ife

ZUKUNFT SCHAFFEN

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für die

Gemeinde Solnhofen

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

ife ZUKUNFT SCHAFFEN

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für die Gemeinde Solnhofen

Auftraggeber:

Gemeinde Solnhofen

Bahnhofstraße 8

91807 Solnhofen

Auftragnehmer:

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Gefördert durch das:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Bearbeitungszeitraum:

November 2023 bis März 2025

Projektleiter:

Peter Nefe

Bereich Kommunalunternehmen

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS I

ABBILDUNGSVERZEICHNIS VI

TABELLENVERZEICHNIS X

NOMENKLATUR XI

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN XIV

1 Einleitung 1

1.1 Die Gemeinde Solnhofen 2

1.2 Erwartungshaltung an Kommunale Wärmepläne 3

2 Rechtliche Rahmenbedingungen 4

2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG) 4

2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG) 5

2.3 Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) 7

3 Förderkulisse 8

3.1 Kommunalrichtlinie (KRL) 8

3.2 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) 9

3.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) 10

3.4 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) 12

3.5 BioWärme Bayern 12

4 Eignungsprüfung 13

5 Bestandsanalyse 14

5.1 Wärmeliniendichte und Wärmebelegungsdichte 14

5.2 Schutzgebiete und Denkmäler 15

5.2.1 Trinkwasserschutzgebiete 16

5.2.2 Biosphärenreservate ... 17
5.2.3 Flora-Fauna-Habitat-Gebiete ... 17
5.2.4 Landschaftsschutzgebiete ... 18
5.2.5 Nationalparke ... 20
5.2.6 Naturparke ... 20
5.2.7 Biotope ... 21
5.2.8 Vogelschutzgebiete ... 21
5.2.9 Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete ... 22
5.2.10 Bodendenkmäler ... 23
5.2.11 Baudenkmäler ... 24
5.2.12 Heilquellenschutzgebiete ... 24
5.2.13 Festgesetzte Überschwemmungsgebiete ... 25
5.3 Gebäudebestand ... 26
5.4 Einteilung in vorläufige Quartiere ... 26
5.5 Wärmeerzeugerstruktur ... 29
5.6 Wärmenetzinfrastruktur ... 31
5.7 Gasnetzinfrastruktur ... 31
5.8 Wasserstoffinfrastruktur ... 32
5.9 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch ... 32
5.10 Industrie und Gewerbe ... 35
5.11 Datenerhebung Privathaushalte ... 35
5.12 Einteilung in finale Quartiere ... 37
5.13 Zwischenergebnisse Bestandsanalyse ... 38
5.13.1 Endenergieverbrauch für und Treibhausgasemissionen durch die Wärmeerzeugung ... 38

5.13.2 Anteil Erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme an der Wärmeerzeugung 42
5.13.3 Anteil leitungsgebundener Wärme an der Wärmeerzeugung 42
5.13.4 Struktur der dezentralen Wärmeerzeuger 43
5.13.5 Wärmeliniendichtenverteilung in den Quartieren 43
6 Potenzialanalyse 45
6.1 Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen 46
6.2 Potenzial aus Erneuerbaren Energien 47
6.2.1 Solarthermie 47
6.2.2 Umweltwärme 47
6.2.2.1 Umgebungsluft 48
6.2.2.2 Oberflächennahe Geothermie 49
6.2.2.3 Grundwasser 51
6.2.2.4 Fluss- und Seewasser 53
6.2.2.5 Tiefe Geothermie 57
6.2.3 Biomasse 59
6.2.3.1 Feste Biomasse 59
6.2.3.2 Gasförmige Biomasse 63
6.2.4 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 64
6.2.4.1 PV-Aufdachanlagen 65
6.2.4.2 PV-Freiflächenanlagen 66
6.2.4.3 Windkraftanlagen 66
6.2.4.4 Wasserkraft 67

6.3 Abwärme ... 67
6.3.1 Industrielle Abwärme ... 67
6.3.2 Abwasserkanäle ... 68
6.3.3 Kläranlagen ... 69
6.4 Wasserstoff und grünes Gasnetz ... 70
6.5 Zusammenfassung Potenzialanalyse ... 71
7 Zielszenario ... 74
7.1 Erstellung Zielszenario ... 75
7.1.1 Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien ... 75
7.1.2 Dimensionierung der Technologien ... 76
7.1.3 Kostenprognose ... 78
7.2 Zielszenario 2045 ... 78
7.2.1 Voraussetzungen und Annahmen ... 79
7.2.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ... 79
7.2.3 Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ... 82
7.2.4 Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr ... 83
7.2.5 Optionen für die künftige Wärmeversorgung ... 85
7.2.5.1 Fokusgebiet 1: Altort südlich der Altmühl ... 87
7.2.5.2 Fokusgebiet 2: Solnhofen Zentrum ... 90
7.2.6 Energiebilanz im Zielszenario ... 93
7.2.7 Treibhausgasbilanz im Zielszenario ... 96
7.3 Beispielhafter Quartierssteckbrief ... 98
8 Wärmewendestrategie ... 100
8.1 Maßnahmen und Umsetzungsstrategie ... 101

8.1.1 Beispielhafter Maßnahmensteckbrief 102

8.1.2 Priorisierte nächste Schritte 104

8.1.3 Betreibermodelle und Beteiligungsmodelle eines Wärmenetzes 105

8.2 Verstetigungsstrategie 105

8.2.1 Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in der Kommune 106

8.2.2 Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses mit Hilfe eines Wärmebeirats bzw. einer Steuerungsgruppe 107

8.2.3 Controlling-Konzept 108

8.2.4 Kommunikationsstrategie 112

9 Zusammenfassung und Ausblick 115

10 Literaturverzeichnis 117

ANHANG 125

A. Anhang 1: Fragebogen zur Datenerhebung bei Privathaushalten 125

B. Anhang 2: Quartierssteckbriefe 126

C. Anhang 3: Maßnahmensteckbriefe 140

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: beplantes Gebiet der Kommune Solnhofen mit allen Ortsteilen [8] 2

Abbildung 2: Ablauf einer Wärmeplanung nach § 13 WPG 5

Abbildung 3: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude [13] 11

Abbildung 4: Trinkwasserschutzgebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 17

Abbildung 5: FFH-Gebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 18

Abbildung 6: Landschaftsschutzgebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 19

Abbildung 7: Naturparke in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 20

Abbildung 8: Biotope auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 21

Abbildung 9: Vogelschutzgebiete auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 22

Abbildung 10: Bodendenkmäler in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 23

Abbildung 11: Baudenkmäler in der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 24

Abbildung 12: Festgesetzte Überschwemmungsgebiete auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21] 25

Abbildung 13: Einteilung des Gemeindegebiets Solnhofen in vorläufige Quartiere [8] 27

Abbildung 14: vorläufige Quartiere nach durchschnittlichem Gebäudebaujahr [8] [30] 28

Abbildung 15: vorläufige Quartiere nach überwiegendem Gebäudetyp [8] [30] 29

Abbildung 16: Übersicht dezentrale Wärmeerzeuger nach eingesetztem Energieträger 30

Abbildung 17: vorläufige Quartiere nach Wärmedichte in MWh/ha [8] 34

Abbildung 18: Heatmap Gemeinde Solnhofen in Abhängigkeit des Wärmebedarfs [8] 35

Abbildung 19: Anschlussinteresse an Wärmenetz aus Fragebogen Privathaushalte 36

Abbildung 20: Einteilung des Gemeindegebiets in finale Quartiere [8] 37

Abbildung 21: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger im IST-Zustand (inkl. Prozesswärme) 38

Abbildung 22: Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im IST-Zustand (inkl. Prozesswärme) 39

Abbildung 23: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger im IST-Zustand (exkl. Prozesswärme) 40

Abbildung 24: Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im IST-Zustand (exkl. Prozesswärme) 40

Abbildung 25: Aufteilung Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren 41

Abbildung 26: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtendenergiebedarf für Wärme 42

Abbildung 27: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtwärmeverbrauch 43

Abbildung 28: Schema des Begriffs „Potenzial“ aus energetischer Sicht 45

Abbildung 29: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmekollektoren [8] [20] 50

Abbildung 30: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmesonden [8] [20] 51

Abbildung 31: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen [8] [20] 52

Abbildung 32: geografische Lage Messstelle Treuchtlingen (Altmühl) [39] 54

Abbildung 33: Abfluss Altmühl Messstelle Treuchtlingen 2019 - 2023 [40] 54

Abbildung 34: geografische Lage Messstelle Eichstätt (Altmühl) [41] 55

Abbildung 35: Abfluss Altmühl Messstelle Eichstätt 2019 - 2023 [42] 56

Abbildung 36: JDL Wassertemperatur Altmühl Messstelle Eichstätt 2021 [43] 57

Abbildung 37: Temperaturverteilung in 750 m unter Gelände [20] 58

Abbildung 38: Endenergiepotenziale fester Biomasse (exkl. Prozesswärme) 60

Abbildung 39: Endenergiepotenziale fester Biomasse (inkl. Prozesswärme) 61

Abbildung 40: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Solnhofen [4], [30] 61

Abbildung 41: Endenergiepotenziale gasförmiger Biomasse (exkl. Prozesswärme) 64

Abbildung 42: Endenergiepotenziale fester Biomasse (inkl. Prozesswärme) 64

Abbildung 43: Aufteilung Potenzial PV-Aufdachanlagen nach Nutzungsart [36] 65

Abbildung 44: Abwassernetz in der Gemeinde Solnhofen [8] 68

Abbildung 45: Abwassernetz in der Gemeinde Solnhofen mit DN ≥ 800 mm [8] 69

Abbildung 46: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030 [8] 80

Abbildung 47: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030 [8] 81

Abbildung 48: beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial [8] 82

Abbildung 49: Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete [4] 84

Abbildung 50: Lastprofil Wärmeverbrauch Altort südl. der Altmühl inkl. Netzverluste 87

Abbildung 51: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Hackschnitzel 87

Abbildung 52: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Flusswasser-WP und Hackschnitzel 88

Abbildung 53: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Luft-/Wasser-WP und Hackschnitzel 88

Abbildung 54: Vergleich Variantenauslegungen Altort südlich der Altmühl 89

Abbildung 55: Variantenvergleich JGK und WGK Altort südlich der Altmühl 89

Abbildung 56: Lastprofil Wärmeverbrauch Solnhofen Zentrum inkl. Netzverluste 90

Abbildung 57: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Hackschnitzel 90

Abbildung 58: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Flusswasser-WP und Hackschnitzel 91

Abbildung 59: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Luft-/Wasser-WP und Hackschnitzel 91

Abbildung 60: Vergleich Variantenauslegungen Solnhofen Zentrum 92

Abbildung 61: Variantenvergleich JGK und WGK Solnhofen Zentrum 92

Abbildung 62: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträgern in Stützjahren Zieljahr (inkl. Prozesswärme) 93

Abbildung 63: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträgern in Stützjahren im Zieljahr (exkl. Prozesswärme) 94

Abbildung 64: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme in den Stützjahren und im Zieljahr (inkl. Prozesswärme) 95

Abbildung 65: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme in den Stützjahren und im Zieljahr (exkl. Prozesswärme) 95

Abbildung 66: Leitungsgebundene Wärme nach Energieträgern in den Stützjahren und im Zieljahr 96

Abbildung 67: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in Stützjahren und im Zieljahr (inkl. Prozesswärme) 97

Abbildung 68: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in Stützjahren und im Zieljahr (exkl. Prozesswärme) 97

Abbildung 69: Quartierssteckbrief Altort links der Altmühl 99

Abbildung 70: Beispielhafte Schritte nach Erstellung des Wärmeplans 100

Abbildung 71: beispielhafte Umsetzung einer Maßnahme der Wärmeplanung [16] 105

Abbildung 72: Beispiel für Wärme-Dashboard im Rahmen der Controllings-Strategie 111

Abbildung 73: Datenerhebungsbogen Privathaushalte 125

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: farbliche Kennzeichnung der verschiedenen Wärmeliniendichten 15

Tabelle 2: Einteilung der Quartiere in unterschiedliche Wärmeliniendichteklassen 44

Tabelle 3: Übersicht der EE- und Abwärmepotenziale 71

Tabelle 4: Unterscheidung Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG [5] 74

Tabelle 5: Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete gemäß §3 WPG [5] 79

Tabelle 6: Einteilung der Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr [5] 83

Tabelle 7: Beispielhafter Maßnahmensteckbrief für dezentrale Wärmeversorgungsgebiete 103

NOMENKLATUR

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

GKD	Gewässerkundlicher Dienst Bayern
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunde
h	Stunde
ha	Hektar
HZO	Programm zur Heizungsoptimierung
JDL	Jahresdauerlinie
JGK	Jahresgesamtkosten
JSM	Jahresschmutzwassermenge
K	Kelvin
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KRL	Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz (Kommunalrichtlinie)
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m²a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)
kW_p	Kilowatt Peak
kWP	kommunale Wärmeplanung
l	Liter
LfStat	Bayerisches Landesamt für Statistik
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LoD2	Level of Detail 2
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
m	Meter
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter

MAP	Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Wärmemarkt
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MW_p	Megawatt Peak
MWh/ha	Megawattstunde pro Hektar
NWG	Nichtwohngebäude
OT	Ortsteil
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive (RED) bzw. Erneuerbare-Energien-Richtlinie
s	Sekunde
t	Tonne
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
th.	thermisch
THG	Treibhausgas
Trm	Trassenmeter (bezogen auf Wärmetrasse)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WBD	Wärmebelegungsdichte
WG	Wohngebäude
WGK	Wärmegestehungskosten
Wh	Wattstunde
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)
WP	Wärmepumpe
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz)
WWA	Wasserwirtschaftsamt

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

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

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

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

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

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

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

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

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

Niedertemperaturnetz: Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen von maximal 70 °C

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

Primärenergie: Die Energie, die vor jeglicher Umwandlung und Übertragung in einem Energieträger natürlich vorkommt, z.B. Erdgas, Erdöl, Kohle

Quartier: ein beplantes Teilgebiet mit zusammengefassten Straßenzügen

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

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

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

Wärmeliniendichte: das Verhältnis aus dem jährlichen Wärmeabsatz eines Leitungsabschnitts eines Wärmenetzes zu der Länge des entsprechenden Leitungsabschnitts [kWh/(m*a)].

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

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

1 Einleitung

Bis zum Jahr 2045 soll die Wärmeversorgung in Deutschland klimaneutral erfolgen – in Bayern bereits bis zum Jahr 2040. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Wärmesektor lag im Jahr 2023 bei 17,7 % [6]. Im Vergleich zum Stromsektor, bei dem sich der EE-Anteil auf 52,5 % [6] belief, besteht in der Wärmeversorgung diesbezüglich großes Ausbaupotenzial.

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

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

Der hier vorliegende Wärmeplan wurde für die Gemeinde Solnhofen gemeinsam mit der Gemeinde Solnhofen, in enger Zusammenarbeit mit relevanten lokalen und regionalen Akteuren sowie dem Institut für Energietechnik IfE GmbH im Zeitraum von November 2023 bis März 2025 erarbeitet.

1.1 Die Gemeinde Solnhofen

Die Gemeinde Solnhofen liegt zentral in Bayern im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen im Regierungsbezirk Mittelfranken. Neben dem Kernort Solnhofen zählen zwei weitere amtliche Ortsteile zur Kommune [7], welche im Rahmen der Wärmeplanung mitbetrachtet werden. Zum Stand 30. September 2024 hatte Solnhofen 1.707 Einwohner [7].

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

Abbildung 1: beplantes Gebiet der Kommune Solnhofen mit allen Ortsteilen [8]

1.2 Erwartungshaltung an Kommunale Wärmepläne

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

Zusammenfassend leistet die Wärmeplanung für die Gemeinde Solnhofen folgendes:

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

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

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

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

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

2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze* (kurz *Wärmeplanungsgesetz* oder *WPG*) ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten. Damit haben zunächst alle Bundesländer auf ihrem Hoheitsgebiet sicherzustellen, dass in ihren Kommunen Wärmepläne fristgerecht erstellt werden [5]. Für Solnhofen bedeutet dies mit gut 1.700 Einwohnern, dass der Wärmeplan bis spätestens 30. Juni 2028 erstellt sein muss.

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

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

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

Abbildung 2: Ablauf einer Wärmeplanung nach § 13 WPG

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

2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

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

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

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

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

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

[2] Übergangsfristen, auch in Härtefällen, regelt das GEG.

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

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

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

2.3 Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)

Die *Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften* (kurz *AVEn*) konkretisiert neben dem GEG auch die Umsetzung des WPG auf Landesebene. Sie beinhaltet u.a. Informationen zu Zuständigkeiten und Anzeige des Wärmeplans [9]. Die erweiterte AVEn, die auch die Regelungen zum WPG enthält, trat am 02.01.2025 in Kraft. Zu diesem Zeitpunkt war die Erstellung des Wärmeplans für die Gemeinde Solnhofen bereits weit fortgeschritten. Das Inkrafttreten der AVEn hat keinerlei Auswirkungen auf die Inhalte dieses Wärmeplans.

3 Förderkulisse

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

3.1 Kommunalrichtlinie (KRL)

Bis Ende 2023 wurde die Erstellung kommunaler Wärmepläne durch fachkundige externe Dienstleister im Rahmen der *Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld* (auch bekannt als *Kommunalrichtlinie* (kurz *KRL*)) gefördert[3]. Förderfähige Maßnahmen waren dabei der Aufwand für die Planerstellung, für die Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung sowie für die begleitende Öffentlichkeitsarbeit. Nach KRL-geförderte Wärmepläne haben dabei folgende Arbeitspakete zu behandeln [10]:

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

[3] Die Antragstellung war bis 31. Dezember 2023 möglich.

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

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

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

3.2 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Im September 2022 wurde vom *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle* (BAFA) mit der *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze* (BEW) das bisher umfangreichste Förderprogramm für leitungsgebundene Wärmeversorgung eingeführt [11]. Ziel ist es, durch Investitionsanreize in die Einbindung von EE und Abwärme in Wärmenetze Treibhausgasemissionen zu mindern und einen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele im Bereich der Energie- und Wärmeversorgung zu leisten. Die Förderung soll die Wirtschaftlichkeit und preisliche Wettbewerbsfähigkeit von Wärmenetzen auf Basis EE und Abwärme gegenüber fossil betriebenen Wärmenetzen erhöhen. Das Förderprogramm zielt darauf ab, im Jahr 2030 die jährlichen Treibhausgasemissionen um etwa 4 Millionen Tonnen zu reduzieren, indem bis dahin jährlich bis zu 681 MW an Wärmeerzeugerleistung auf Basis von EE und Abwärme subventioniert werden [11]. Dabei ist nicht nur eine investive Förderung von Wärmenetzen, sondern auch

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

Aus Sicht der Wärmeplanung ist dieses Förderprogramm deshalb interessant, da es inhaltlich an die Ergebnisse der Wärmeplanung anknüpft. Für den Fall, dass in einem Wärmeplan Wärmenetzeignungsgebiete identifiziert werden, bietet die BEW vier große, z.T. nochmals unterteilte Module an, die größtenteils aufeinander aufbauen. Von der Erstellung einer Machbarkeitsstudie bzw. eines Transformationsplan[4] über die systemische Förderung investiver Maßnahmen bis zur Betriebskostenförderung steht für Wärmenetze ein umfassendes Förderprogramm zur Verfügung, das Planung, Bau und Betrieb eines Wärmenetzes umfasst.

3.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Das Förderprogramm *Bundesförderung für effiziente Gebäude* (kurz *BEG*) ersetzt das CO_2-*Gebäudesanierungsprogramm* (*Energieeffizient Bauen und Sanieren*, kurz EBS-Programme), das *Programm zur Heizungsoptimierung* (kurz *HZO*), das *Anreizprogramm Energieeffizienz* (kurz *APEE*) und das *Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien am Wärmemarkt* (kurz *MAP*) und ist auf die drei Bereiche Wohngebäude (WG), Nichtwohngebäude (NWG) und Einzelmaßnahmen (EM) aufgeteilt [12]. Diese Unterteilung ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Förderprogramm ist zum 01. Januar 2024 in der neuesten Fassung in Kraft getreten.

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

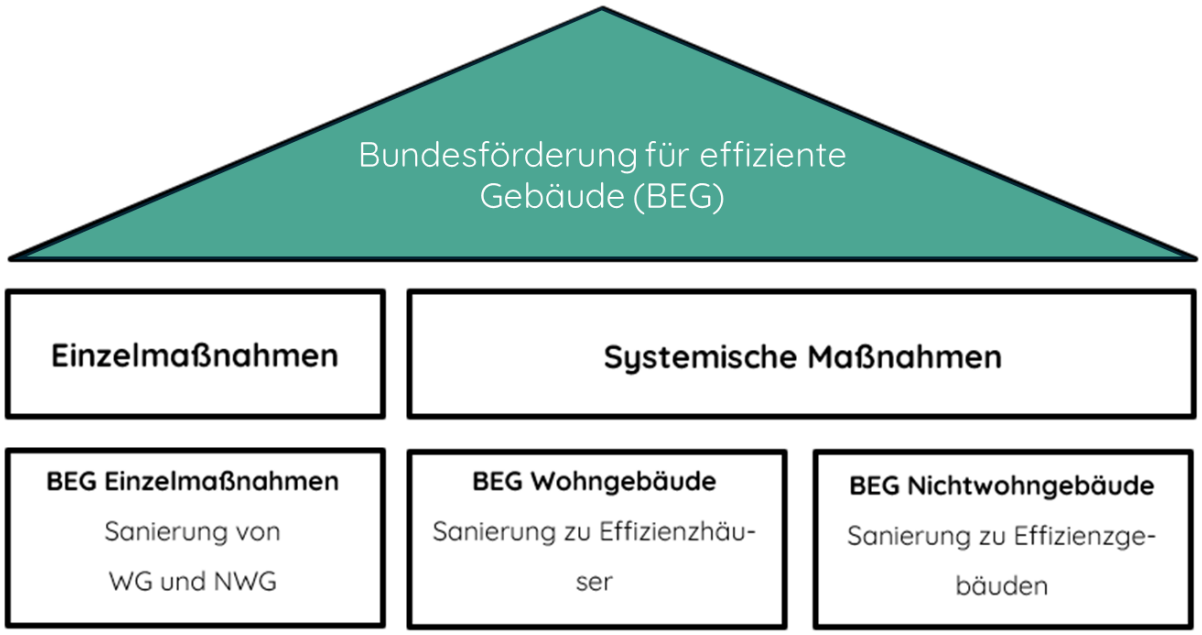


Abbildung 3: Überblick Bundesförderung für effiziente Gebäude [13]

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

Durch die *Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen* (kurz BEG EM) werden jedoch Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) sowie die Errichtung von Gebäudenetzen[5] bzw. der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz direkt als Einzelmaßnahme gefördert. Bei der Errichtung eines Gebäudenetzes ist das Netz selbst sowie sämtliche seiner Komponenten und notwendige Umfeldmaßnahmen förderfähig. So beträgt diese für die Errichtung eines Gebäudenetzes 30 %, wenn das Gebäudenetz einen Anteil von mindestens 65 % EE in der Wärmeerzeugung erreicht. Der Anschluss an ein Wärme- oder Gebäudenetz

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

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

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

3.4 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)

Über das *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung* (kurz *Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz* oder KWKG) können Wärmenetze und gewisse Umfeldmaßnahmen ebenfalls gefördert werden. Die Förderhöhe beträgt dabei bis zu 40 % der förderfähigen Kosten, vgl. § 19 KWKG [14]. Damit ein Wärmenetz über das KWKG gefördert werden kann, muss die Wärme zu verschiedenen Mindestanteilen aus EE, Abwärme oder KWK-Anlagen erzeugt werden, mindestens jedoch zu 50 %, vgl. § 18 Abs. (1) Satz 2 KWKG [14]. Im Gegensatz zu anderen Förderprogrammen ist bei einer Förderung nach KWKG die Maßnahme erst durchzuführen und im Nachhinein die Förderung zu beantragen, vgl. § 20 KWKG [14].

