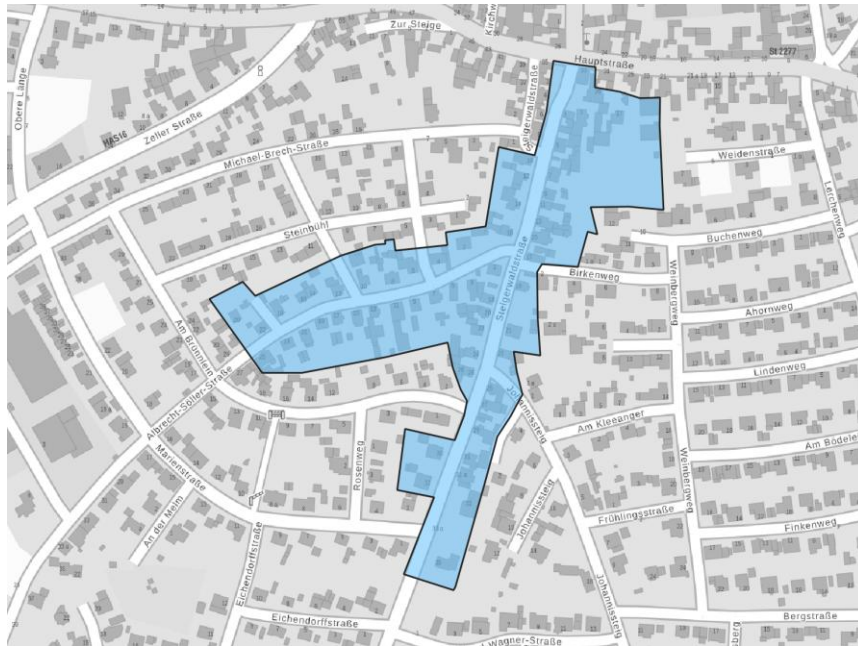


Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	57
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.101 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	6,4 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.854 MWh (-11,8 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	6,3 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	813 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Schillerstraße u. Umgebung

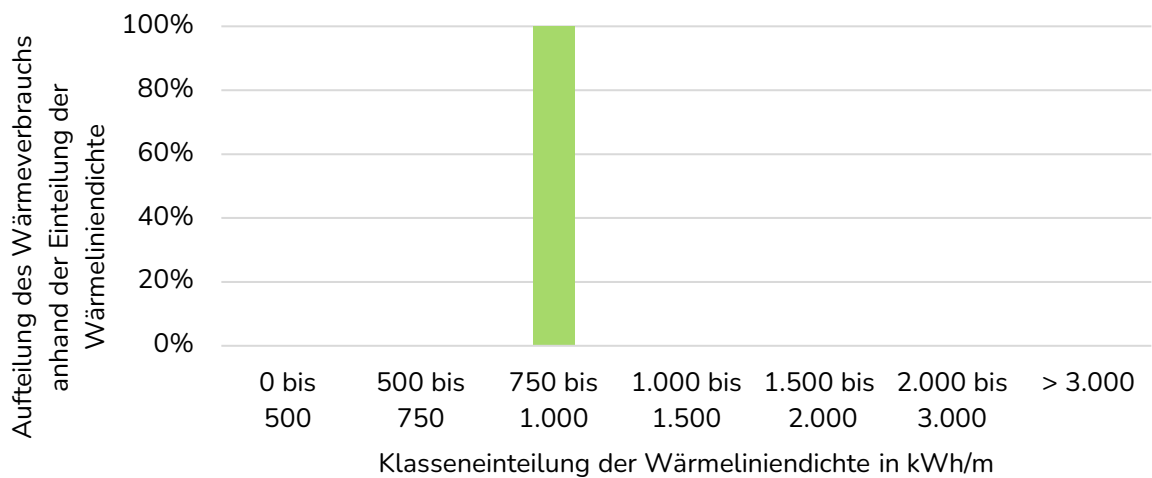


Steigerwaldstraße



Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	58
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.605 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	4,9 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.515 MWh (-5,6 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	5,1 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	671 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