3.5 BioWärme Bayern

Das bayerische Förderprogramm *BioWärme Bayern* dient zur Förderung von Biomasseheizwerken in Kombination mit Wärmenetzen. Auch Solarthermieanlagen sowie Ab- und Umweltwärmequellen können mit eingebunden und gefördert werden. Die Förderhöhe ist dabei von der Anlagenkonstellation und der Art des Antragstellers abhängig. Generell werden 30 % der zuwendungsfähigen Kosten gefördert. Eine Erhöhung dieser um bis zu 25 Prozentpunkte ist je nach Anlagenkonstellation zusätzlich möglich. Es gilt allerdings eine Förderobergrenze für Energieerzeuger von maximal 350.000 €. Die Förderobergrenze für zugehörige Wärmenetze liegt bei 100.000 €. [15]

4 Eignungsprüfung

Bei der kWP Solnhofen handelt es sich um eine nach der KRL geförderte Wärmeplanung. Die KRL erfordert keine Eignungsprüfung, wie sie in § 14 WPG beschrieben ist. Aus diesem Grund wurde keine Eignungsprüfung des beplanten Gebietes in Solnhofen durchgeführt, sondern direkt mit der Bestandsanalyse begonnen.

5 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird untersucht, wie die Wärmeversorgung in Solnhofen aktuell erfolgt. Dazu werden der Gebäudebestand und die vorhandene Infrastruktur analysiert. Eine frühere Befragung der Gebäudeeigentümer zu Wärmeverbrauch, -erzeugung, energetischem Zustand der Gebäude und Anschlussinteresse an potenzielle Wärmenetze ergänzt dabei auf Basis statistischer Kennwerte berechnete Daten. Zusätzlich werden Schutzgebiete und Denkmäler aufgezeigt, die u.U. den Bau und Betrieb von Wärmenetzen erschweren können.

5.1 Wärmeliniendichte und Wärmebelegungsdichte

Als eines der wesentlichen Bewertungskriterien für die Wärmenetzeignung eines Straßenzuges bzw. eines gesamten Quartiers wird die sogenannte Wärmeliniendichte definiert. Sie ist auch unter dem Begriff Wärmebelegungsdichte (WBD) bekannt. Die Begriffe werden in diesem Bericht synonym füreinander verwendet.

Diese Größe gibt an, welche Wärmemenge pro Trassenmeter eines Wärmenetzes abgesetzt werden kann. Grundlage hierfür sind die in 5.4 definierten Initialquartiere, die die Kommune in kleinere Quartiere teilen, um ein differenzierteres Bild des beplanten Gebiets zu erhalten. Für die in einem Quartier vorhanden Straßenzüge wird jeweils die Wärmebelegungsdichte ermittelt, wobei dabei ein Zuschlag von jeweils 15 m pro Hausanschlussleitung mit inbegriffen ist.

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

Die eingeteilten Wärmeliniendichteklassen in der Einheit kWh/(Trm*a) sind in Tabelle 1 beschrieben:

Tabelle 1: farbliche Kennzeichnung der verschiedenen Wärmeliniendichten

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

Die Grenzwerte für die Ausweisung eines Gebietes werden zusammen mit der Kommune getroffen und sind die Grundlage für die weitere Bearbeitung. Je nach Energieangebot können regional unterschiedliche Grenzwerte innerhalb einer Kommune getroffen werden (z.B. bei unvermeidbarer Abwärme ein niedrigerer Wert). Aufgrund der Berücksichtigung von 15 m Leitungslänge je Hausanschluss, werden die Grenzwerte zur Einordnung entgegen dem *Leitfaden Wärmeplanung* des BMWK und BMWSB oft niedriger angesetzt: durch die erhöhte Trassenlange reduziert sich der Quotient zur Einordnung in die eingeteilten Klassen, weshalb der Grenzwert zur Bewertung entsprechend angepasst werden muss. Somit ergibt sich für die mögliche Wärmenetzausweisung unter Berücksichtigung der Hausanschlussleitungen ein Grenzwert von etwa 750 kWh/(Trm*a), abweichend von dem des Leitfadens, welcher 1.500 kWh/(m*a) [16] als Grenzwert heranzieht.

5.2 Schutzgebiete und Denkmäler

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

Auf der anderen Seite ist im Rahmen einer Schutzgüterabwägung zu beachten, dass zum einen Erneuerbare Energien nach §2 Satz 1 des *Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien* (kurz *Erneuerbare-Energien-Gesetz* oder EEG) bzw. nach Art. 2 Abs. 5 Satz 2 *Bayerisches Klimaschutzgesetz* (BayKlimaG) und zum anderen Anlagen zur Erzeugung oder zum Transport von Wärme nach §1 Abs. 3 GEG im überragenden öffentlichen Interesse liegen [17] [18] [2].

5.2.1 Trinkwasserschutzgebiete

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

Der *Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.* (DVGW) gibt an, dass die „Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten im konkreten Einzelfall zu dem Ergebnis kommen [kann], dass die mit einem Vorhaben verbundenen Risiken aufgrund der örtlichen Begebenheiten, der besonderen Ausführung oder des besonderen Betriebsreglements sicher beherrscht werden können und somit eine Befreiung von Verboten im Grundsatz möglich ist.“ [19]

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, gibt es auf dem kommunalen Gebiet der Gemeinde Solnhofen zwei Trinkwasserschutzgebiete [20].

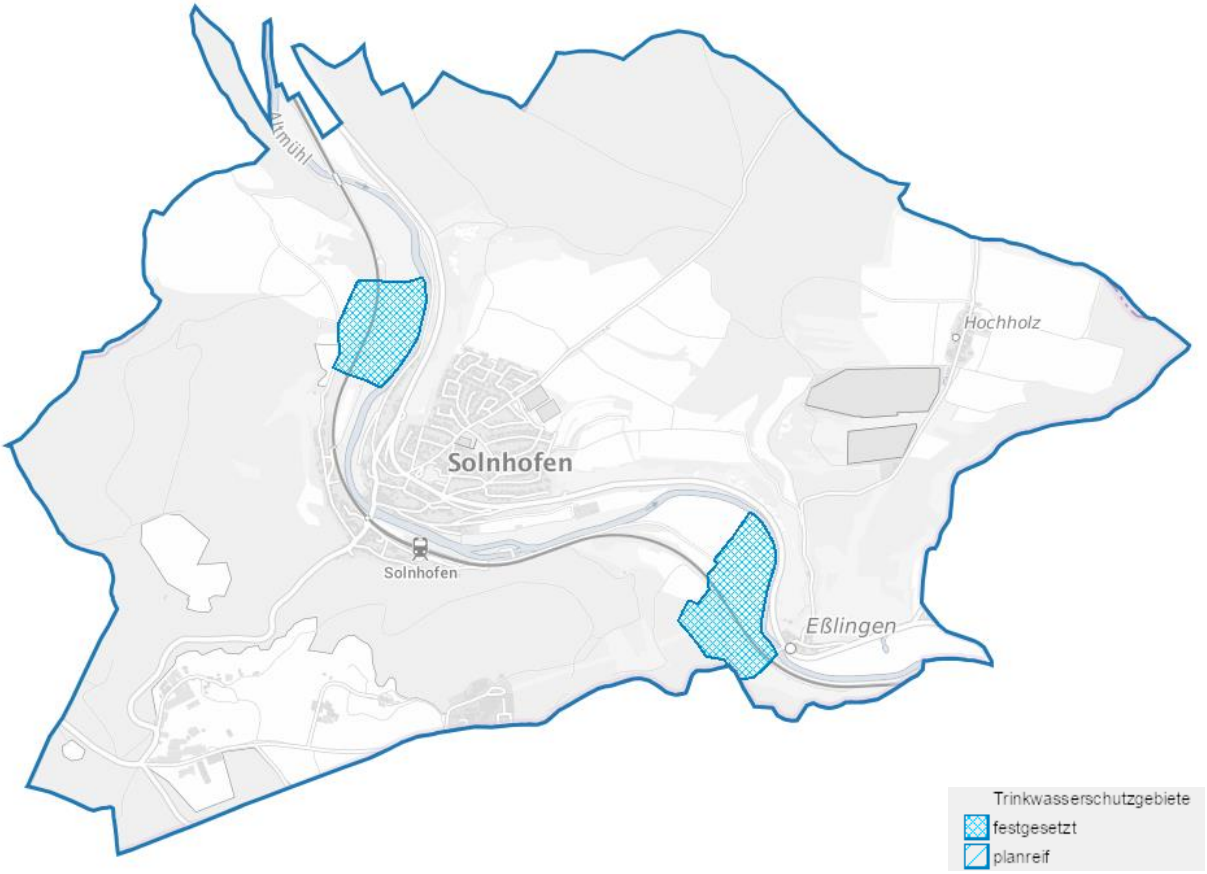


Abbildung 4: Trinkwasserschutzgebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

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

5.2.2 Biosphärenreservate

Auf dem kommunalen Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt es keine Biosphärenreservate [21].

5.2.3 Flora-Fauna-Habitat-Gebiete

Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) bilden zusammen mit den Europäischen Vogelschutzgebieten das Schutzgebiet-Netzwerk *Natura 2000* [22]. Die Umsetzung von Bauvorhaben ist in FFH-Gebieten erschwert. Nicht nur die Gebiete selbst stehen unter besonderem Schutz. Wird eine im FFH-Gebiet unter Schutz stehende Art durch Bauvorhaben oder anderes

menschliches Wirken auch außerhalb des Gebietsumrisses beeinträchtigt, ist eine Realisierung nahezu unmöglich. Anders als bei üblichen Kompensationsmaßnahmen muss im Falle einer Realisierung des beeinträchtigenden Vorhabens der Erfolg der Ausgleichsmaßnahme erwiesenermaßen erbracht und vor dem Eingriff in das Schutzgebiet wirksam sein. Für die kommunale Wärmeplanung bedeutet dies, dass FFH-Gebiete möglichst von Maßnahmen der Wärmewendestrategie freizuhalten sind. Nur wenn das geplante Vorhaben keine räumlichen Alternativen besitzt, kann bei entsprechender Kompensation eine Umsetzung genehmigungsfähig sein. In nachfolgender Abbildung 5 sind die FFH-Gebiete für das kommunale Gebiet der Gemeinde Solnhofen dargestellt.

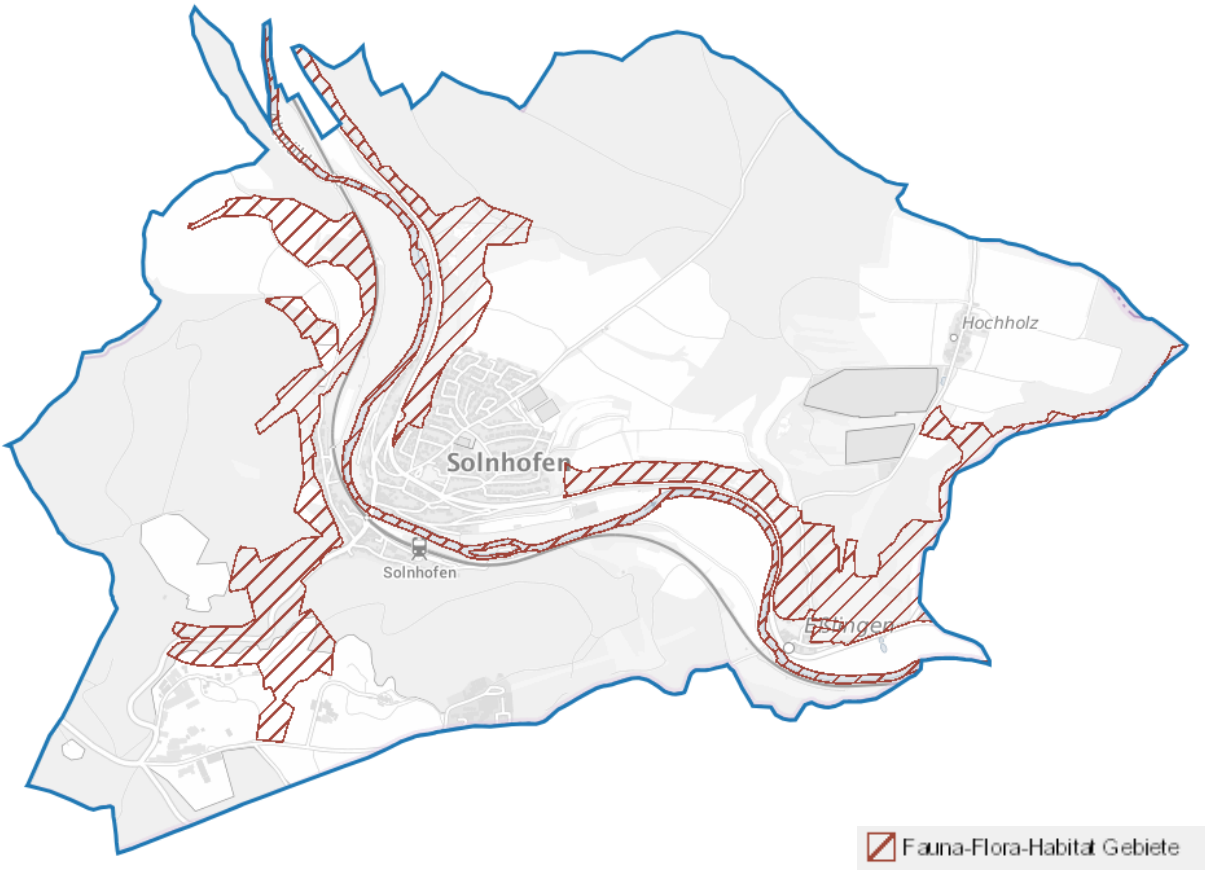


Abbildung 5: FFH-Gebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.4 Landschaftsschutzgebiete

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

großflächiger sind und damit geringere Nutzungsauflagen einhergehen, welche eher die Landschaftsbilderhaltung zum Ziel haben. [23]

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

In Abbildung 6 sind die Landschaftsschutzgebiete für das Gebiet der Gemeinde Solnhofen dargestellt.

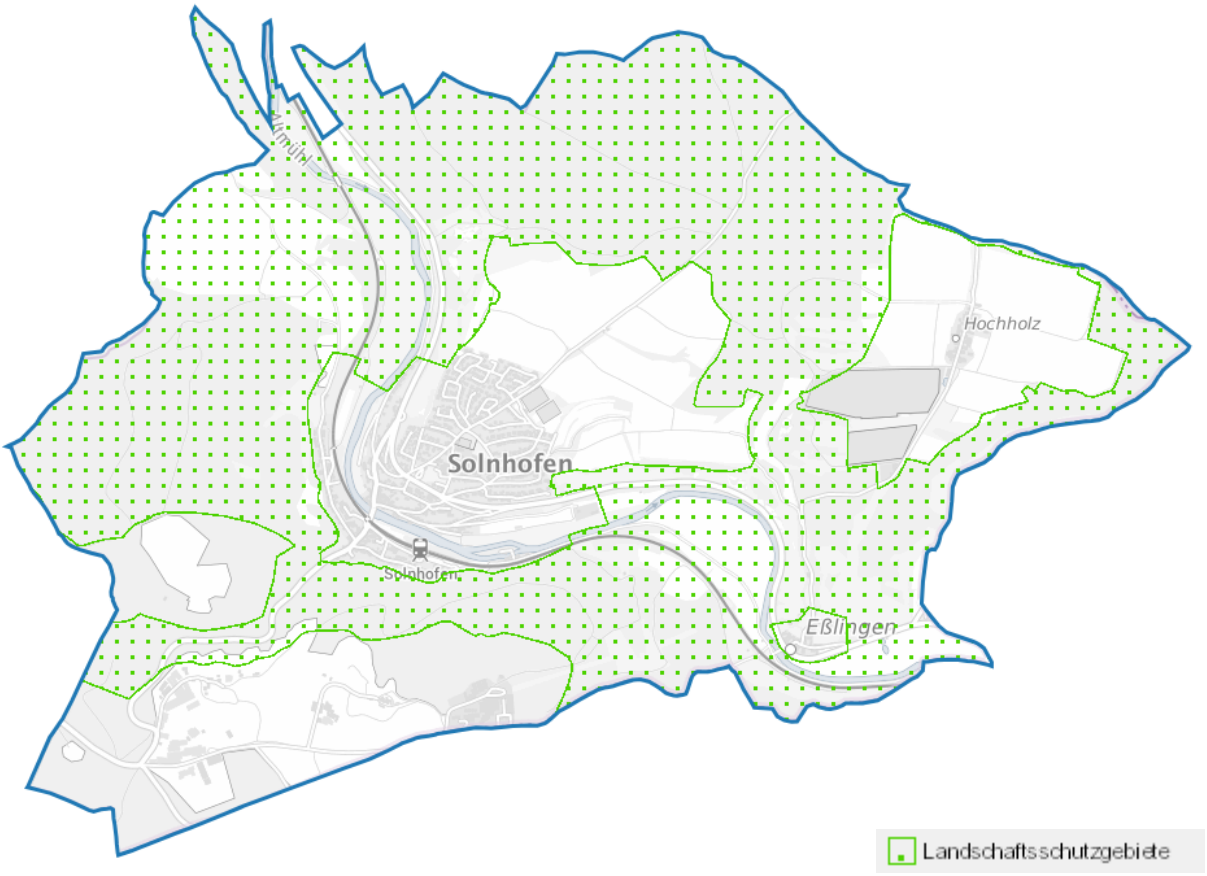


Abbildung 6: Landschaftsschutzgebiete in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.5 Nationalparke

Auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt es keine Nationalparke [21].

5.2.6 Naturparke

Naturparke sind nach dem *Bundesnaturschutzgesetz* (BNatSchG) einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete, die überwiegend aus Natur- oder Landschaftsschutzgebieten bestehen [24]. In den Natur- und Landschaftsschutzgebieten gelten die entsprechenden Schutzvorschriften und Einschränkungen. Außerhalb dieser Gebiete gelten innerhalb der Grenzen des Naturparks die Vorgaben aus der entsprechenden Naturparkordnung, die eine weitergehende Nutzung in der Regel nicht strikt ausschließt. Hierbei können Vorgaben zur Risikominimierung oder zur Schaffung von Ausgleichsflächen etc. existieren. In nachfolgender Abbildung 7 ist zu erkennen, dass das komplette Gebiet der Gemeinde Solnhofen im Naturpark *Altmühltal* liegt.

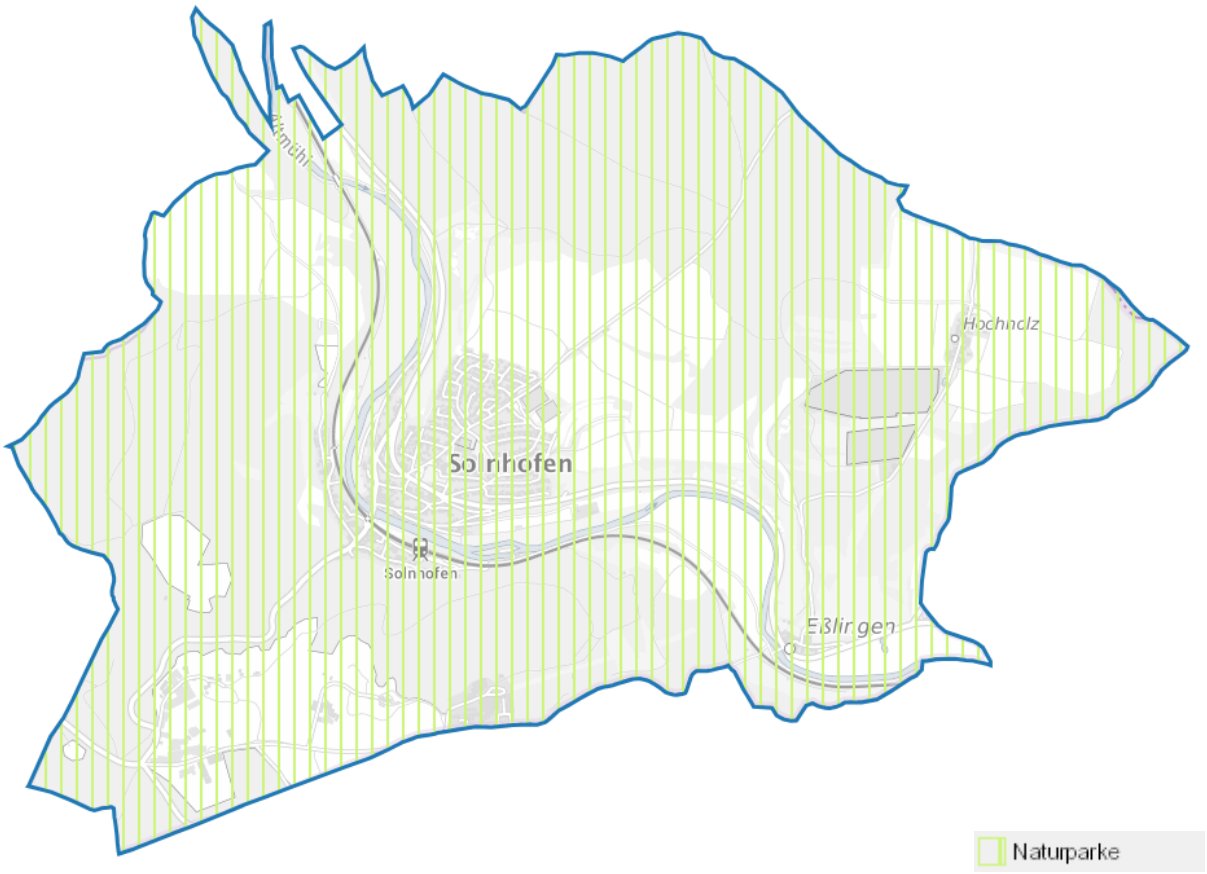


Abbildung 7: Naturparke in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.7 Biotope

Gesetzlich geschützte Biotope unterliegen dem Schutz des *Gesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege* (BNatSchG) (vgl. § 30 Abs. (5) und (6) BNatSchG) und genießen dabei eine gleichwertige Schutzqualität wie Naturschutzgebiete [25]. Im Zuge dessen ist die Beeinträchtigung dieses Schutzgebiets unzulässig, vgl. §23 BNatschG [26], und entsprechende Einschränkungen bei der Umsetzung von Wärmewendemaßnahmen sind zu berücksichtigen. Für die Wärmeplanung sind diese Gebietsumgriffe daher zunächst auszuschließen. Im Einzelfall kann eine Maßnahme unter Umständen trotz des Schutzbedürfnisses genehmigungsfähig sein, daher ist dies bei fehlenden Alternativen zu beachten. In nachfolgender Abbildung 8 sind die Biotope für das Gebiet der Gemeinde Solnhofen dargestellt.

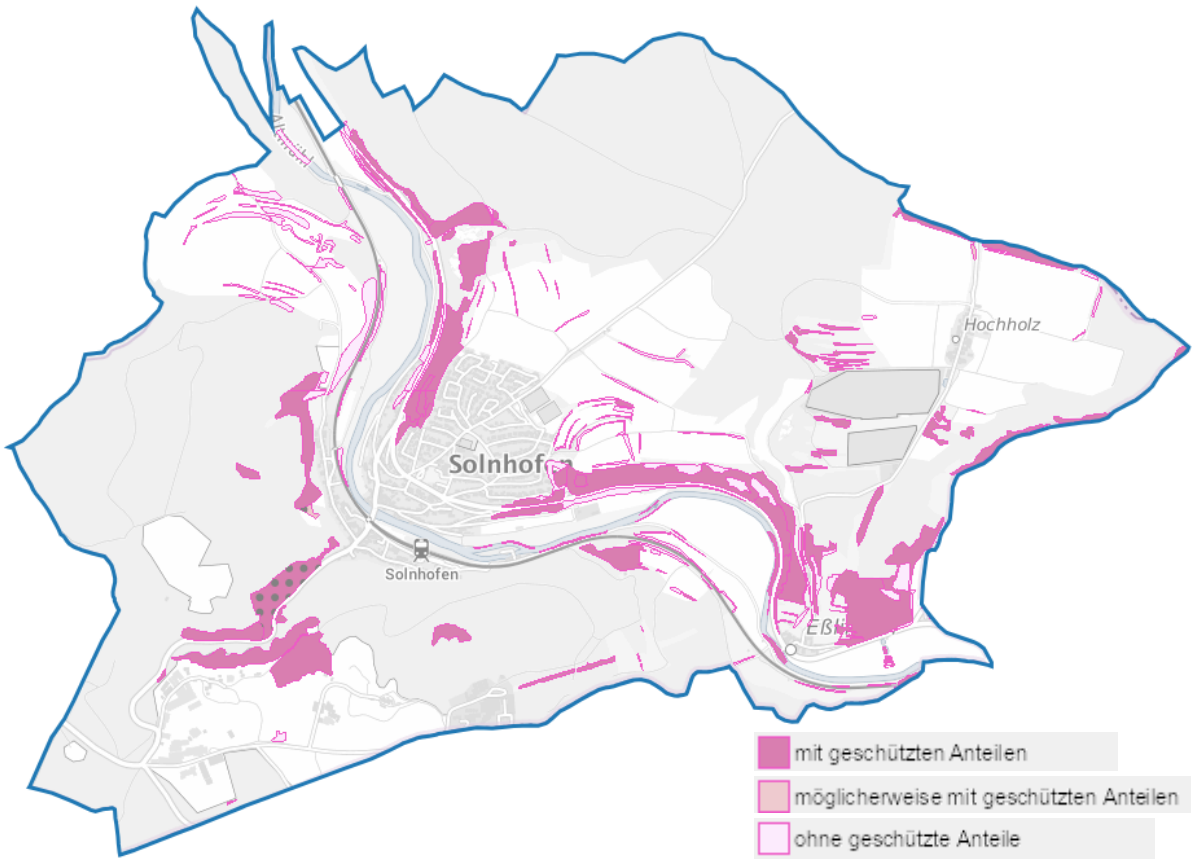


Abbildung 8: Biotope auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.8 Vogelschutzgebiete

Vogelschutzgebiete bilden zusammen mit den FFH-Gebieten das Schutzgebiet-Netzwerk *Natura 2000* [22]. Die Umsetzung von Bauvorhaben ist in Vogelschutzgebieten erschwert.

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, vgl. § 34 Abs. 3 BNatSchG [26]. Abbildung 9 zeigt die Vogelschutzgebiete in der Gemeinde Solnhofen.

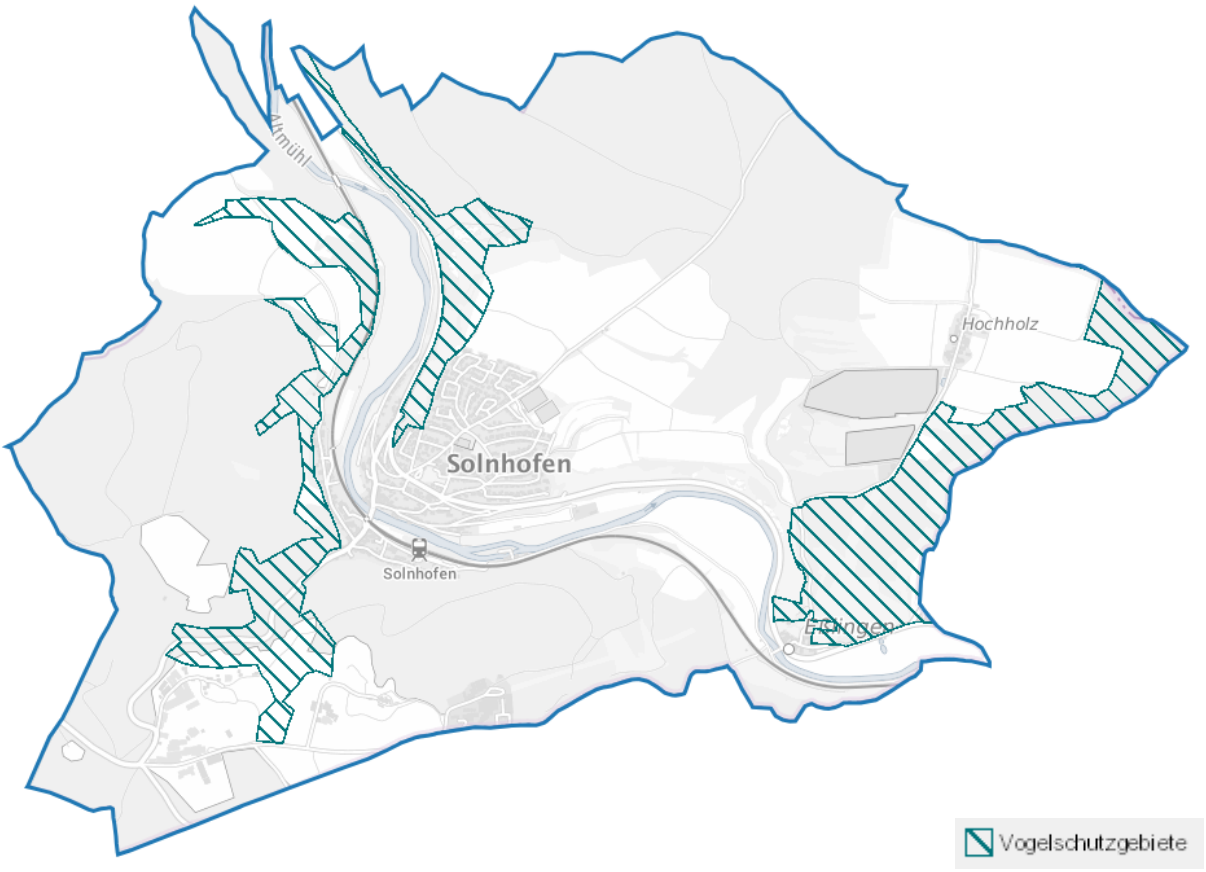


Abbildung 9: Vogelschutzgebiete auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.9 Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete

Auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt es keine vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiete [21].

5.2.10 Bodendenkmäler

Bodendenkmäler können großflächig und weiträumig verstreut vorliegen. Sie sind bereits früh während der kommunalen Wärmeplanung aufgrund der von ihnen ausgehenden Projektrisiken zu berücksichtigen. Teilweise können Fundorte von archäologischen Gegenständen massive Verzögerungen im Bauablauf verursachen, weshalb die betroffenen Bereiche im Rahmen der Wärmeplanung möglichst unberücksichtigt bleiben sollten. Nur im Falle fehlender Alternativen ist die Planung der als Bodendenkmal belegten Gebiete zu erwägen. Es ist daher von großer Bedeutung, über die genaue Verortung der Bodendenkmäler Kenntnis zu besitzen, bevor die Planungen zur Wärmewendestrategie beginnen. Der wichtigste Anhaltspunkt ist hierfür der *Bayerische Denkmal-Atlas*. In nachfolgender Abbildung 10 sind die Bodendenkmäler für das Gebiet der Gemeinde Solnhofen dargestellt.

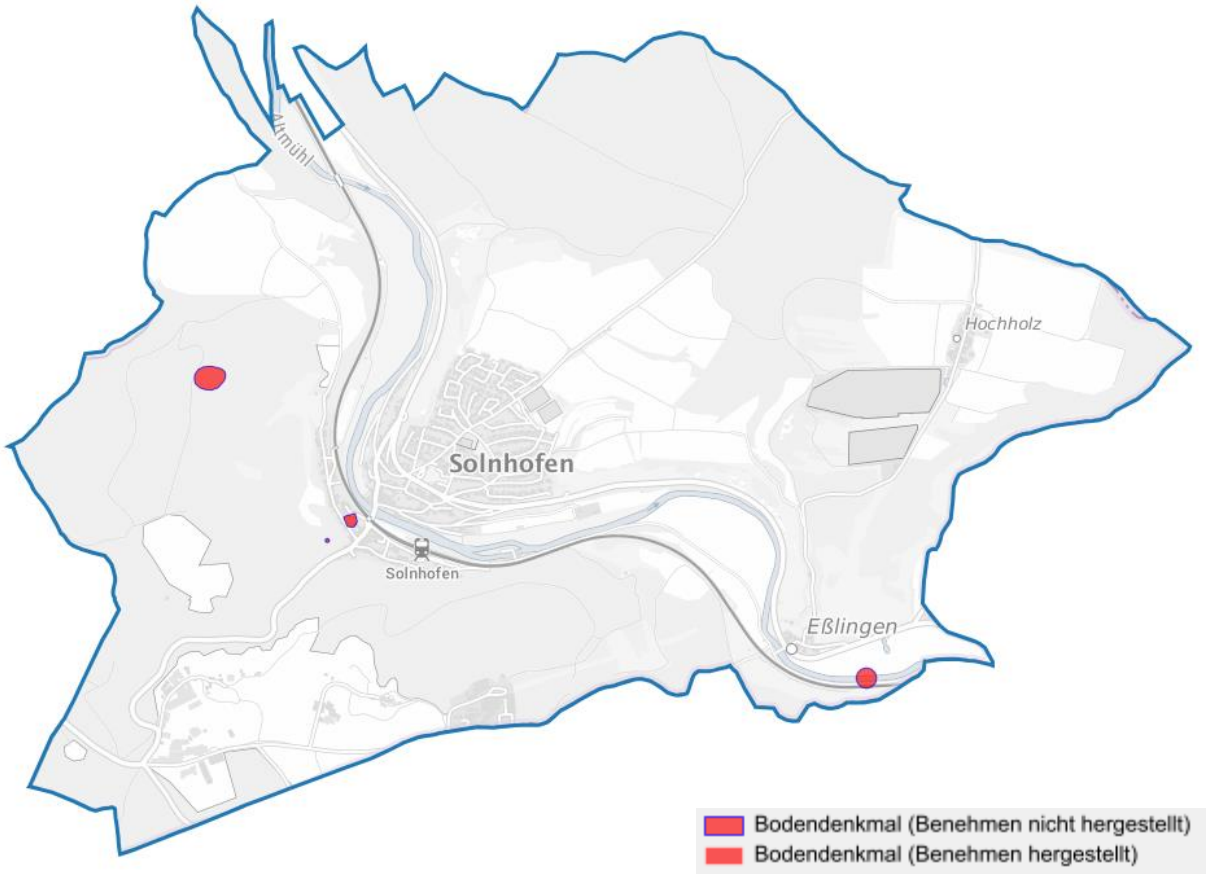


Abbildung 10: Bodendenkmäler in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.11 Baudenkmäler

Auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt es 32 Baudenkmäler [27], die aber aufgrund ihres Umfangs nicht einzeln aufgeführt werden. Der wichtigste Anhaltspunkt ist auch hierfür der *Bayerische Denkmal-Atlas* und die *Bayerische Denkmalliste*. Baudenkmäler, v.a. wenn es sich dabei um beheizte Gebäude handelt, können u.U. aufgrund des Denkmalschutzes geringe Energieeinsparpotenziale haben, was wiederum Einfluss auf die Wärmebedarfsentwicklung der gesamten Kommune Einfluss haben kann. Da es sich aber in der Gemeinde Solnhofen um vergleichsweise wenige Gebäude handelt, wird deren tatsächlicher Einfluss darauf als vernachlässigbar eingeschätzt. Die Bodendenkmäler in der Gemeinde Solnhofen sind in Abbildung 11 dargestellt.

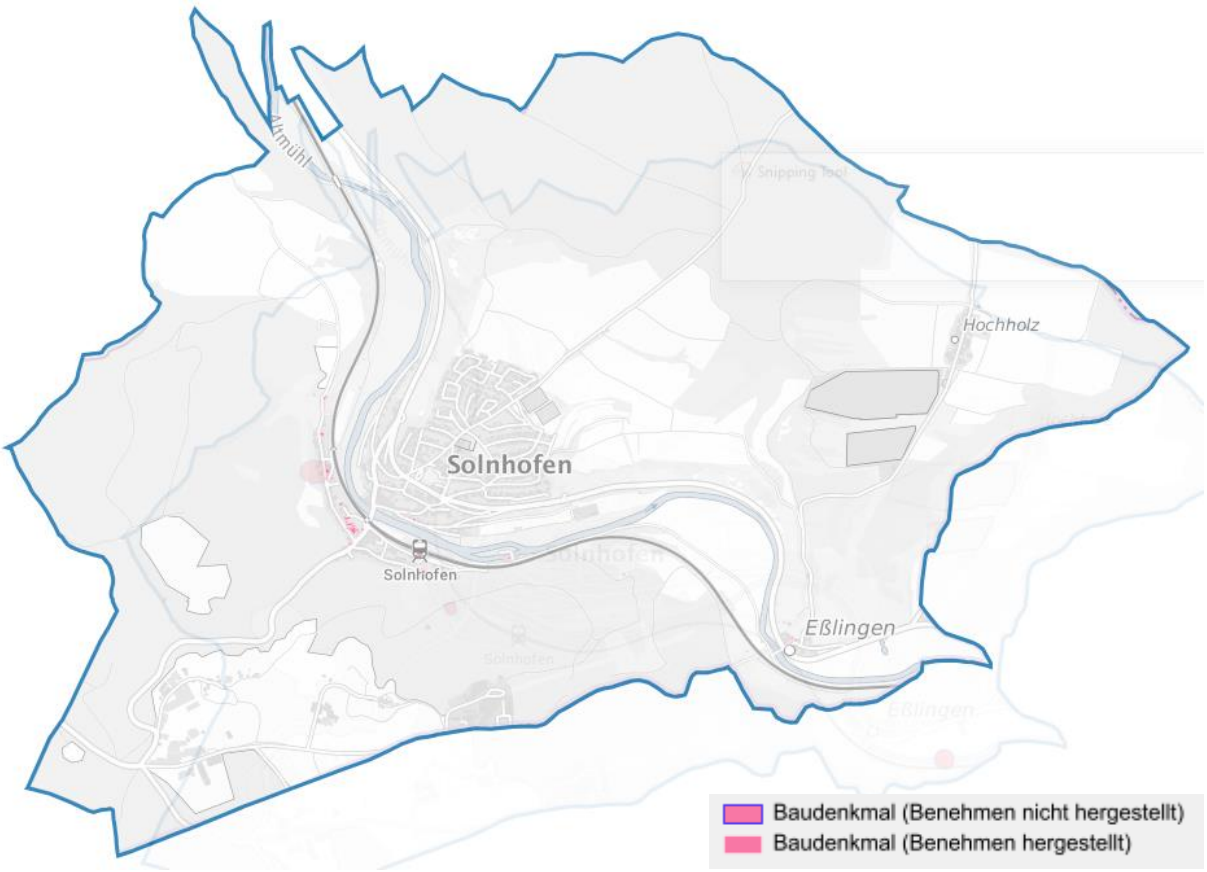


Abbildung 11: Baudenkmäler in der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.2.12 Heilquellenschutzgebiete

Auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt es keine Heilquellenschutzgebiete [21].

5.2.13 Festgesetzte Überschwemmungsgebiete

Da Grundwasser- aber vor allem auch Flusswasserwärmepumpen aufgrund der Art der Wärmequelle häufig in Überschwemmungsgebieten liegen können, werden Überschwemmungsgebiete in der Wärmeplanung gesondert betrachtet. Einerseits können solche Gebiete großflächige Ausdehnungen haben, weswegen die Gebiete nicht von Beginn an ausgeschlossen werden sollten. Andererseits ist zu beachten, dass die Versorgungssicherheit in Hochwasserperioden durch die Errichtung von Anlagen der Wärmeversorgung in Überschwemmungsgebieten gefährdet werden kann. Sowohl die Finanzierung als auch die Versicherbarkeit der Anlagen stellt in hier 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 [28]. In nachfolgender Abbildung 12 zeigt die festgesetzten Überschwemmungsgebiete in der Gemeinde Solnhofen.

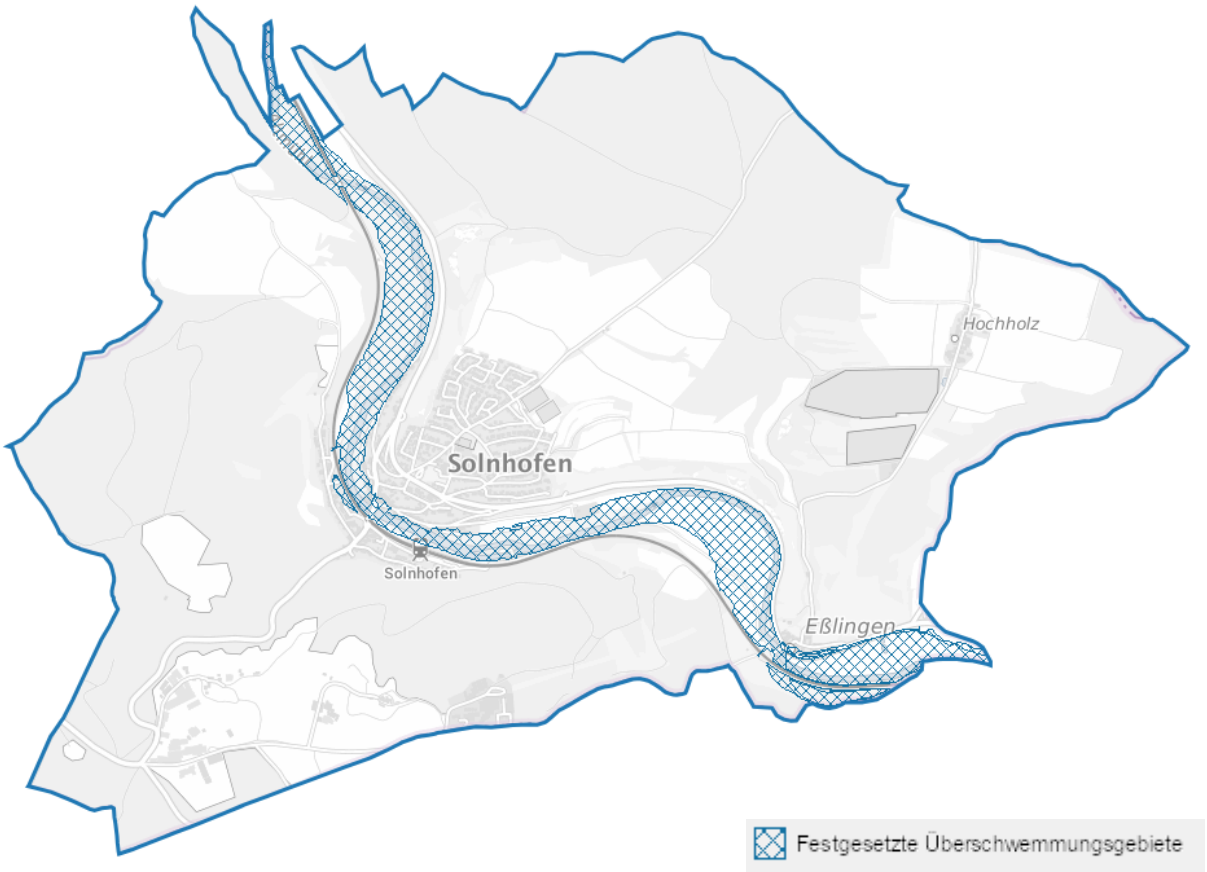


Abbildung 12: Festgesetzte Überschwemmungsgebiete auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen [8] [21]

5.3 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand stellt die maßgebliche Datenquelle während der Bestandsanalyse dar. Im Betrachtungsgebiet ist der Gebäudebestand im Wesentlichen ländlich (Ortsteile) und wohnbaulich geprägt. Nach dem amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®) befinden sich zum 31.12.2023 insgesamt rund 2.030 Gebäude im Gebiet der Gemeinde Solnhofen, davon sind 648 Wohngebäude [29] (Anteil entspricht ca. 32 %).