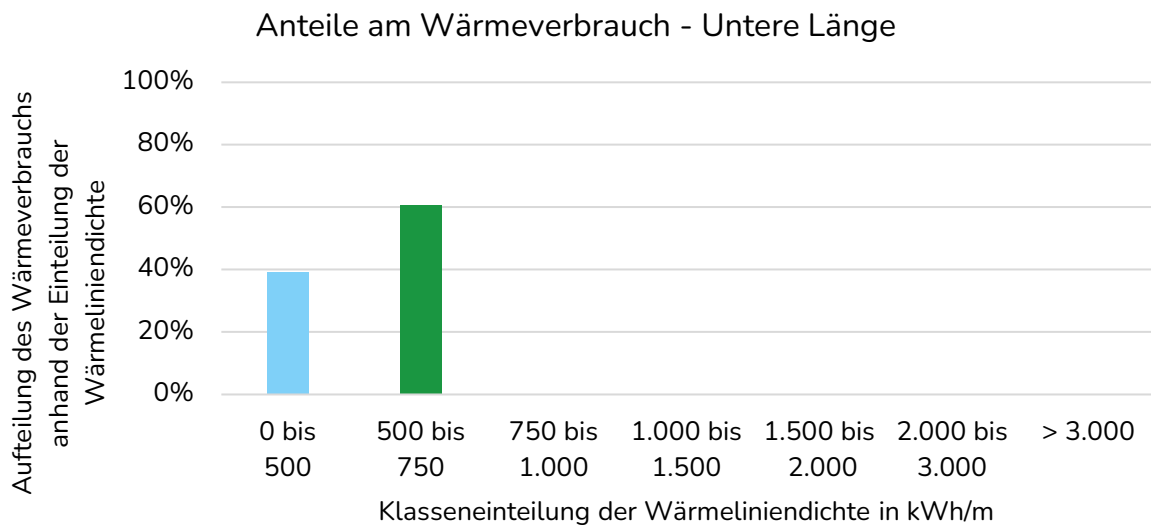
Anteile am Wärmeverbrauch - Steigerwaldstraße



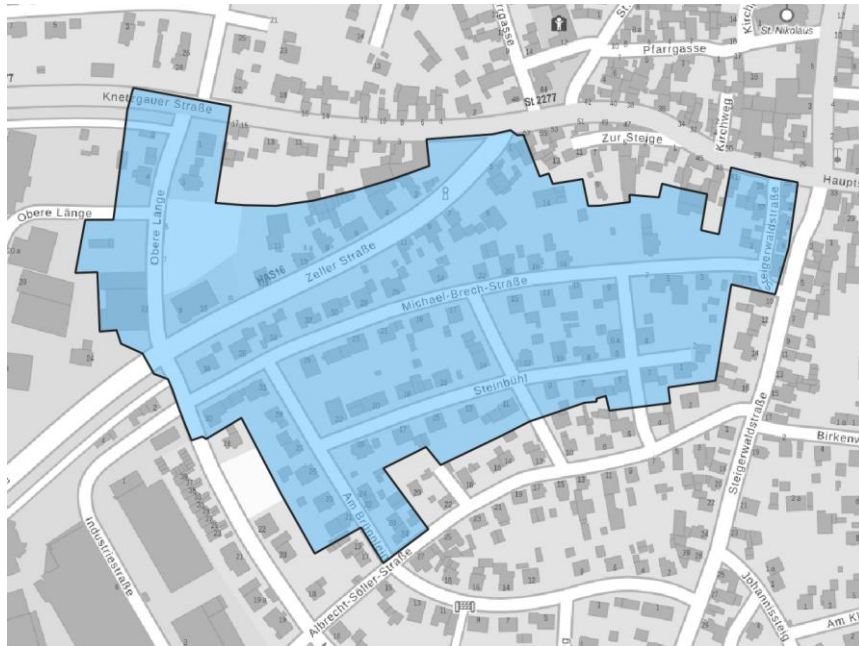
Untere Länge



Parameter	Beschreibung
Lage	Randlage
Anzahl Gebäude	35
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	635 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	1,9 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	627 MWh (-1,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	2,1 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	301 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