Das Gebiet der Gemeinde Solnhofen umfasst neben dem Hauptort Solnhofen selbst auch die folgenden beiden amtlichen Orts- bzw. Gemeindeteile [7]:

- Hochholz
- Eßlingen

5.4 Einteilung in vorläufige Quartiere

Als ein wesentlicher Schritt der Wärmeplanung erfolgt zu Beginn eine Einteilung des betrachteten Gebiets der Gemeinde Solnhofen in vorläufige Quartiere. Dadurch wird die Bewertung eines zusammenhängenden Gebiets auf Basis verschiedener Kriterien und erhobener Daten ermöglicht. Die Einteilung (vgl. Abbildung 13) erfolgte in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Solnhofen als planungsverantwortliche Stelle, wobei sich an Bebauungsplänen, ähnlichen Bebauungsstrukturen, Baujahren und sonstigen Gegebenheiten orientiert wurde.

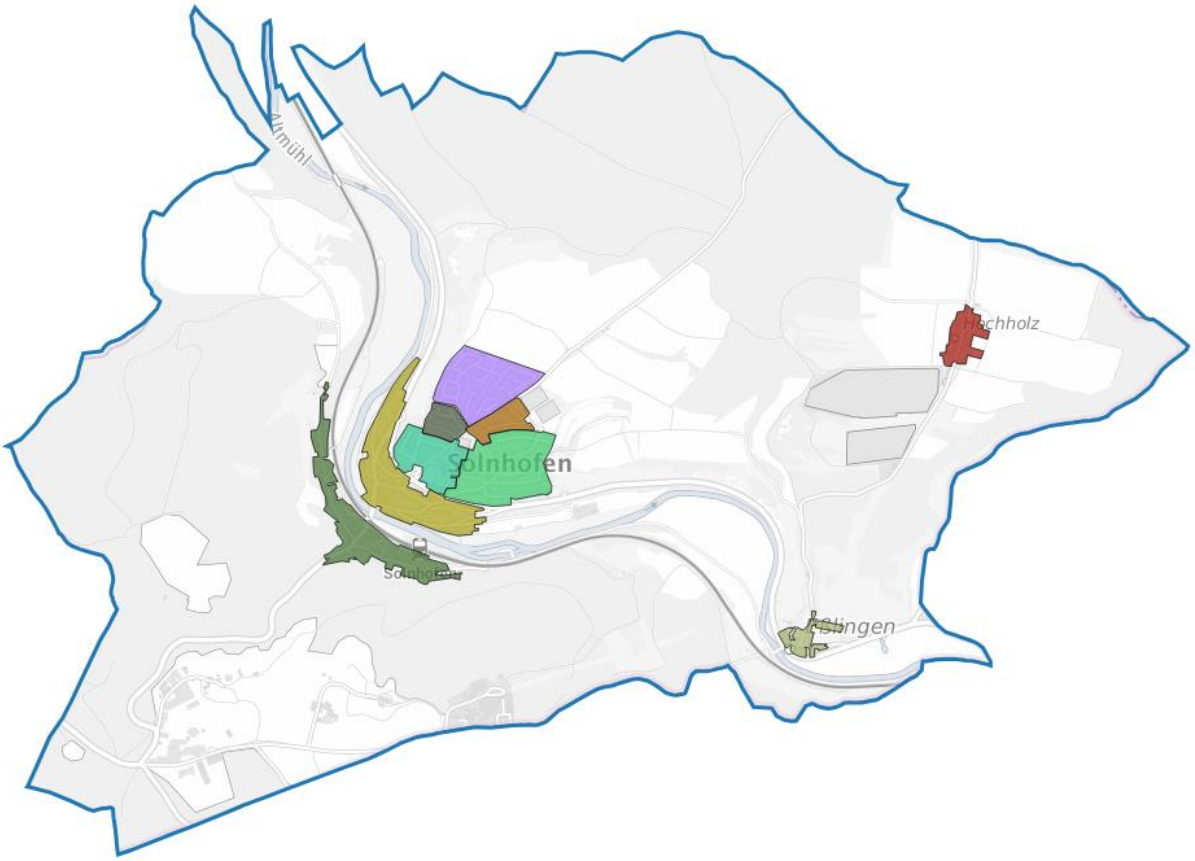


Abbildung 13: Einteilung des Gemeindegebiets Solnhofen in vorläufige Quartiere [8]

Die Farbgebung der vorläufigen Quartiere in der obigen Darstellung ist willkürlich gewählt und hat keine Bedeutung. Zunächst geht es nur darum, die Quartiere visuell voneinander abgrenzen zu können. Die nachfolgenden Darstellungen in den Kapiteln 5.4 und 5.9 beziehen sich alle auf die vorläufige Quartierseinteilung aus Abbildung 13.

Im Zuge der weiteren Bearbeitung haben sich aus verschieden Gründen und aufgrund neuer Erkenntnisse Änderungen bei der vorläufigen Quartierseinteilung ergeben. Die finale Quartierseinteilung wurde in Abstimmung mit der Kommune festgelegt und ist in Kapitel 5.12 beschrieben.

Auf Basis der vorläufig definierten Quartiere erfolgt im nächsten Schritt eine Bewertung und Darstellung des durchschnittlichen Gebäudebaujahrs je Quartier. Dabei werden kommerziell zugekaufte Daten der *Nexiga GmbH* (©2024 Nexiga GmbH) verwendet.

Die Einteilung der Quartiere nach Gebäudebaujahren geschieht in Anlehnung an die *Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch* (ASUE) und ist nachfolgend in Abbildung 14 dargestellt.

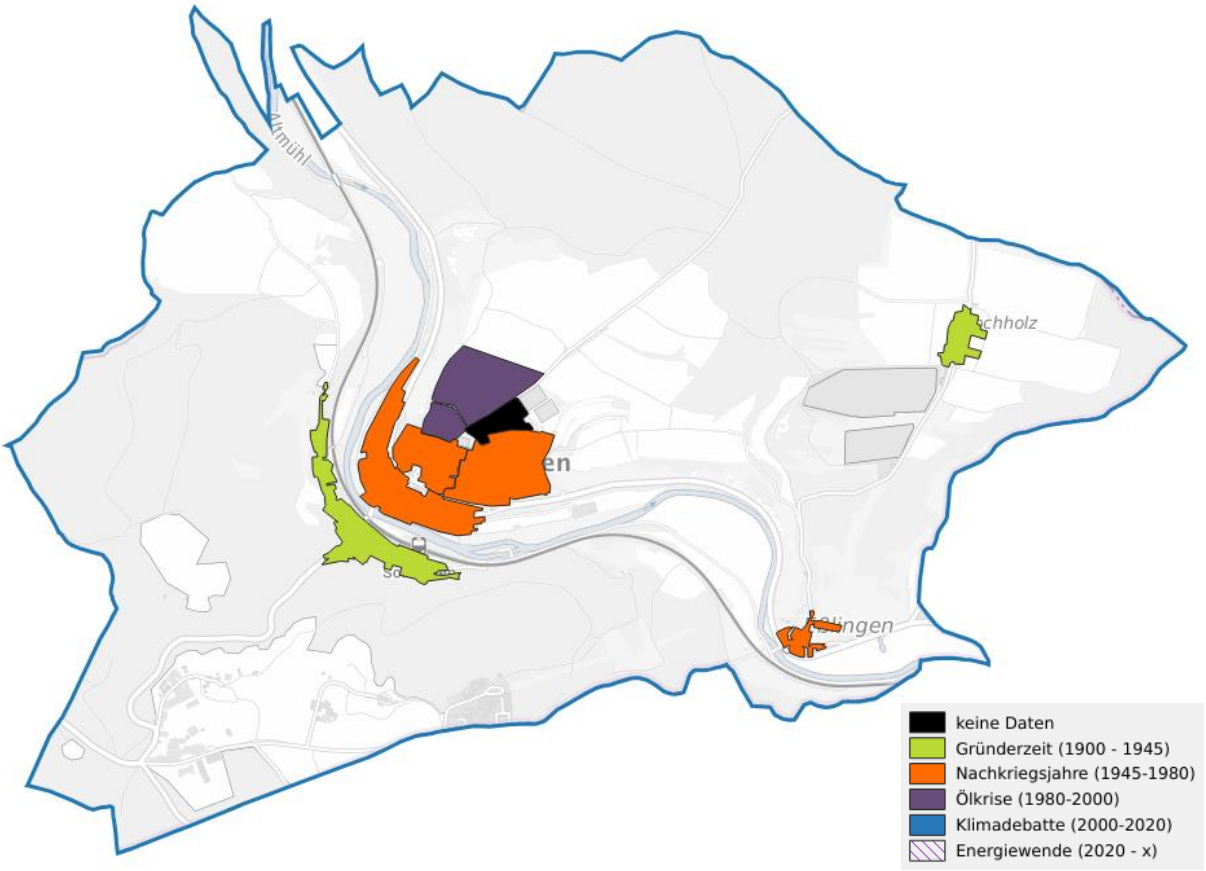


Abbildung 14: vorläufige Quartiere nach durchschnittlichem Gebäudebaujahr [8] [30]

Es ist erkennbar, dass die Mehrheit der Gebäude in der Gründerzeit (1900 - 1945) und in der Nachkriegszeit (1945 - 1980) erbaut wurde. Baugebiete mit durchschnittlichem Baujahr der Gebäude während der Ölkrise (1980 - 2000) gibt es im Norden Solnhofens. Neuere Baugebiete aus der Zeit der Klimadebatte (2000 - 2020) sind im Nordosten Solnhofens zu finden. Dass das Quartier An der Sommerwiese schwarz eingefärbt ist, liegt daran, dass die Gebäude dort so neu sind, dass die Baujahre in den Daten von Nexiga noch nicht vorhanden waren. Die korrekte Farbgebung für dieses Quartier ist blau für die Kategorie Klimadebatte (2000 - 2020).

Zusätzlich wird in Abbildung 15 der überwiegende Gebäudetyp je Quartier dargestellt. Hier ist zu sehen, dass alle Quartiere überwiegend aus Wohngebäuden bestehen.

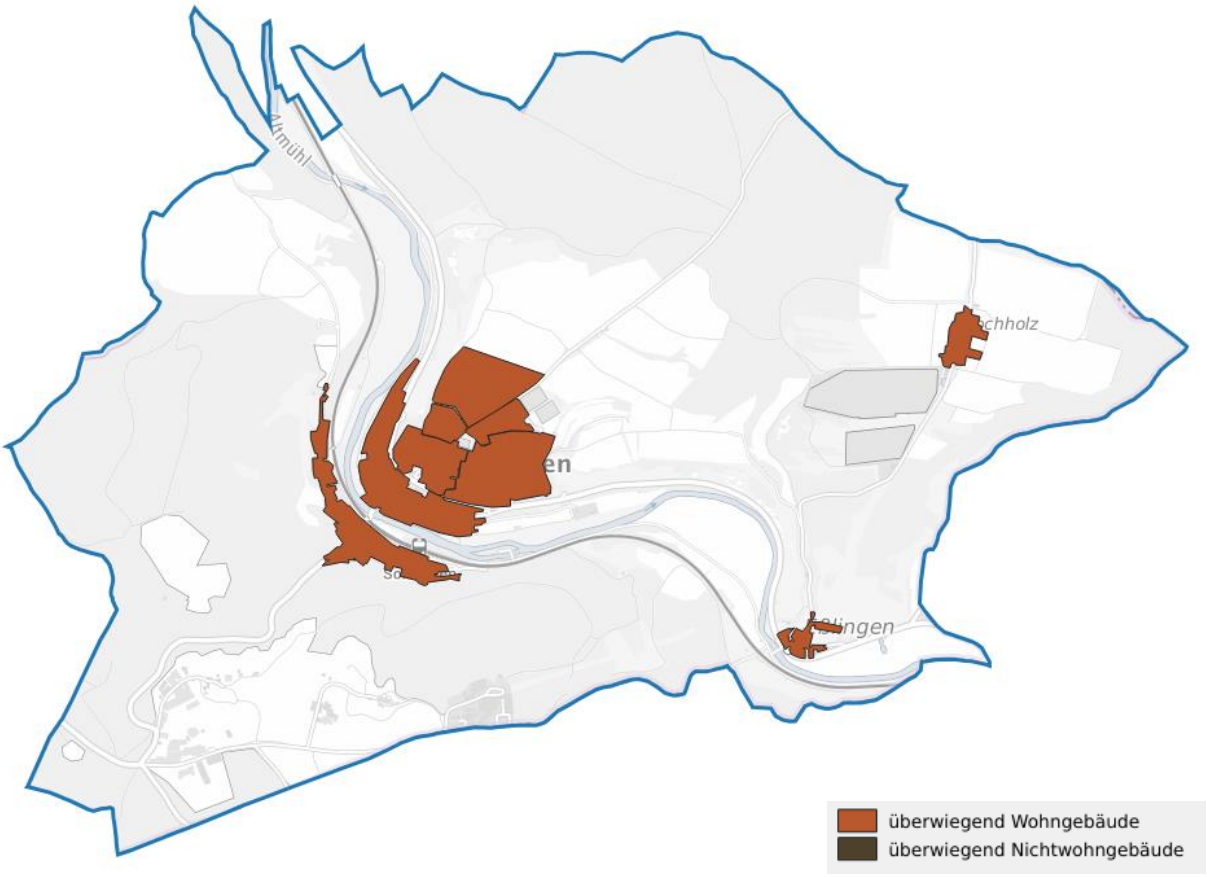


Abbildung 15: vorläufige Quartiere nach überwiegendem Gebäudetyp [8] [30]

5.5 Wärmeerzeugerstruktur

Basierend auf den erhobenen Daten der Kaminkehrer, der Stromnetzbetreiber und der Befragungen privater Haushalte sowie kommunaler Liegenschaften ist in Abbildung 16 die prozentuale Verteilung dezentraler Wärmeerzeuger inklusive Hausübergabestationen, aufgeteilt nach eingesetztem Energieträger, dargestellt. Wärmeerzeuger für Prozesswärme sind hier nicht inbegriffen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass in dieser Zusammenstellung neben Ölkesseln und Flüssiggasheizungen z.B. auch Kaminöfen oder Kachelöfen eingerechnet sind. Daher übersteigt die Summe dezentraler Wärmeerzeuger (ca. 1.210 Stück) die Summe der beheizten Wohngebäude (648 Stück) deutlich.

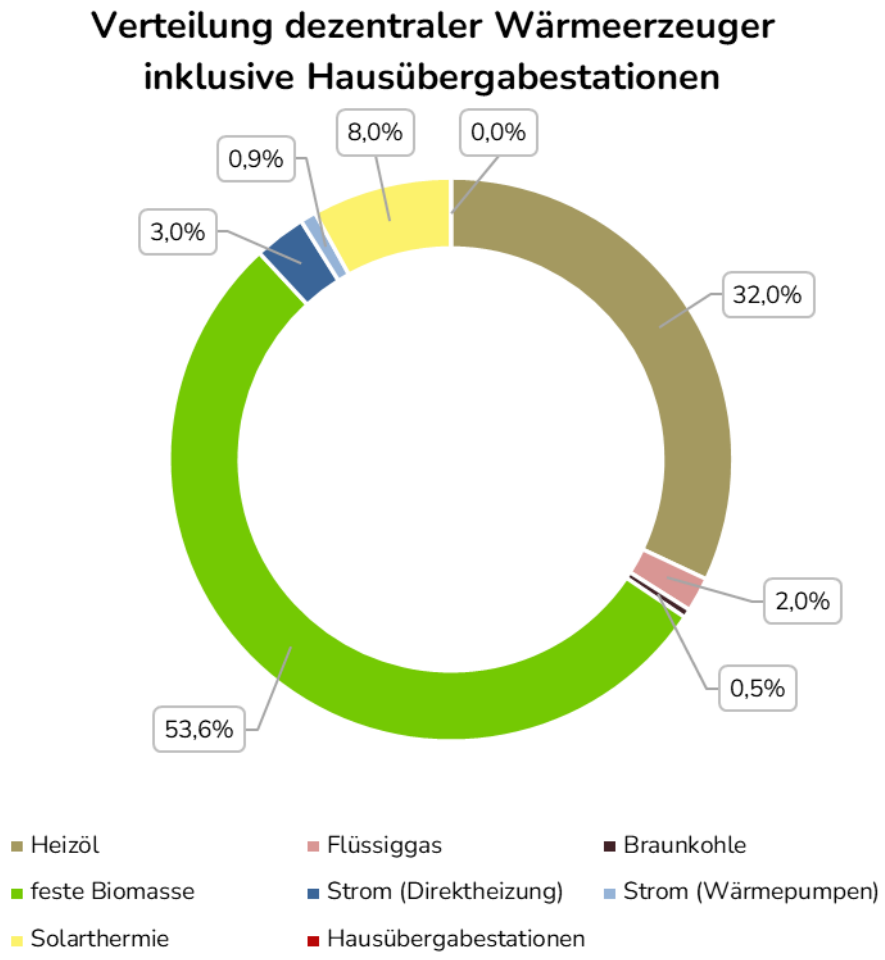


Abbildung 16: Übersicht dezentrale Wärmeerzeuger nach eingesetztem Energieträger

Im IST-Zustand basieren zusammengerechnet 34,5 % der installierten, dezentralen Wärmeerzeuger auf den Energieträgern Heizöl, Flüssiggas und Braunkohle und werden somit fossil betrieben. Ein Anteil von 53,6 % der dezentralen Wärmeerzeuger basiert auf dem Energieträger feste Biomasse, wobei hier auch Kamin- oder Kachelöfen mit eingerechnet sind.[6]

[6] Die Datenerfassung der Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik erfolgt standardisiert über das Landesamt für Statistik in Bayern. Dabei werden Daten über die Anzahl und die kumulierte installierte Leistung der Wärmeerzeuger je Energieträger erfasst, die aggregiert pro Straße vorliegen [49]. Ebenso fließt dieser Datensatz in die Erstellung der Treibhausgasbilanz mit ein.

Nach einer ersten Hochrechnung auf Basis der Verbrauchsdaten der Stromnetzbetreiber sowie Angaben aus der Fragebogenaktion nutzen etwa 3,9 % der Wärmeerzeuger Strom als Energieträger.[7] Der Anteil der Solarthermieanlagen wird auf Grundlage der Befragung privater Haushalte auf die gesamte Kommune hochgerechnet und bildet einen Anteil von ca. 8 %.

Zu berücksichtigen ist, dass die Erzeuger, die mit Steinkohle, Ersatzbrennstoffen oder Tiermehl befeuert werden, in obiger Darstellung nicht inbegriffen sind, da nicht bekannt ist, wie viele Wärmeerzeuger im Industriebetrieb vorhanden sind.

5.6 Wärmenetzinfrastruktur

Im Gemeindegebiet Solnhofens gibt es zwei kleinere Wärmeverbünde, bei denen jeweils ein Gebäude über ein anderes Gebäude mitversorgt wird. Diese werden aufgrund von Datenschutzbestimmungen und ihrer Größe nicht näher beschrieben. Darüber hinaus gibt es keine Wärmeverbünde bzw. -netze.

5.7 Gasnetzinfrastruktur

In Solnhofen gibt es kein Erdgasnetz. Der stellenweise Einsatz von Flüssiggas erfolgt dezentral, vgl. Abschnitt 5.5 Wärmeerzeugerstruktur.

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

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

   Konkrete Planungen für eine mögliche Umstellung des regionalen Verteilnetzes werden mit dem jeweiligen Gasnetzbetreiber abgestimmt. Sollte es auf dieser Ebene noch keine nutzbaren Planungen geben, wird vereinfachend angenommen, dass im Betrachtungsgebiet bis zum Zieljahr 2045 keine Wasserstoffmengen über das Kernnetz zur Verfügung stehen werden.
2. **Bottom-Up-Ansatz**: Hierbei wird im Rahmen der Wärmeplanung untersucht, ob im zu betrachtenden Planungsgebiet Potenziale für den Aufbau eines Wasserstoffnetzes als Insellösung vorhanden sind. Grundlage hierfür ist i.d.R. ein vorhandenes Gasnetz sowie ausreichende Bedarfe an Prozesswärme von Großverbrauchern.

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

Aufgrund der Tatsache, dass es in Solnhofen kein Gasnetz gibt und keine Planungen zu dezentralen Wasserstoffnutzungen bekannt sind, ist es in Solnhofen sehr unwahrscheinlich, dass Wasserstoff in größerem Umfang für die Wärmeversorgung zur Verwendung kommen wird.

5.9 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch

Der gesamte Wärmebedarf der Gemeinde Solnhofen 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
- Privathaushalte (vgl. Abschnitt 5.11)

Für die verbleibenden Gebäude, zu denen kein tatsächlicher Verbrauchswert vorliegt, wurden anhand von Daten zum Gebäudebestand und 3D-Gebäudemodellen des *Level of Detail 2* (LoD2)[8] der Wärmebedarf über Berechnungsmodelle abgeschätzt, sodass der Betrachtung ein gebäudescharfes Wärmekataster zugrunde liegt.

Zur ersten Einordnung des Wärmebedarfs wird die Wärmeflächendichte der definierten Quartiere in MWh/ha berechnet (siehe Abbildung 17). Die Grenzwerte für eine Erstabschätzung zur Wärmenetzeignung werden dabei dem *Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung* der *Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg* (KEA-BW) entnommen [31]. Dabei ist zu erkennen, dass die Wärmedichte in allen Quartieren so gering ist, dass ein wirtschaftlicher Einsatz von konventionellen Wärmenetzen im Bestand tendenziell eher nicht zu erwarten ist. Lediglich in den Quartieren Altort rechts der Altmühl, Altort links der Altmühl, Am Trudenbuck/Am Birkenhain, Industriestraße und Karl-Högner-Straße/Am Lohweg ist ein wirtschaftlicher Einsatz von Wärmenetzen im Bestand zu erwarten, sofern es sich dabei um Niedertemperaturnetze handelt. In den Quartieren An den Hofäckern, Eßlingen und Hochholz ist die Wärmedichte so gering, dass ein Wärmenetz nur in Neubaugebieten wirtschaftlich sinnvoll wäre. Im Quartier An der Sommerwiese ist kein technisches Potenzial für die Nutzung eines Wärmenetzes vorhanden, da es sich um neue Bebauung mit neuen Heizungen und geringem Wärmebedarf handelt.

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

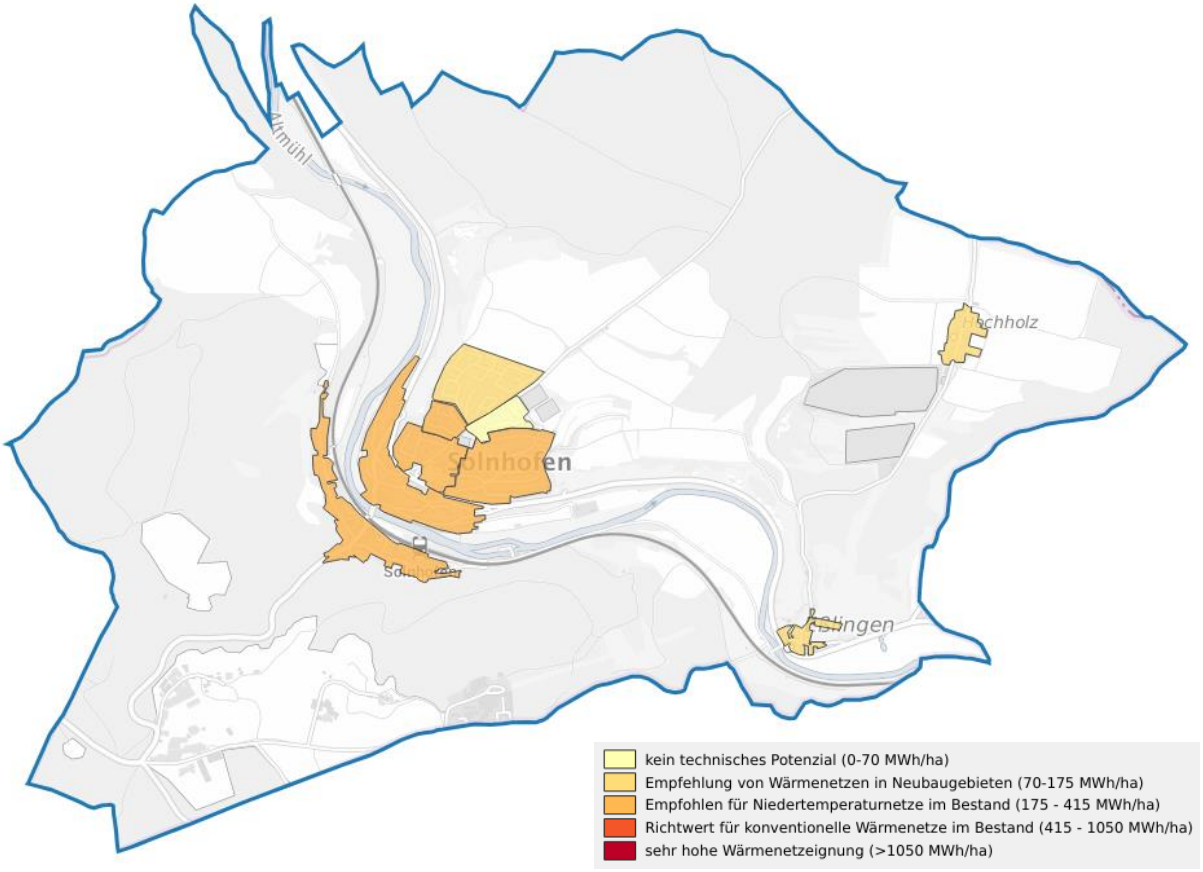


Abbildung 17: vorläufige Quartiere nach Wärmedichte in MWh/ha [8]

Ein ähnliches Bild der Kommune entsteht, wenn der Wärmebedarf als sogenannte Heatmap betrachtet wird (vgl. Abbildung 18). Auch hier ist erkennbar, dass z.T. im Bereich des Altortes Solnhofens mit dichter Bebauungsstruktur ein erhöhter Wärmebedarf in räumlich konzentrierter Form vorliegt, aber auch im Bereich des Zementwerks im Süden des Gemeindegebiets.

Abbildung 18: Heatmap Gemeinde Solnhofen in Abhängigkeit des Wärmebedarfs [8]

5.10 Industrie und Gewerbe

Nach Abstimmung mit der Gemeinde Solnhofen gibt es auf dem Gebiet der Kommune einen größeren Gewerbebetrieb (Möbelhaus) und einen großen Industriebetrieb (Zementwerk). Zu beiden Betrieben liegen Angaben zum Wärmeverbrauch vor. Beim Industriebetrieb liegt zudem ein großes theoretisches, noch teilweise ungenutztes Abwärmepotenzial vor, auf das in Kapitel 6.3.1 näher eingegangen wird. Weitere Betriebe mit sehr hohem Wärmeverbrauch oder großem Abwärmepotenzial sind nicht bekannt.

5.11 Datenerhebung Privathaushalte

Als Teil der Akteursbeteiligung, der Öffentlichkeitsbeteiligung und zur Nachschärfung der Datengrundlage privater Haushalte wurde auf eine Befragung der Gebäudeeigentümer im gesamten Gebiet der Gemeinde Solnhofen zurückgegriffen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt stattgefunden hat. Der genutzte Fragebogen ist in Anhang A zu finden.

Die Umfrage konnte zum einen zur Schärfung der Datengrundlage sowie der Generierung neuer Informationen und Erkenntnisse bezüglich des grundsätzlichen Anschlussinteresses an ein Wärmenetz verwendet werden. Zum anderen kann diese als eine Form der Bürgerbeteiligung gewertet werden, da die Bürger über ein Freitextfeld auch weitere Informationen und Einschätzungen abgeben konnten. Ebenso konnte der Wärmeverbrauch über die erhobenen Daten zum Brennstoff- oder Stromverbrauch im Einzelnen konkretisiert werden.

Von den insgesamt ca. 650 angeschriebenen Gebäudeeigentümern konnte eine Rückmeldung von 289 Wohngebäuden erreicht werden. Bezogen auf die angeschriebenen Gebäudeeigentümer entspricht dies einer Rücklaufquote von etwa 44 %.

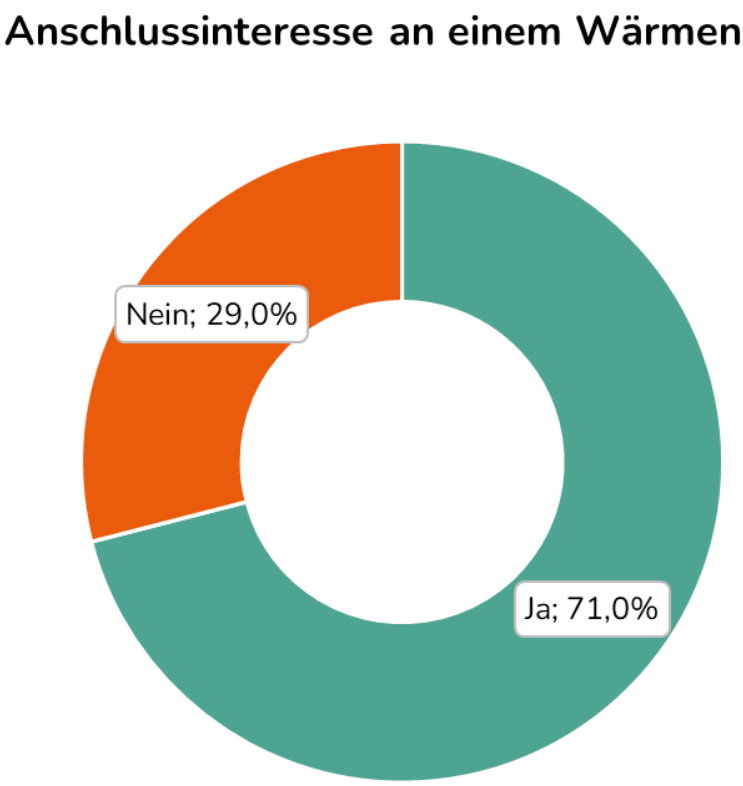


Abbildung 19: Anschlussinteresse an Wärmenetz aus Fragebogen Privathaushalte

Wie in Abbildung 19 ersichtlich, haben 71 % aller an der Umfrage Teilgenommenen grundsätzliches Anschlussinteresse an einem Wärmenetz. 29 % der erhaltenen Rückmeldungen enthalten die Angabe, dass kein Anschlussinteresse an einem Wärmenetz besteht.

5.12 Einteilung in finale Quartiere

Im Zuge der weiteren Bearbeitung und auf Basis der Erkenntnisse aus den Kapiteln 5.5 bis 5.11 wurde die Quartierseinteilung in Abstimmung mit der Gemeinde Solnhofen nochmals überarbeitet und angepasst. Dabei wurden unter anderem auch Quartiersgrenzen anders gesteckt als sie bei der vorläufigen Einteilung festgelegt wurden. Die finale Quartierseinteilung ist in Abbildung 20 zu sehen.

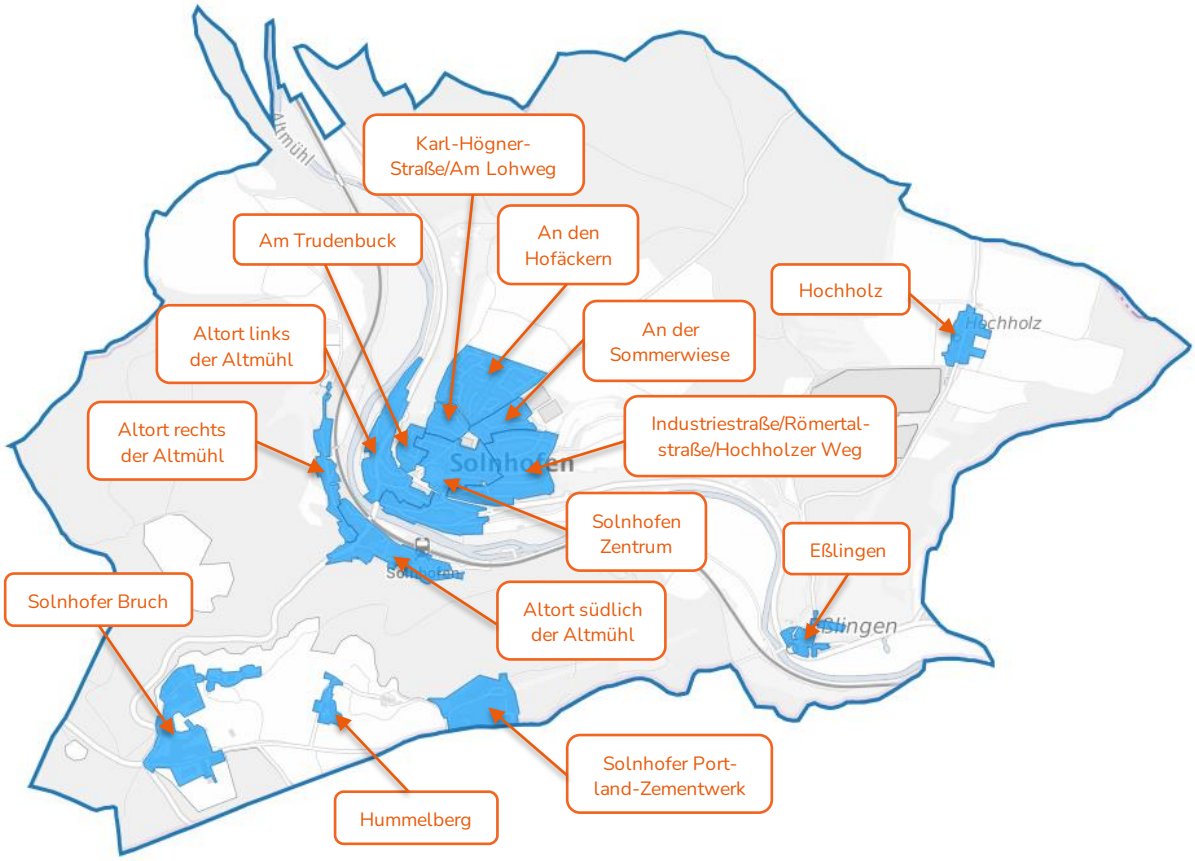


Abbildung 20: Einteilung des Gemeindegebiets in finale Quartiere [8]

Alle weiteren Betrachtungen und Berechnungen des Wärmeplans basieren auf dieser in Abbildung 20 dargestellten Quartierseinteilung.

5.13 Zwischenergebnisse Bestandsanalyse

Nach Anlage 2 WPG werden folgende Ergebnisse der Bestandsanalyse dargestellt [5]:

1. der aktuelle jährliche Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Kilowattstunden (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

5.13.1 Endenergieverbrauch für und Treibhausgasemissionen durch die Wärmeerzeugung

Der Gesamtendenergieverbrauch der Gemeinde Solnhofen für Wärme inklusive Prozesswärme beläuft sich im IST-Zustand auf ca. 447 GWh/a. Die Aufteilung auf verschiedene Energieträger zeigt Abbildung 21.

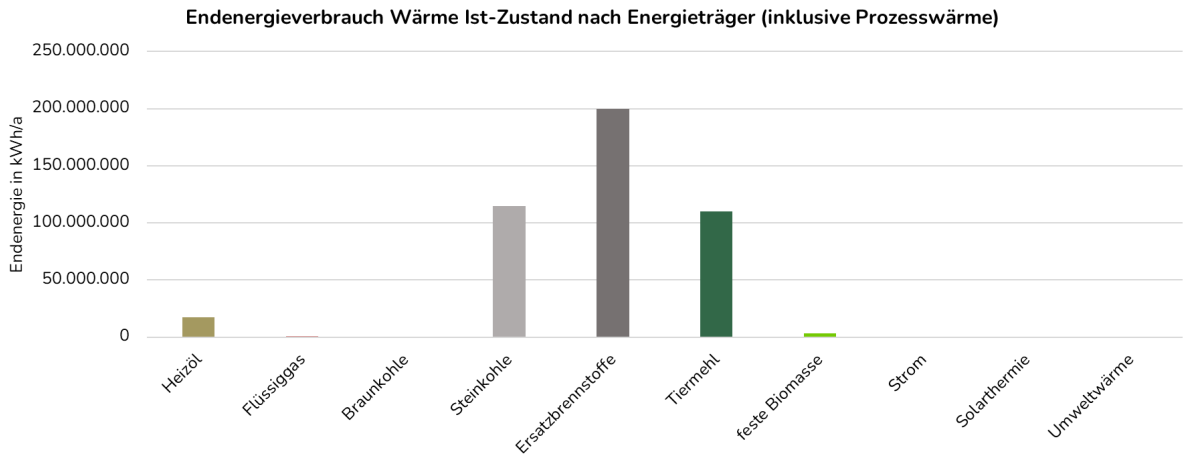


Abbildung 21: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger im IST-Zustand (inkl. Prozesswärme)

Daraus wird ersichtlich, dass 44,7 % der Gesamtendenergie für Wärme (inkl. Prozesswärme) über den Energieträger Ersatzbrennstoffe, 25,7 % über den Energieträger Steinkohle und 24,6 % über den Energieträger Tiermehl bereitgestellt wird. Außerdem wird 3,8 % der Endenergie für Wärme aus Heizöl und 0,8 % aus fester Biomasse erzeugt. Die Anteile der Energieträger Flüssiggas, Strom, Solarthermie und Umweltwärme belaufen sich in Summe auf weniger als 0,5 %. Damit erfolgt die Wärmeerzeugung gemessen an der Endenergie insgesamt zu 74,4 % aus fossilen Quellen, betrachtet man Tiermehl als erneuerbare Energiequelle.

Anhand der benötigten Endenergie nach Energieträger wird die Treibhausgasbilanz erstellt, siehe Abbildung 22. Die Treibhausgasemissionen summieren sich auf 151.444 t CO_2/a. Die hierfür angesetzten CO_2-Emissionsfaktoren sind bis auf Ersatzbrennstoffe und Tiermehl der Anlage 9 des GEG [2] zu entnehmen. Für Ersatzbrennstoffe und Tiermehl wurden die Emissionsfaktoren aus einem Forschungsbericht des Umweltbundesamtes herangezogen [32].

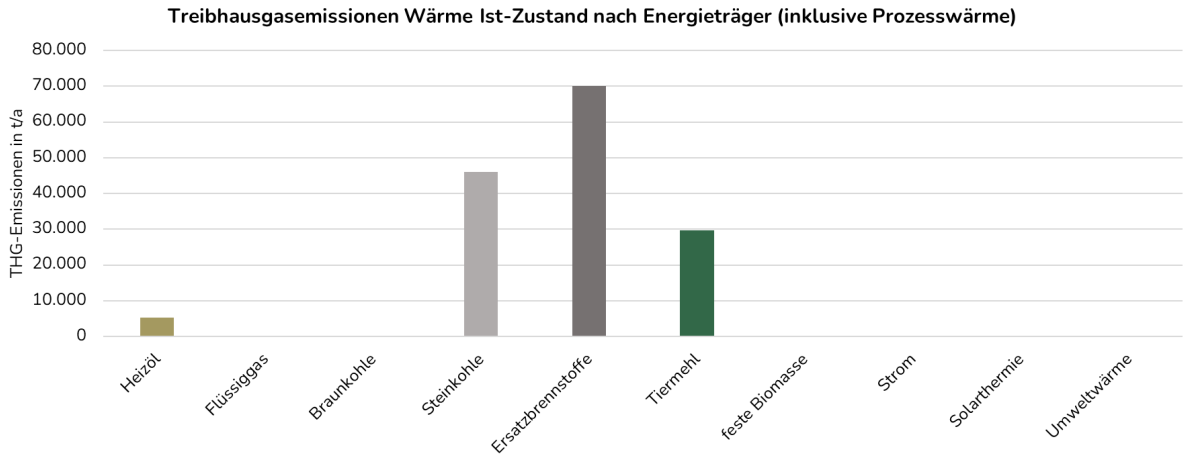


Abbildung 22: Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im IST-Zustand (inkl. Prozesswärme)

Die Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung verteilen sich mit einem Anteil von ca. 96 % fast ausschließlich auf die Energieträger Steinkohle, Ersatzbrennstoffe und Tiermehl.

Da der Endenergieverbrauch für die Gemeinde Solnhofen zu fast 95 % auf den Prozesswärmeeinsatz eines Betriebs zurückzuführen ist, wurde die Energiebilanz analog dazu rein für Heizzwecke erstellt. Der Endenergieeinsatz für Wärme ohne Prozesswärme beläuft sich insgesamt auf ca. 20,4 GWh/a. Dargestellt ist diese Aufteilung auf verschiedene Energieträger ohne Prozesswärme in Abbildung 23.

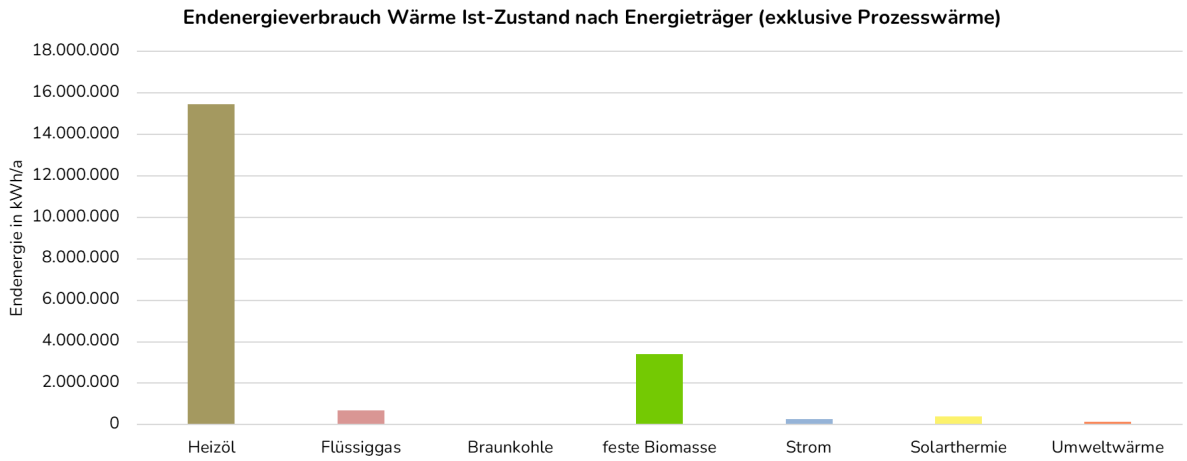


Abbildung 23: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger im IST-Zustand (exkl. Prozesswärme)

Aus obigem Diagramm wird ersichtlich, dass 75,9 % der Gesamtendenergie für Wärme (exkl. Prozesswärme) über den Energieträger Heizöl bereitgestellt wird. Weitere Anteile entfallen mit 16,7 % auf feste Biomasse, 3,4 % auf Flüssiggas, 1,9 % auf Solarthermie, 1,4 % auf Strom, 0,7 % auf Umweltwärme und 0,04 % auf Braunkohle. Die Wärmeerzeugung für Heizzwecke gemessen an der Endenergie erfolgt damit zu knapp 80 % aus fossilen Quellen.

Ebenso wurde auch für den Endenergieverbrauch ohne Prozesswärme die Treibhausgasbilanz erstellt, die in Abbildung 24 zu sehen ist. In Summe belaufen sich die diese Treibhausgasemissionen auf 5.188 t CO_2/a. Die angesetzten CO_2-Emissionsfaktoren sind der Anlage 9 des GEG [2] zu entnehmen.