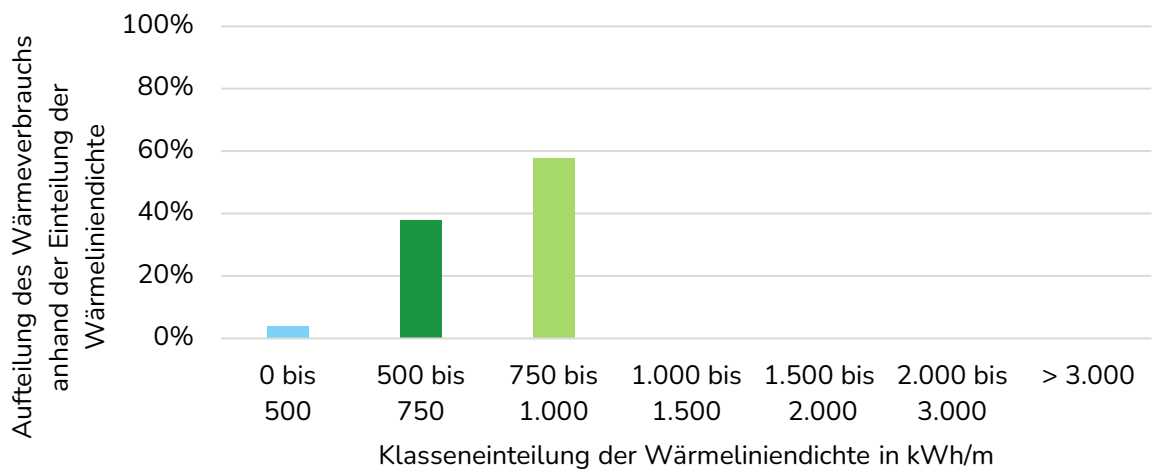


Zeller Straße



Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	85
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.824 MWh
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	8,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.501 MWh (-11,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	8,5 %
Wärmeliniendichte (100 % Anschlussquote)	678 kWh/(m*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

Anteile am Wärmeverbrauch - Zeller Straße



B. Anhang 2: Maßnahmensteckbriefe

Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1: Schritt 1 für das Wärmenetzgebiet „Sand Mitte + Am Sportfeld“		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Strategisch	Handlungsfeld: Wärmenetzausbau
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Für das im Wärmeplan ausgewiesene Wärmenetzneubaugebiet im Ortskern soll zur Analyse und Beurteilung eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur Neuerrichtung eines Wärmenetzes durchgeführt werden. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit wird dabei konkreter untersucht.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antragsstellung zur Förderung • ggf. Ausschreibung • Beauftragung eines Beratungsunternehmens oder eines Ingenieurbüros • Durchführung der Machbarkeitsstudie 		
Zeitraum:	Ab 2026	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune bzw. potenzieller Betreiber des Wärmenetzes	
Betroffene Akteure:	Kommune, Bürger	
Kosten:	Kosten für Studie	
Finanzierung/Träger der Kosten:	Förderung nach BEW, Kommune	
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	

Durchführung von Informationsveranstaltungen zum geplanten Wärmenetz			Priorität: mittel
Maßnahmentyp:	Kommunikativ	Handlungsfeld:	Wärmenetzausbau
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Werden Informationsveranstaltungen zu dem geplanten Wärmenetz für den Bürger durchgeführt, kann eine Diskussionsgrundlage geschaffen werden und die Meinung des Bürgers eingeholt werden. Gegebenenfalls können im Rahmen einer solchen Veranstaltung Sachverhalte geklärt werden, die den Bürger von dem Anschluss an einem Wärmenetz abhalten. Ebenso können dabei allgemeine Punkte zu einer Wärmeverbundlösung beschrieben und so sachlich neutral sowohl Vor- als auch mögliche Nachteile aufgezeigt werden.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abstimmung über Referenten • Abstimmung über Inhalte, Ablauf und Ort der Veranstaltung • Durchführung der Veranstaltung 			
Zeitraum:	während der Ausplanung der Wärmenetzneubaugebiete		
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune, potenzieller Betreiber des Wärmenetzes		
Betroffene Akteure:	Kommune, potenzieller Betreiber des Wärmenetzes, Abnehmer des Wärmenetzes		
Kosten:	Verwaltungskosten		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune, potenzieller Betreiber des Wärmenetzes		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Steigerung der Akzeptanz und der Anschlussquote an das Wärmenetz		

Sanierungsziele festsetzen			Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Strategisch	Handlungsfeld:	Effizienz
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Um die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen ist es neben dem Ausbau Erneuerbarer Energien nötig die Effizienz der vorhandenen Strukturen zu erhöhen. Dafür ist es sinnvoll Sanierungsziele festzulegen, worunter beispielsweise eine bestimmte Sanierungsquote, welche erreicht werden soll, fällt. Diese kann beispielsweise in den ermittelten Gebieten mit erhöhtem Einsparpotenzial festgesetzt werden.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sanierungsziele einführen • Sanierungsgebiete ausweisen und Sanierungsquote festlegen • Ausarbeitung einer kommunalen Sanierungsförderung 			
Zeitraum:	im Anschluss an die Wärmeplanung		
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune		
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer, Handwerksbetriebe		
Kosten:	Verwaltungskosten, Sanierungskosten		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Gebäudeeigentümer, kommunale Förderprogramme, KfW-Förderung		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Steigerung der Effizienz, Verringerung des CO ₂ -Ausstoßes, Verringerung des Wärmeverbrauchs		