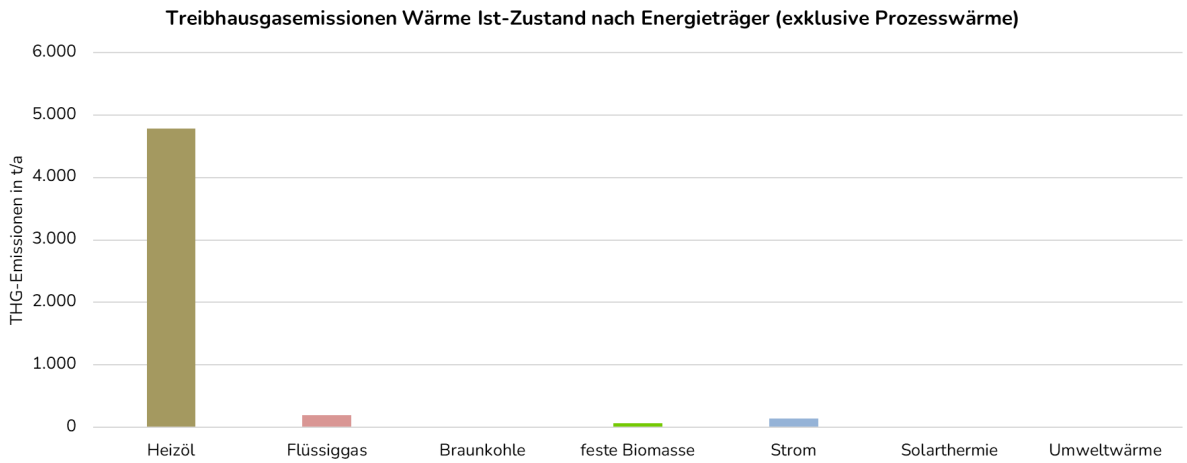


Abbildung 24: Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im IST-Zustand (exkl. Prozesswärme)

Zu sehen ist, dass die Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung ohne Prozesswärme mit einem Anteil von ca. 92,3 % fast ausschließlich auf den Energieträger Heizöl zurückzuführen sind. Weitere geringe Anteile an den Treibhausgasemissionen beruhen auf dem Einsatz von Flüssiggas (3,6 %), Strom (2,7 %) und fester Biomasse (1,3 %).

Zusätzlich wird der Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung aufgeteilt nach Sektoren dargestellt, vgl. Abbildung 25. Der Großteil des Endenergieverbrauchs fällt im IST-Zustand mit 96,2 % im Sektor Industrie an. Der Endenergieverbrauch des Sektors Wohngebäude beträgt ca. 3,7 % und der Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen nimmt anteilig ca. 0,1 % ein. Der sonstige Endenergieverbrauch, der keinem der oben genannten Sektoren zugeordnet werden kann, beträgt 0,02 %. Dabei handelt es sich um Wärmeverbräuche, die in Gebäuden anfallen, die aufgrund des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS®) keiner Gebäudeart zugeordnet werden können.

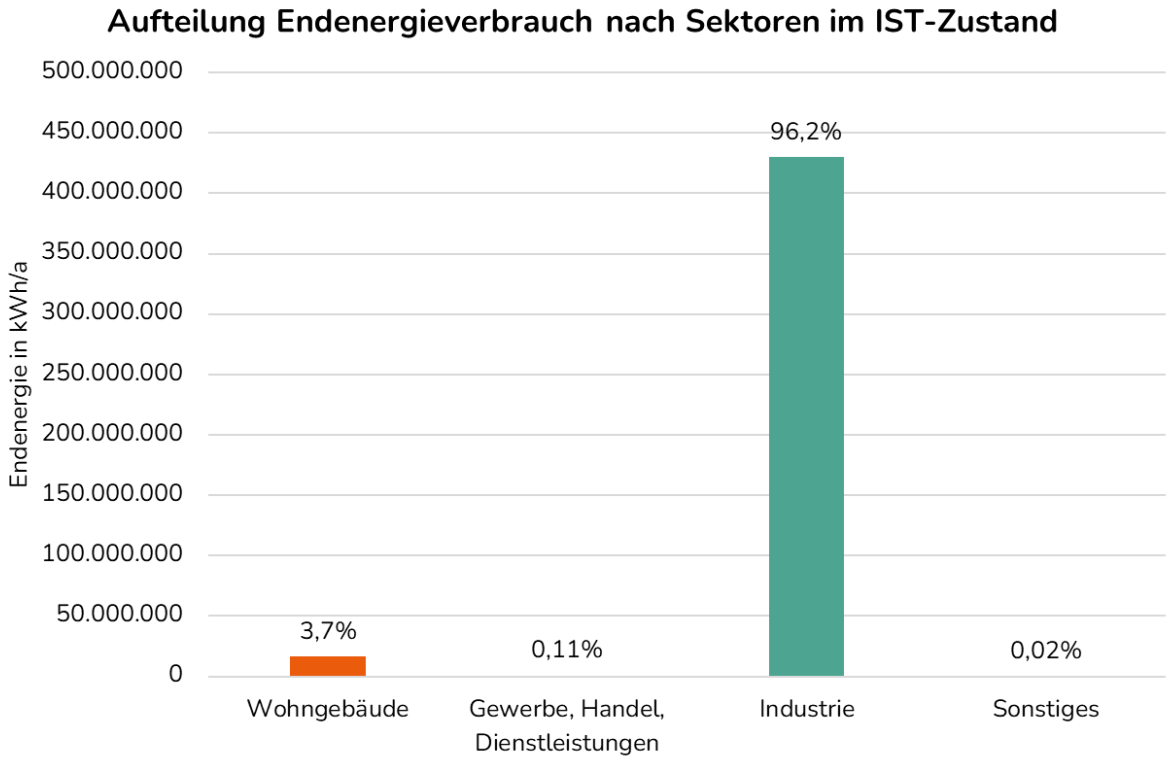


Abbildung 25: Aufteilung Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren

5.13.2 Anteil Erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme an der Wärmeerzeugung

Wie in Abbildung 26 ersichtlich, werden vom gesamten Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung im IST-Zustand 74 % über fossile Energieträger und rund 26 % aus erneuerbaren Energien erzeugt, wenn man Tiermehl als erneuerbaren Energieträger ansieht.

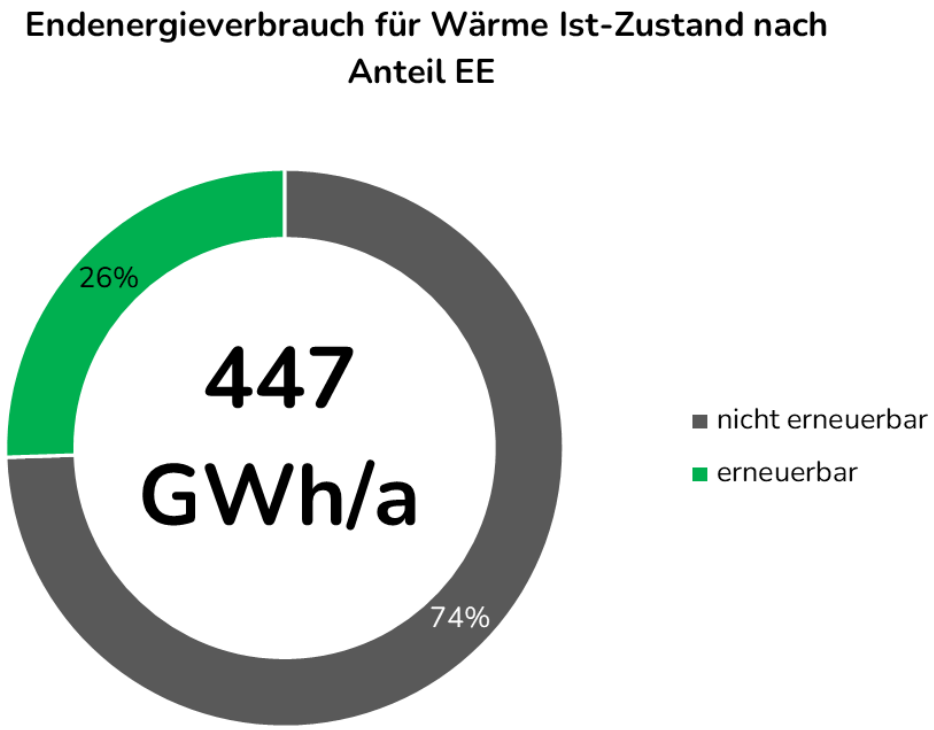


Abbildung 26: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtendenergiebedarf für Wärme

Der größte Anteil der erneuerbaren Energien entfällt dabei mit 24,6 % auf Tiermehl. Der Anteil der über feste Biomasse bereitgestellten Wärme beträgt 0,8 %. Zur Ermittlung des erneuerbaren Stromanteils wird der EE-Anteil an der bundesweiten Stromerzeugung des Jahres 2023 verwendet, welcher laut Bundesnetzagentur bei 55 % lag [33].

5.13.3 Anteil leitungsgebundener Wärme an der Wärmeerzeugung

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärme an der gesamten Wärmeerzeugung im aktuellen Bestand (siehe Abbildung 27) beträgt 0 %, da es in Solnhofen derzeit kein Wärmenetz gibt.

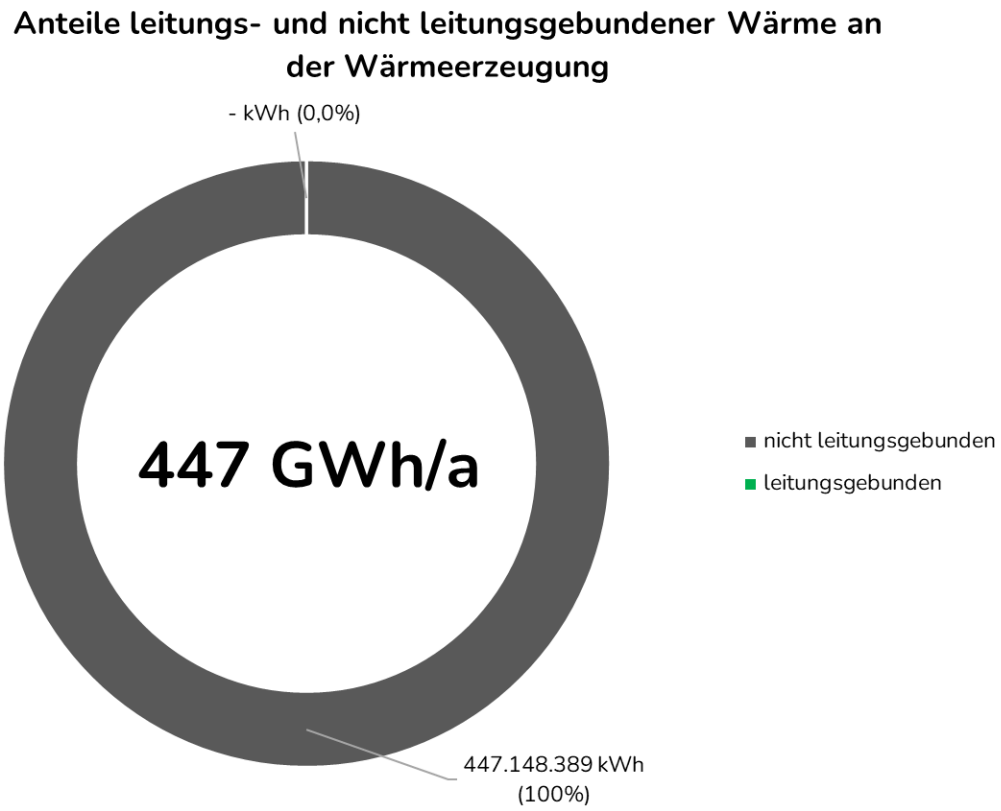


Abbildung 27: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtwärmeverbrauch

5.13.4 Struktur der dezentralen Wärmeerzeuger

Beim Blick auf die installierten dezentralen Wärmeerzeuger und Hausübergabestationen im IST-Zustand (siehe Abbildung 16) ist zu sehen, dass knapp 54 % der Wärmeerzeuger auf Biomasse basieren. Die hohe Anzahl der Wärmeerzeuger mit Biomasse als Brennstoff beruht auch auf den Kamin- und Kachelöfen, die in vielen Gebäuden zusätzlich zur Hauptheizung installiert sind (vgl. Kapitel 5.5). Im Übrigen besteht die Struktur der Wärmeerzeuger zu 32 % aus Heizölheizungen und zu 8 % aus Solarthermieanlagen. Strombasierte Wärmeerzeuger machen einen Anteil von knapp 4 % aus und 2 % entfallen auf Flüssiggasheizungen.

5.13.5 Wärmeliniendichtenverteilung in den Quartieren

Die Analyse der Quartiere (vgl. Abschnitt 5.4) anhand der Wärmeliniendichte zeigt die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse. Sie zeigt für jedes Quartier die dort bestehenden Wärmeliniendichten und verteilt sie nach deren Häufigkeit. Anschließend gibt sie die durchschnittliche Wärmeliniendichte für ein Quartier aus. Das Quartier *Altort links der Altmühl* besteht z.B. zu:

- 10 % aus Wärmeliniendichten zwischen 0 - 500 kWh/(Trm*a)
- 43 % aus Wärmeliniendichten zwischen 501 - 750 kWh/(Trm*a)
- 47 % aus Wärmeliniendichten zwischen 751 - 1.000 kWh/(Trm*a)

Die mittlere Wärmeliniendichte für das gesamte Quartier *Altort links der Altmühl* beläuft sich auf 516 kWh/(Trm*a).

Tabelle 2: Einteilung der Quartiere in unterschiedliche Wärmeliniendichteklassen

Name des Quartiers	Klasseneinteilung der Wärmebelegungsdichte in kWh/(Trm*a)							Gesamt je Quartier
	0 - 500	501 - 750	751 - 1.000	1.001 - 1.500	1.501 - 2.000	2.001 - 3.000	> 3.000	in kWh/(Trm*a)
Altort links der Altmühl	10%	43%	47%	0%	0%	0%	0%	516
Altort rechts der Altmühl	0%	87%	13%	0%	0%	0%	0%	734
Altort südlich der Altmühl	0%	17%	41%	42%	0%	0%	0%	743
Am Trudenbuck (1970er)	9%	91%	0%	0%	0%	0%	0%	544
An den Hofäckern (2000er)	54%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	408
An der Sommerwiese (2020er)	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	178
Eßlingen (OT)	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	326
Hochholz (OT)	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	596
Hummelberg	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	698
Industriestraße/Römertalstraße/Hochholzer Weg etc. (1970er)	0%	56%	22%	22%	0%	0%	0%	583
Karl-Högner-Straße/Am Lohweg (1990er)	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	461
Solnhofen Zentrum	1%	57%	14%	11%	0%	16%	0%	649
Solnhofer Bruch	0%	0%	0%	59%	41%	0%	0%	1.069
Solnhofer Portland-Zementwerk	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	1.474.696

Das Quartier *Solnhofer Bruch* weist eine mittlere Wärmeliniendichte von 1.069 kWh/(Trm*a) auf. Dieser Wert kann in der Realität abweichen, da es sich bei den Gebäuen in diesem Quartier hauptsächlich um Gewerbebetriebe handelt und zu diesen keine tatsächlichen Wärmeverbräuche vorliegen und die über die LoD2-Daten berechneten Wärmebedarfe hier nicht zwingend den tatsächlichen Wärmeverbräuchen entsprechen.

Das Quartier Solnhofer Portland-Zementwerk weist eine sehr hohe Wärmebelegungsdichte von ca. 1.475.000 kWh/(Trm*a) auf. Diese ist auf den hohen Prozesswärmeverbrauch zurückzuführen.

Anhand der Ergebnisse in Tabelle 2 erfolgt in einem späteren Schritt bei der Erstellung des Zielszenarios ein erster Ausschluss von Quartieren für mögliche Wärmenetzgebiete. Dabei werden unter anderem die Quartiere mit zu geringen Wärmeliniendichten als voraussichtliche Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung definiert, vgl. Abschnitt 7.2.2.

6 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zeigt auf, welche Möglichkeiten in Solnhofen bestehen, erneuerbare Energien und Abwärme für die Wärmeversorgung zu nutzen. Darüber hinaus beleuchtet sie Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen, um den Wärmebedarf innerhalb der Kommune zu senken. Eine Übersicht des Potenzialbegriffs bietet die nachfolgende Abbildung 28.

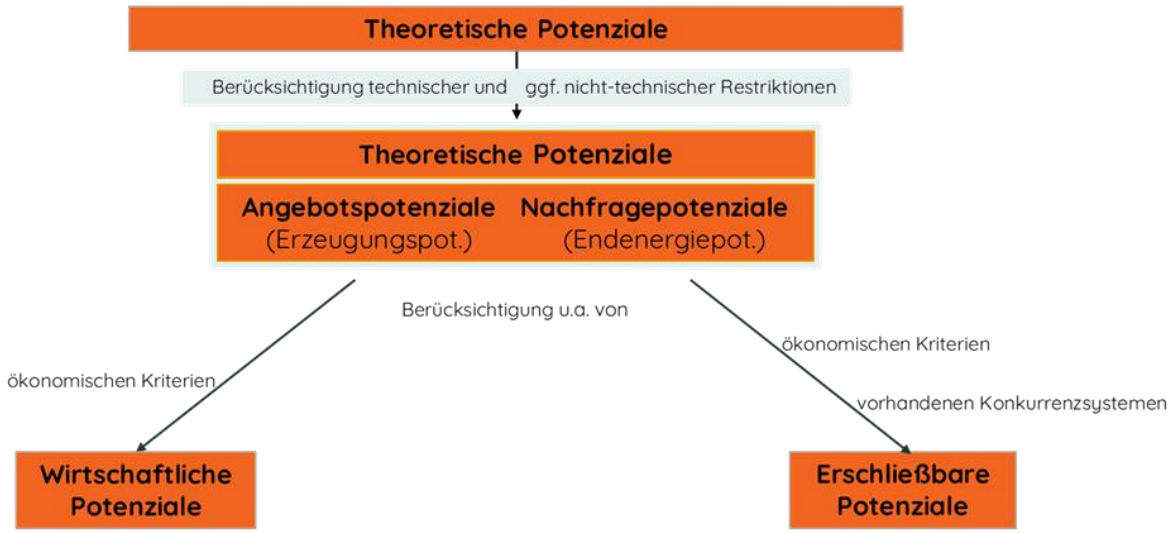


Abbildung 28: Schema des Begriffs „Potenzial“ aus energetischer Sicht

Nachfolgend werden die einzelnen Potenzialbegriffe kurz erläutert.

Das theoretische Potenzial: Das theoretische Potenzial ist „das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot“ [34, p. 12]. Es beschreibt das maximale Angebot, das für die Wärmeerzeugung zur Verfügung steht. Aufgrund von technischen, ökologischen oder sozialen Restriktionen, kann es in Realität nie gänzlich genutzt werden.

Das technische Potenzial: Das technische Potenzial stellt den „zeit- und ortsabhängigen primär aus technischer Sicht möglichen Beitrag (...) zur Deckung der Energienachfrage“ [34, p. 12] dar. Das bedeutet, dass bespielsweise technische, aber auch regulatorische Rahmenbedingungen das theoretische Potenzial eingrenzen. Das technische Potenzial ist daher (meistens) geringer als das theoretische.

Das wirtschaftliche Potenzial: Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen wirtschaftlich genutzt werden kann. Diese Rahmenbedingungen können sehr unterschiedlich sein und sind von den jeweiligen unternehmerischen Vorstellungen abhängig [34, p. 13].

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

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

6.1 Energieeinsparpotenzial durch Sanierungen

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wird ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für Wohngebäude wird die Berechnung mit der Maßgabe einer ambitionierten Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt. Dieser Wert wird als notwendig erachtet, um die Klimaziele im Jahr 2030 zu erreichen [35]. Im Mittel soll in diesem Szenario durch Einsparmaßnahmen ein spezifischer Wärmeverbrauch von rund 100 kWh/(m²*a) erreicht werden.

Bezieht man den Prozesswärmeverbrauch mit ein, wird bis zum Jahr 2045 in Solnhofen somit eine Reduktion des Wärmeverbrauchs[9] von ca. 380 GWh/a um 27,8 % auf etwa 274 GWh/a erreicht, was einer Einsparung von ca. 106 GWh gegenüber dem Jahr 2023 entspricht. Wie

[9] Niveau Nutzenergie

hoch eine tatsächliche Einsparung von Prozesswärme im Industriebetrieb ausfällt, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht seriös prognostiziert werden.

Die angesetzte Sanierungsrate und Sanierungstiefe liegen über dem Bundesdurchschnitt, können jedoch über passende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen erreicht werden. Im Bundesdurchschnitt lag die Sanierungsrate für das Jahr 2023 bei 0,70 % [35].

Betrachtet man nur die Wärme für Heizzwecke und Warmwasser (d.h. ohne Prozesswärmebedarf), wird eine Reduktion des Wärmebedarfs von 17,3 GWh/a um 3,0 GWh/a auf 14,3 GWh/a erreicht, was einer Einsparung von ca. 17,6 % entspricht. Für die Berechnung wurden dieselben Sanierungsquoten angenommen wie oben beschrieben.

6.2 Potenzial aus Erneuerbaren Energien

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

6.2.1 Solarthermie

Für die Warmwasserbereitung besteht laut *EnergieAtlas Bayern* ein theoretisches Potenzial für Solarthermieanlagen auf Dachflächen in Höhe von 2.046 MWh/a [36]. Da aber auf Dachflächen auch Photovoltaik (PV)-Anlagen errichtet werden können, steht dieses Potenzial in Teilen oder gänzlich in Konkurrenz zum PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromerzeugung 14.581 MWh/a, siehe auch Kapitel 6.2.4.1).

6.2.2 Umweltwärme

Ein zentraler Baustein hin zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung in Solnhofen ist die Erschließung von Umweltwärmequellen. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden insgesamt fünf Arten von Umweltwärmequellen geprüft: Umgebungsluft, oberflächennahe Erdwärme, tiefe Erdwärme, Grundwasser und Oberflächengewässer. Eine Ersteinschätzung zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie und Grundwasser erfolgt mit Hilfe des *Umweltatlas Bay-*

ern. Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten von Umweltwärmequellen sind in den Kapiteln 6.2.2.1 bis 6.2.2.3 dargestellt. Dabei wird auf geeignete Wärmepumpentechnologien eingegangen, die zur Nutzbarmachung dieses Potenzials erforderlich wären. Sofern Wärmepumpen zum Einsatz kommen, ist neben der thermischen Leistung auch die erforderliche elektrische Leistung zu beachten. Ein limitierender Faktor kann nämlich das Stromnetz sein, das unter Umständen nicht für die benötigte elektrische Leistung einer Wärmepumpe ausgelegt ist. Dem kann jedoch grundsätzlich durch netzverstärkende Maßnahmen Abhilfe geschaffen werden.

6.2.2.1 Umgebungsluft

Geothermische Potenziale sind hinsichtlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit besonders attraktiv, wenngleich die geografische Verfügbarkeit komplexer ist. Im Idealfall stehen für die direkte Wärmeerzeugung Temperaturen von mindestens 60 °C, idealerweise mehr als 70 °C zur Verfügung. Dies ist jedoch nur selten der Fall[10]. So erreicht Umgebungsluft in den Sommermonaten Temperaturen deutlich unter 60 °C erreichen, in den Wintermonaten sogar Minusgrade. Wird mithilfe einer Wärmepumpe das Temperaturniveau allerdings zusätzlich angehoben, reichen auch die vergleichsweise niedrigeren verfügbaren Umgebungstemperaturen, z.B. für die Nutzung einer Luft-/Wasser-Wärmepumpe.

Die thermische Nutzung der Umgebungsluft als Energiequelle mittels Wärmepumpe ist grundsätzlich ohne Beschränkung möglich. Beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen ist lediglich zu beachten, die Schallemissionen möglichst gering zu halten, um die Anwendung dieser Art von Wärmepumpen so allgemeinverträglich wie möglich zu gestalten. Je nach Bundesland gelten für Wärmepumpen unterschiedliche Abstandsregelungen zu anderen Grundstücken und Gebäuden[11].

---

[10] Abwärme und Wärme aus tiefen Erdlagen können solche Temperaturniveaus aufweisen.

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

6.2.2.2 Oberflächennahe Geothermie

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

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

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

Die nachfolgende Karte (vgl. Abbildung 29) zeigt die grundsätzliche Eignung für das gesamte beplante Gebiet der Kommune hinsichtlich einer Nutzung geothermischer Potenziale mittels Erdwärmekollektoren. Nur in den Bereichen von Gewässern (blaue Bereiche), die aus offensichtlichen Gründen kein Potenzial bieten, und in Wasserschutzgebieten (rote Bereiche), ist eine Nutzung von Erdwärmekollektoren ausgeschlossen. Die grünen Flächen weisen prinzipiell eine uneingeschränkte Nutzungsmöglichkeit von Erdwärmekollektoren auf. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die praktische Umsetzbarkeit im Einzelfall geprüft werden muss, da in Bereich der Kommune Solnhofen Gesteinsschichten aufgrund der geologischen Gegebenheiten sehr oberflächennah (z.T. 20 cm unter der Erdoberfläche) vorkommen.

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

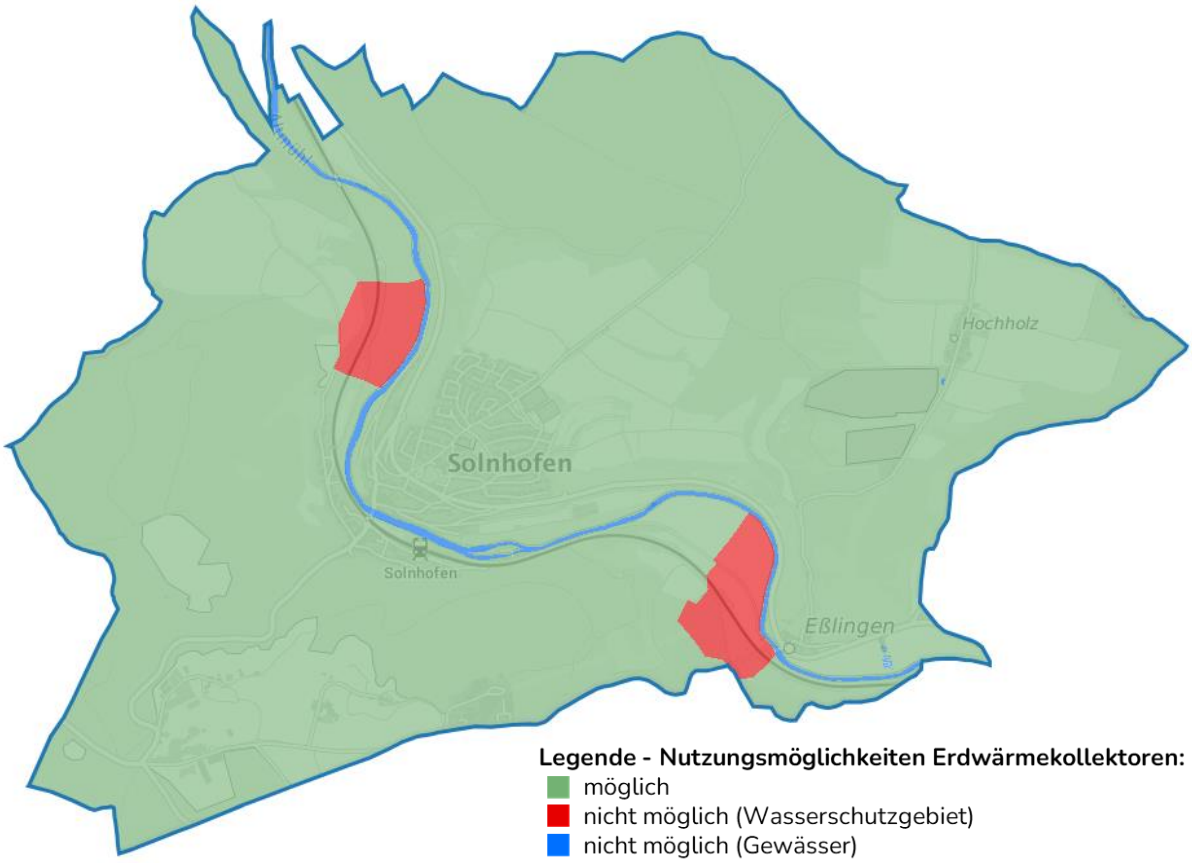


Abbildung 29: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmekollektoren [8] [20]

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

Im betrachteten Gebiet der Gemeinde Solnhofen ist gemäß Abbildung 30 ersichtlich, dass laut der Erstauskunft im *Umweltatlas Bayern* die Nutzung von Erdwärmesonden aus hydrogeologischen, geologischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist (gelbe Fläche). Auch in den Wasserschutzgebieten (rot) ist die Nutzung von Erdwärmesonden nicht möglich. Die *Bohrpunktkarte Deutschland*, die u.a. Bohrungen für geothermische Zwecke (Sonden) kartografisch darstellt, zeigt zwar für die Gemeinde Solnhofen Bohrungen [37], welche allerdings für hydrogeologische Zwecke erstellt wurden. Daraus ist zu schließen, dass eine oberflächennahe geothermische Nutzung mittels Erdwärmesonden bislang auch nach Einzelfallprüfung nicht möglich ist. Ob dies auch zukünftig der Fall sein wird, ist bei den

zuständigen Behörden zu erfragen. Auch gemäß Auskunft des WWA Ansbach[12], sind Sondenbohrungen auf dem Gebiet der Kommune Solnhofen in der Praxis nicht umsetzbar, da der Untergrund hauptsächlich aus Karstgestein besteht und demnach große Hohlräume zu erwarten sind.

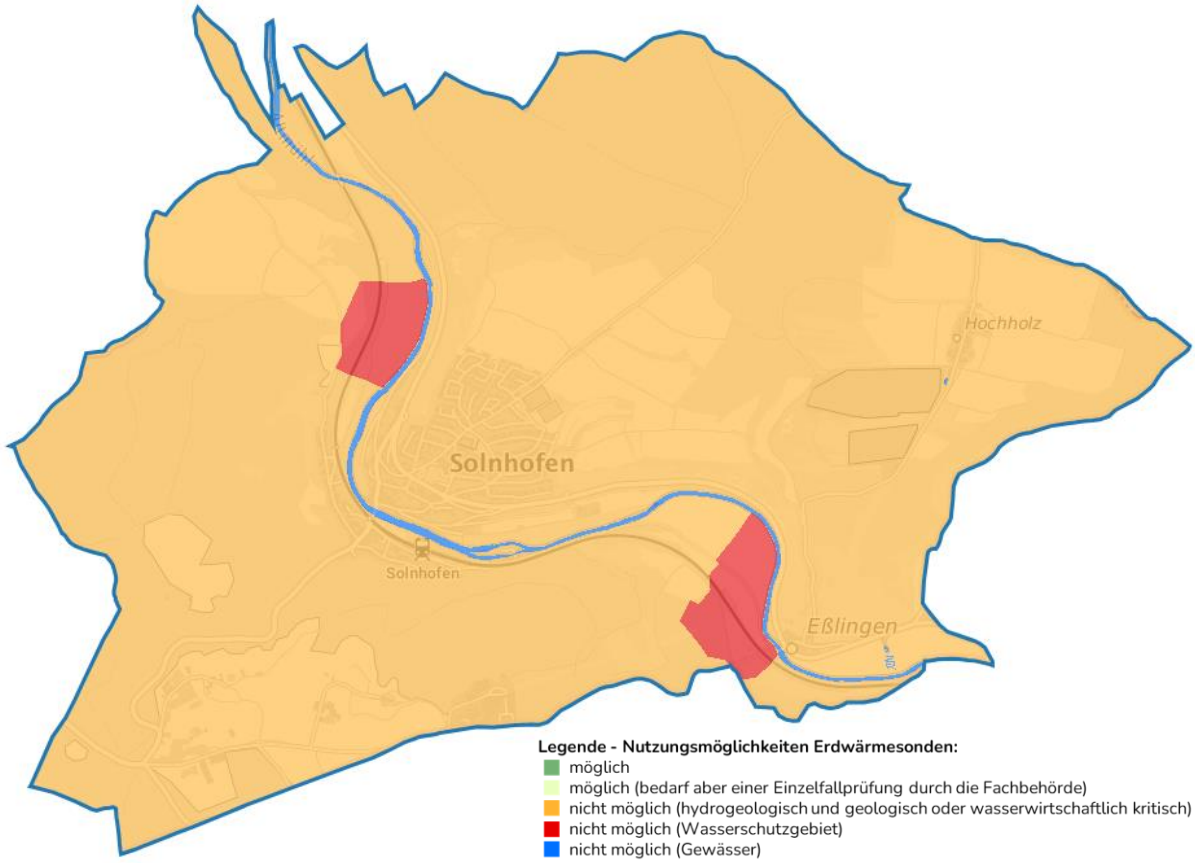


Abbildung 30: Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärmesonden [8] [20]

6.2.2.3 Grundwasser

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

[12] Stand Auskunft: März 2024

wie Wasserschutzgebieten ist die Durchteufung[13] mehrerer Grundwasserstockwerke wasserrechtlich unzulässig. Darüber hinaus gibt es Vorgaben an Reinhaltung und Wiedereinleitung des Grundwassers in den Grundwasserleiter, aus dem das Wasser entnommen wurde.

Die folgende Karte (siehe Abbildung 31) gibt Aufschluss über das wasserrechtlich mögliche Potenzial. Etwaige Grundwasserzusammensetzungen, die die Erschließung der geothermischen Quelle unter Umständen erschweren oder unwirtschaftlich machen, sind hierbei nicht Bestandteil der Betrachtung.

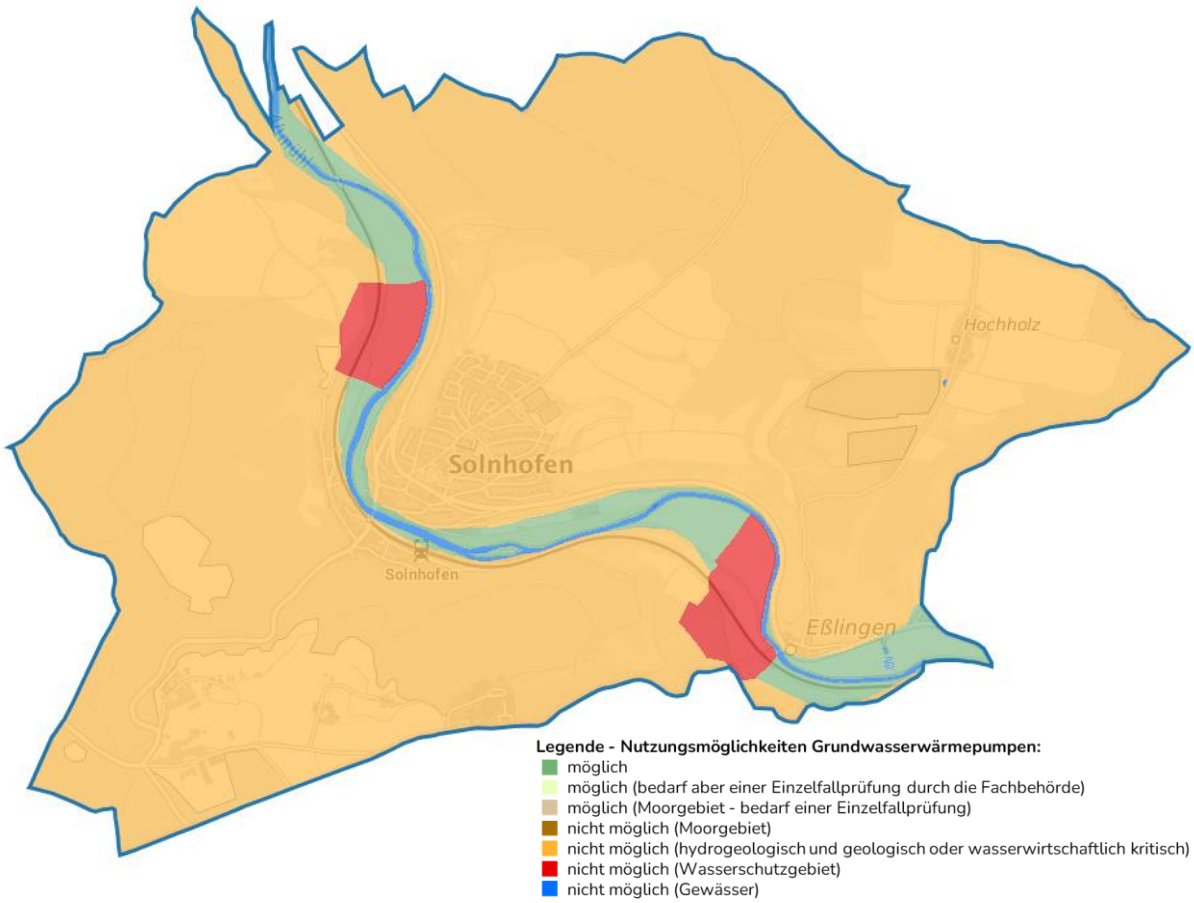


Abbildung 31: Nutzungsmöglichkeiten von Grundwasserwärmepumpen [8] [20]

Laut *Umweltatlas Bayern* ist eine Nutzung von Grundwasserwärmepumpen in Solnhofen in den orange und rot markierten Flächen nicht möglich, siehe Abbildung 31.

[13] Bergmännische Bezeichnung für „Durchbohren“ oder „Durchstoßen“ geologischer Schichten [51]

Das liegt an hydrogeologischen, geologischen und wasserwirtschaftlichen Gründen (orange Flächen) und Wasserschutzgebieten (rote Flächen). In den grün markierten Flächen ist der Einsatz von Grundwasserpumpen laut *Umweltatlas* prinzipiell möglich. Darüber hinaus gibt es aktuell auch keine installierten Grundwasserwärmepumpen in Solnhofen [20].

6.2.2.4 Fluss- und Seewasser

Durch die Gemeinde Solnhofen verläuft die Altmühl, ein Fließgewässer I. Ordnung [20]. Der *Gewässerkundliche Dienst Bayern* (GKD) zeigt in Solnhofen selbst keine Messstelle, bei welcher der Abfluss der Altmühl ermittelt wird, dafür aber flussaufwärts in Treuchtlingen und flussabwärts in Eichstätt [38]. Die Nutzung der Altmühl für thermische Zwecke ist gemäß Auskunft des Wasserwirtschaftsamts grundsätzlich möglich, unterliegt jedoch Vorgaben.

Wärmetauscher direkt im Gewässer sind in der Regel nicht genehmigungsfähig und Entnahmebauwerke auf naturnaher Strecke nicht zulässig. Die Gewässerökologie darf nicht nachteilig beeinflusst werden und ein besonderes Augenmerk ist auf Hochwasser zu legen, bei dem der Abfluss nicht durch Bauwerke behindert werden darf. Es ist prinzipiell eine Einzelfallprüfung der Wasserentnahme, der Zuleitung zum Wärmetauscher und der Wiedereinleitung notwendig. Zu beachten ist, dass die Wasserentnahme nicht zu Kühlzwecken im Sommer stattfindet, damit keine zusätzliche Erwärmung des Gewässers erfolgt. Eine Nutzung des Wassers zu Heizzecken in Maßen ist grundsätzlich unkritisch, da die Gewässertemperaturen tendenziell eher zu hoch als zu niedrig sind und es für die Gewässerökologie nicht nachteilig ist, wenn die Wassertemperatur durch die Wärmenutzung leicht gesenkt wird. Grundsätzlich gilt für die thermische Wassernutzung, dass das wiedereingeleitete Wasser eine gewisse Temperaturdifferenz im Vergleich zum Flusswasser nicht überschreiten darf. Das WWA Ansbach empfiehlt, statt auf direkte Flusswassernutzung auf eine Nutzung des Grundwasserbegleitstroms mittels Uferfiltratbrunnen zu setzen. Unter Umständen ist sogar eine Direktwiedereinleitung des genutzten Wassers möglich und es braucht keinen Schluckbrunnen.

Zur Abschätzung des Potenzials wurden die Abflussdaten des Gewässerkundlichen Diensts Bayern (GKD) von der Messstelle Treuchtlingen herangezogen. Die Messstelle befindet sich am Ortsausgang von Treuchtlingen, ca. 15 Kilometer flussaufwärts vor Solnhofen und ist in Abbildung 32 dargestellt.

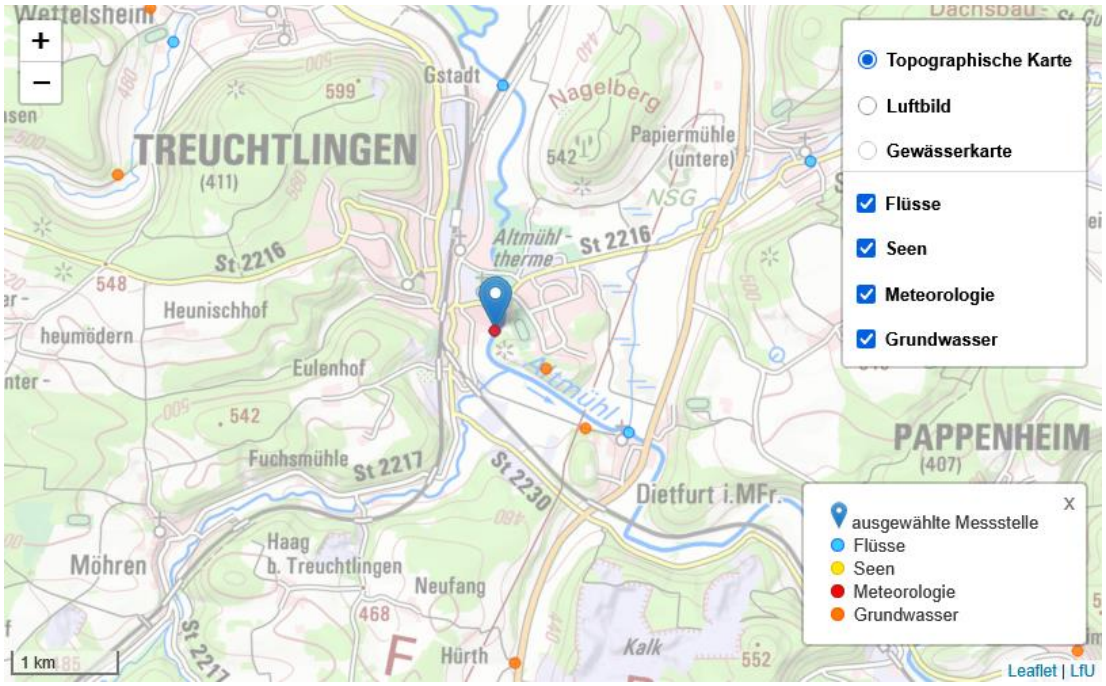


Abbildung 32: geografische Lage Messstelle Treuchtlingen (Altmühl) [39]

In Abbildung 33 sind die gemessenen Viertelstundenwerte des Abflusses der Altmühl über die Jahre 2019 bis 2023 dargestellt.