Informationskampagne für dezentral versorgte Quartiere			Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Kommunikativ	Handlungsfeld:	dezentrale Versorgung
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>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, soll eine Informationskampagne gestartet werden, 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		
Betroffene Akteure:	Bürger, Immobiliengesellschaften		
Kosten:	Kosten für Organisation; Kosten für Redner		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Fördermittel; Kommunalhaushalt; Kommune		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Erhöhung der Sanierungsquote, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an Wärmeerzeugung		

Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts			Priorität: mittel
Maßnahmentyp:	Strategisch	Handlungsfeld:	Rahmenbedingungen
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Durch die Erstellung eines jährlichen Controlling-Berichts kann der Fortschritt der einzelnen Maßnahmen überwacht werden und der tatsächliche mit dem geplanten Fortschritt verglichen werden. Dadurch können im Prozess frühzeitig Abweichungen festgestellt werden, wodurch eine frühzeitige Gegensteuerung ermöglicht wird.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verantwortlichkeit für die Erstellung festlegen • Abhalten einer jährlichen Veranstaltung mit den relevanten Akteuren zum aktuellen Stand und Fortschritt der Umsetzung 			
Zeitraum:	stetig, 1x jährlich		
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune		
Betroffene Akteure:	alle an den Maßnahmen beteiligte Akteure		
Kosten:	Verwaltungskosten und Personalkosten		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit der einzelnen Maßnahmen		

Klimaneutrale kommunale Liegenschaften			Priorität: mittel
Maßnahmentyp:	Technisch	Handlungsfeld:	Effizienz
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Die Kommune hat eine Vorbildfunktion im Rahmen der Wärmeplanung, deshalb ist es wichtig kommunale Liegenschaften möglichst zeitnah klimaneutral zu betreiben. Hierfür sollten sowohl Bestandsgebäude saniert werden als auch Neubauten nach aktuellen Standards gebaut werden. Dies wirkt authentisch nach außen und schafft dadurch Vertrauen in die Wärmeplanung.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenziale identifizieren • PV-Flächen nutzen • Anschluss an Wärmenetz • Versorgung mit Wärmepumpe / Biomasse 			
Zeitraum:	Ab Beginn Umsetzung		
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune		
Betroffene Akteure:	Kommune, Beratungsunternehmen, Planer		
Kosten:	Investitionskosten		
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune		
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Verringerung CO ₂ -Ausstoß, Vertrauen in Wärmeplanung steigt		

Fachkompetenzen in Kommune aufbauen		Priorität: hoch
Maßnahmentyp:	Personell	Handlungsfeld: Rahmenbedingungen
<p>Beschreibung und Ziel</p> <p>Zur Umsetzung und zum Controlling der Maßnahmen soll eine, wie in der Verstetigungsstrategie beschriebene, Stelle in der Kommune eingerichtet werden. Dafür können neue Positionen geschaffen werden oder bestehendes Personal fortgebildet werden. Durch die Koordination kann der Rahmen für die Verstetigung der Wärmeplanung geschaffen werden. Maßnahmen, wie beispielsweise Flächensicherung und Festlegung von Sanierungszielen, können dadurch begleitend unterstützt werden. Zudem kann sowohl der interne Informationsfluss, der zu den Stakeholdern, als auch der zu weiteren Externen, wie beispielsweise der Presse, damit koordiniert werden.</p> <p>Umsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gründung der Stelle • Einarbeitung und Fortbildung des Personals • ggf. weiterer Kompetenzaufbau durch weitere Einstellung von Fachpersonal • Unterstützung und Koordination von anderen Maßnahmen 		
Zeitraum:	unmittelbar nach der Wärmeplanung	
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune	
Betroffene Akteure:	alle an den Maßnahmen beteiligte Akteure	
Kosten:	Verwaltungskosten und Personalkosten	
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune	
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Steigerung der Effizienz anderer Maßnahmen, Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit der einzelnen Maßnahmen	