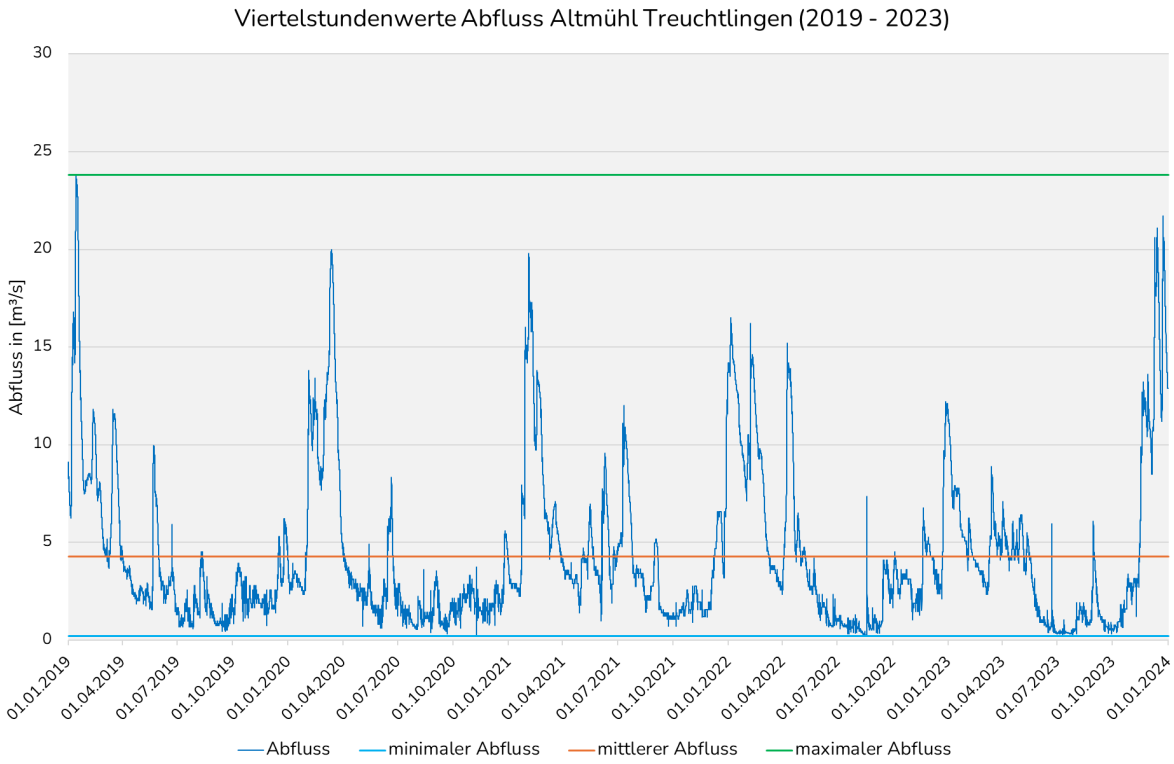


Abbildung 33: Abfluss Altmühl Messstelle Treuchtlingen 2019 - 2023 [40]

Der geringste Abflusswert in den dargestellten fünf Jahren betrug demnach 0,203 m³/s (gekennzeichnet mit der hellblauen Linie). Im ungünstigen Fall eines Temperaturunterschieds von 1 K im Wärmepumpenkreislauf und einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 3,0 lässt sich mit bei vollständiger Nutzung des Mindestdurchflusses theoretisch eine Nennwärmeleistung von ca. 1.275 kW generieren. Vor allem während der Heizperiode liegt der Abfluss der Altmühl teilweise deutlich über dem Wert von 0,203 m³/s und somit wäre die tatsächlich nutzbare Leistung gegebenenfalls höher. Wie hoch der in der Praxis nutzbare Volumenstrom tatsächlich ist, muss mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt Ansbach im Fall einer geplanten Umsetzung vorher abgestimmt werden.

Die nächstgelegene Messstelle, zu der Temperaturdaten des Gewässerkundlichen Diensts Bayern vorhanden sind, liegt am Ortsausgang von Eichstätt, etwa 31 km flussabwärts nach Solnhofen. Die Daten dieser Messstelle wurden zur Beurteilung der Wassertemperatur herangezogen. Die Lage der Messstelle ist in Abbildung 34 zu sehen.

Abbildung 34: geografische Lage Messstelle Eichstätt (Altmühl) [41]

Da die Nutzung des Wassers unterhalb von Temperaturen von 4 bis 5 °C zu Problemen mit Vereisung des Wärmetauschers führen könnte, wurde ebenso der Temperaturverlauf der Altmühl an der Messstelle Eichstätt ausgewertet. Abbildung 35 zeigt die Viertelstunden-werte des Temperaturverlaufs der Altmühl in den Jahren 2019 bis 2023.

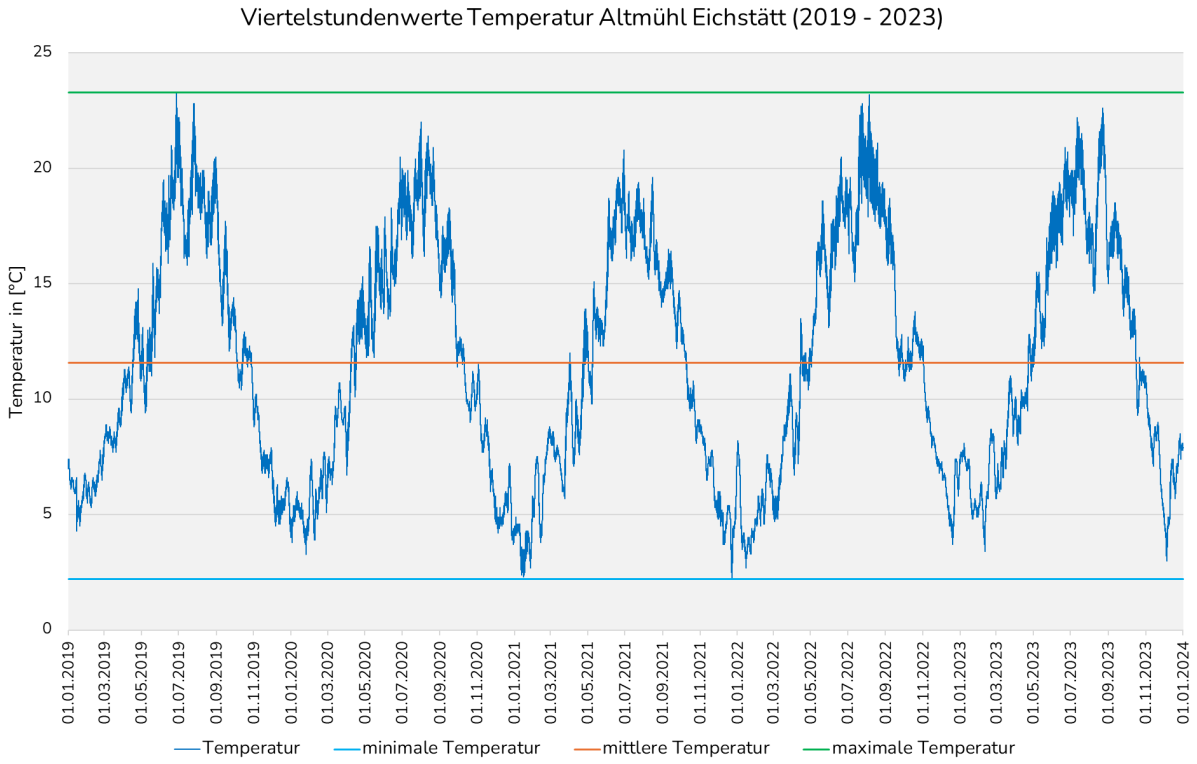


Abbildung 35: Abfluss Altmühl Messstelle Eichstätt 2019 - 2023 [42]

Die niedrigste Temperatur betrug demnach 2,2 °C im Jahr 2021. Für das Jahr mit der kältesten durchschnittlichen Wassertemperatur der dargestellten fünf Jahre ist in Abbildung 36 die geordnete Jahresdauerlinie der Viertelstundenwerte der Temperatur dargestellt.

Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass die Wassertemperatur der Altmühl im Jahr 2021 zu 8.760 h über 2 °C lag (oranges Rechteck). Für rund 7.450 h betrug die Wassertemperatur mehr als 5 °C (grünes Rechteck) und für etwa 4.470 h wurde eine Wassertemperatur von mehr als 10 °C erreicht (gelbes Rechteck).

Bei einer angenommenen Mindestwassertemperatur von über 5 °C wäre der Betrieb einer Wärmepumpe somit im ungünstigsten Fall der letzten fünf Jahre für ca. 7.450 h/a möglich.

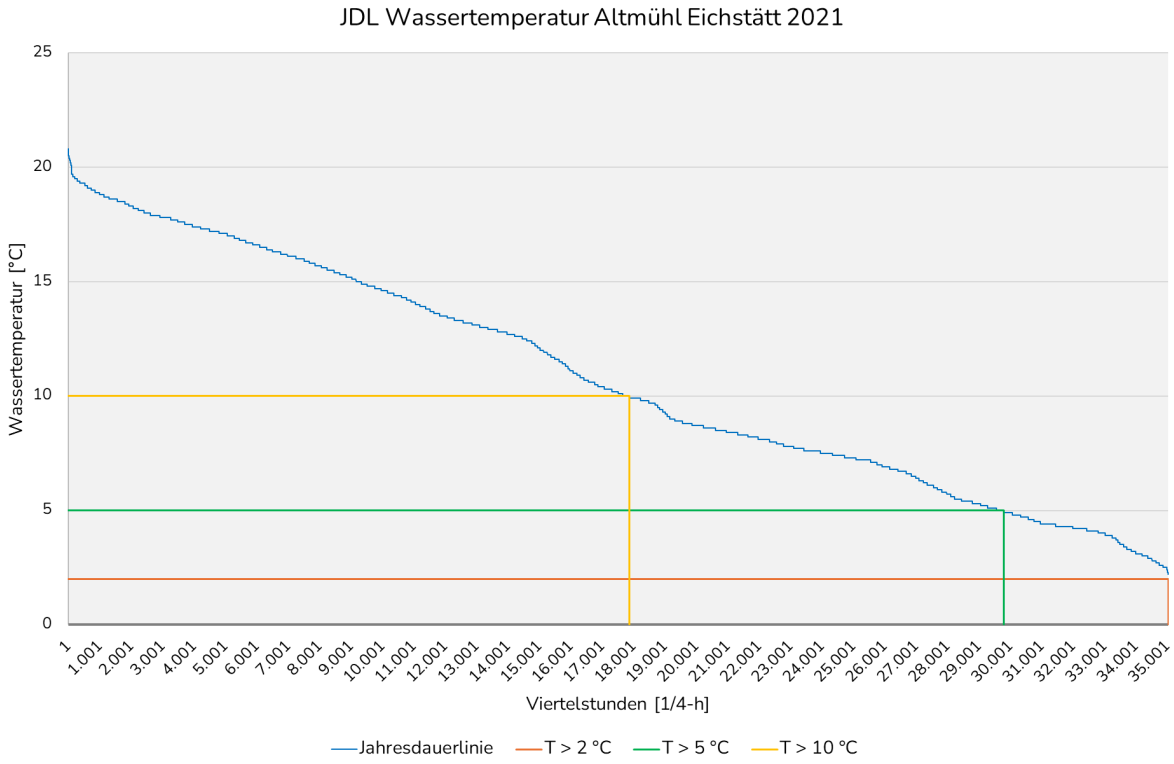


Abbildung 36: JDL Wassertemperatur Altmühl Messstelle Eichstätt 2021 [43]

Details zur Nutzung des Wassers der Altmühl für Heizzwecke sind vor einer eventuellen Umsetzung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt Ansbach abzustimmen und die entsprechenden Genehmigungen einzuholen.

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

6.2.2.5 Tiefe Geothermie

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

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

In Bezug auf die Nutzung von Tiefengeothermie sind einer ersten Einschätzung des LfU zufolge die vorhandenen Temperaturen in tieferen Lagen in und um Solnhofen zu niedrig, um dieses Potenzial sinnvoll nutzen zu können [20]. Des Weiteren macht die Nutzung von tiefer Geothermie zur Wärmeversorgung nur dann Sinn, wenn entsprechend große Wärmeleistungen und -mengen benötigt werden. Je kleiner die Wärmeabnahme und die benötigte Wärmeleistung, desto höher liegen die spezifischen Investitionskosten für Tiefenbohrungen. Auch sie machen eine sinnvolle ökonomische Nutzung tiefer Geothermie auf dem Gebiet der Kommune Solnhofen aus diesem Grund unwahrscheinlich.

Die Temperaturverteilung in 750 m unter Gelände ist in Abbildung 37 dargestellt. In Solnhofen liegen die Temperaturen in dieser Tiefe unter 35 °C, weshalb nicht von signifikanten thermischen Energiequellen ausgegangen werden kann.

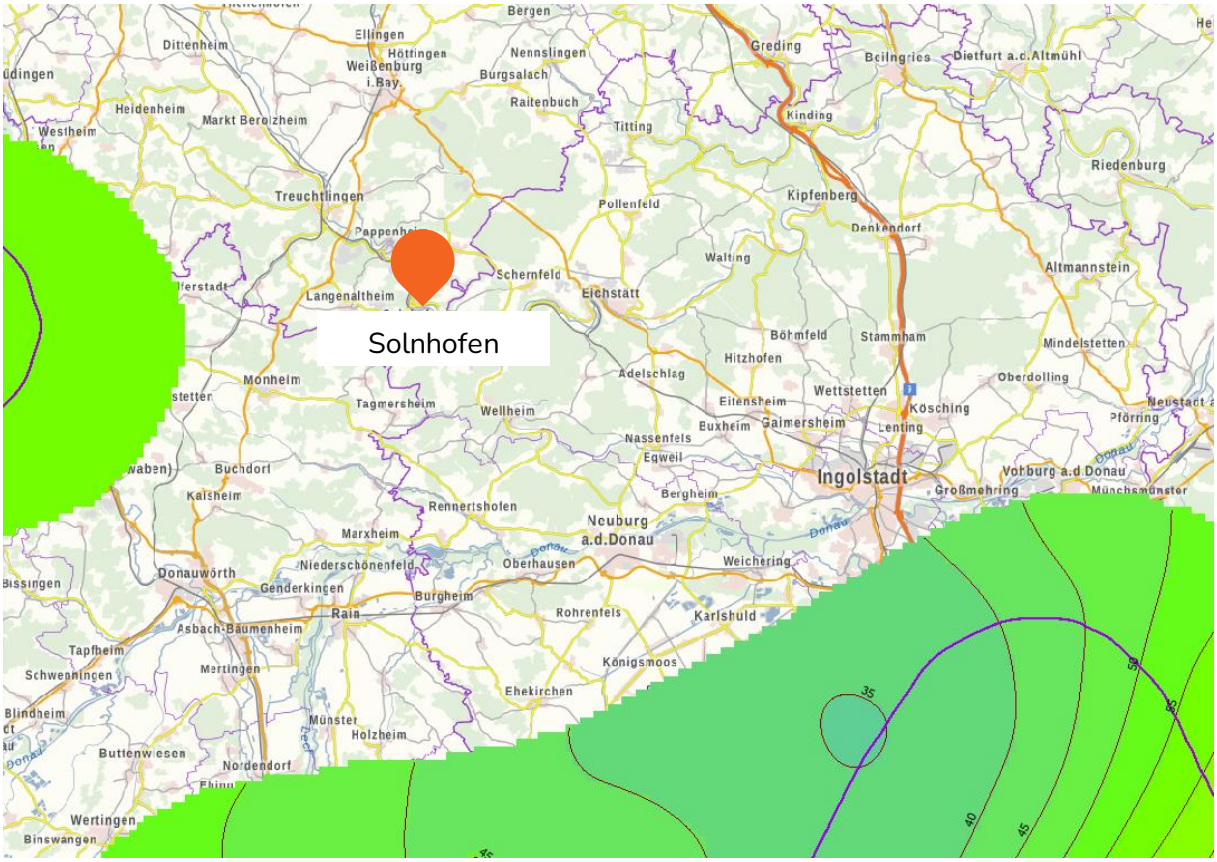


Abbildung 37: Temperaturverteilung in 750 m unter Gelände [20]

6.2.3 Biomasse

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

6.2.3.1 Feste Biomasse

Für die Potenzialermittlung fester Biomasse im Gebietsumgriff der Kommune wird auf Daten der *Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft* (LWF) zurückgegriffen. Diese Daten geben Auskunft über die aus den Wäldern jährlich nutzbaren Energiepotenziale je Kommune [44]. Zusätzlich werden Daten des LfU verwendet, die die anfallende Altholzmenge der vergangenen Jahre pro Landkreis ausweisen [45].

Die Potenziale des LWF beziehen sich zum einen auf Waldderbholz[14]. Die Daten dazu beinhalten unter anderem Fernerkundungsdaten, Daten aus der vierten Bundeswaldinventur und aus einer Holzaufkommensmodellierung. Das bedeutet, dass der Waldumbau sowie die aktuelle Holznutzung nach Besitzart mitberücksichtigt werden. Mit diesem Datensatz ist jedoch keine Auskunft darüber möglich, in welchem Umfang die Potenziale bereits genutzt werden oder in welchem Umfang sie tatsächlich verfügbar gemacht werden können.

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

Das Potenzial fester Biomasse in Solnhofen wird im Wärmeplan zum einen mit und ohne Berücksichtigung des Endenergieverbrauchs für Wärme der *Solnhofer Portland-Zement-*

[14] Derbholz: oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser größer 7 cm und mit Rinde [50]

werke GmbH & Co. KG ausgewiesen. Grund dafür ist der hohe Endenergieverbrauch des Zementwerkes aufgrund des Prozesswärmeeinsatzes im Vergleich zum Endenergieverbrauch der Kommune ohne Zementwerk.

Basierend auf den vorhergehend beschriebenen Daten des LWF und des LfU konnte somit ein theoretisches Potenzial von insgesamt knapp 3,9 GWh/a ermittelt werden. Dabei gehen 3,2 GWh/a auf die Nutzung von Waldderbholz und 0,6 GWh/a auf die Nutzung von Flur- und Siedlungsholz zurück. Aus der Verwertung von Altholz kann ein Potenzial von 0,1 GWh/a genutzt werden. Zusammenfassend sind die Potenziale in Abbildung 38 aufgelistet. Die Werte sind dabei auf Endenergie bezogen.

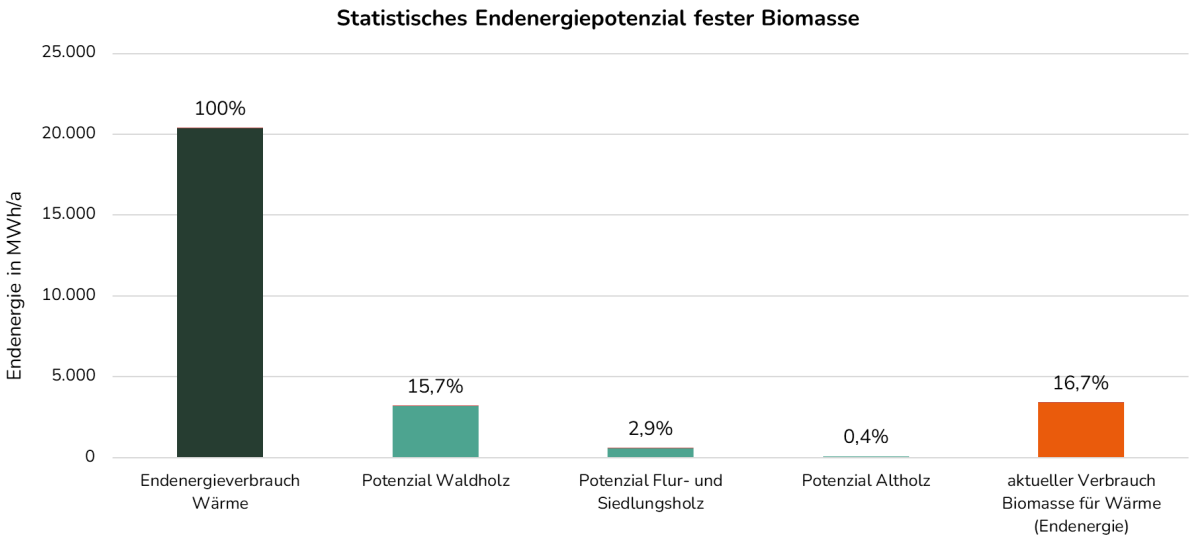


Abbildung 38: Endenergiepotenziale fester Biomasse (exkl. Prozesswärme)

Unter Berücksichtigung des Zementwerkes steigt der Endenergieverbrauch der Wärme um knapp 427 GWh/a, was somit zu einer Veränderung der prozentualen Anteile des Biomassepotenzials am Gesamtendenergieverbrauch führt. Dieser Effekt ist in Abbildung 39 zu sehen. Die absoluten Zahlen des Biomassepotenzials, sprich die Endenergiemengen, bleiben dabei unverändert.

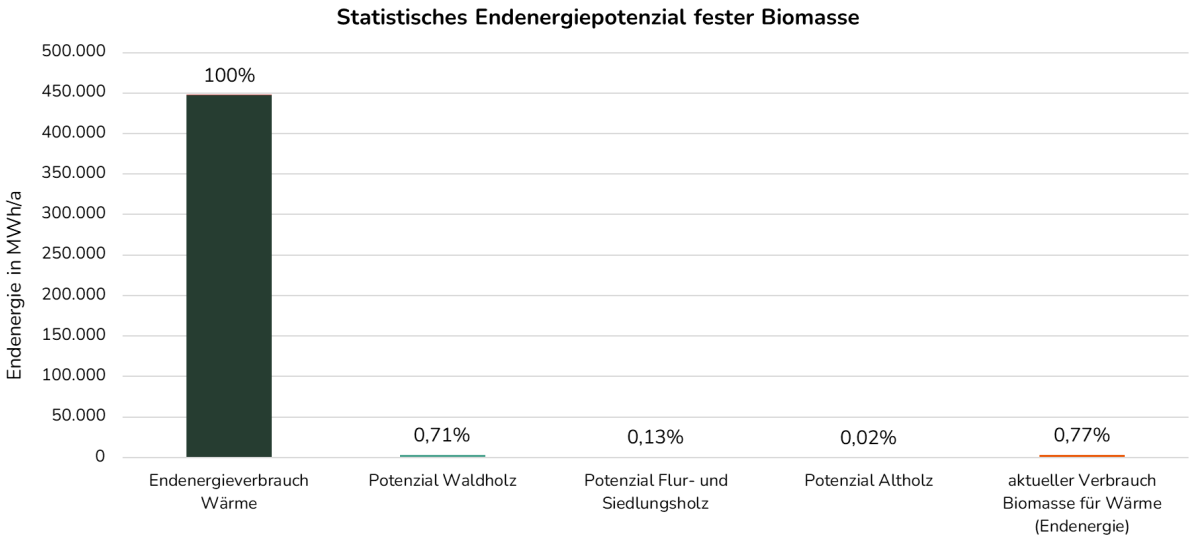


Abbildung 39: Endenergiepotenziale fester Biomasse (inkl. Prozesswärme)

Um die tatsächliche Verfügbarkeit dieses Potenzials besser einschätzen zu können, werden zunächst die Besitzverhältnisse der Wälder in Solnhofen untersucht, vgl. Abbildung 40.

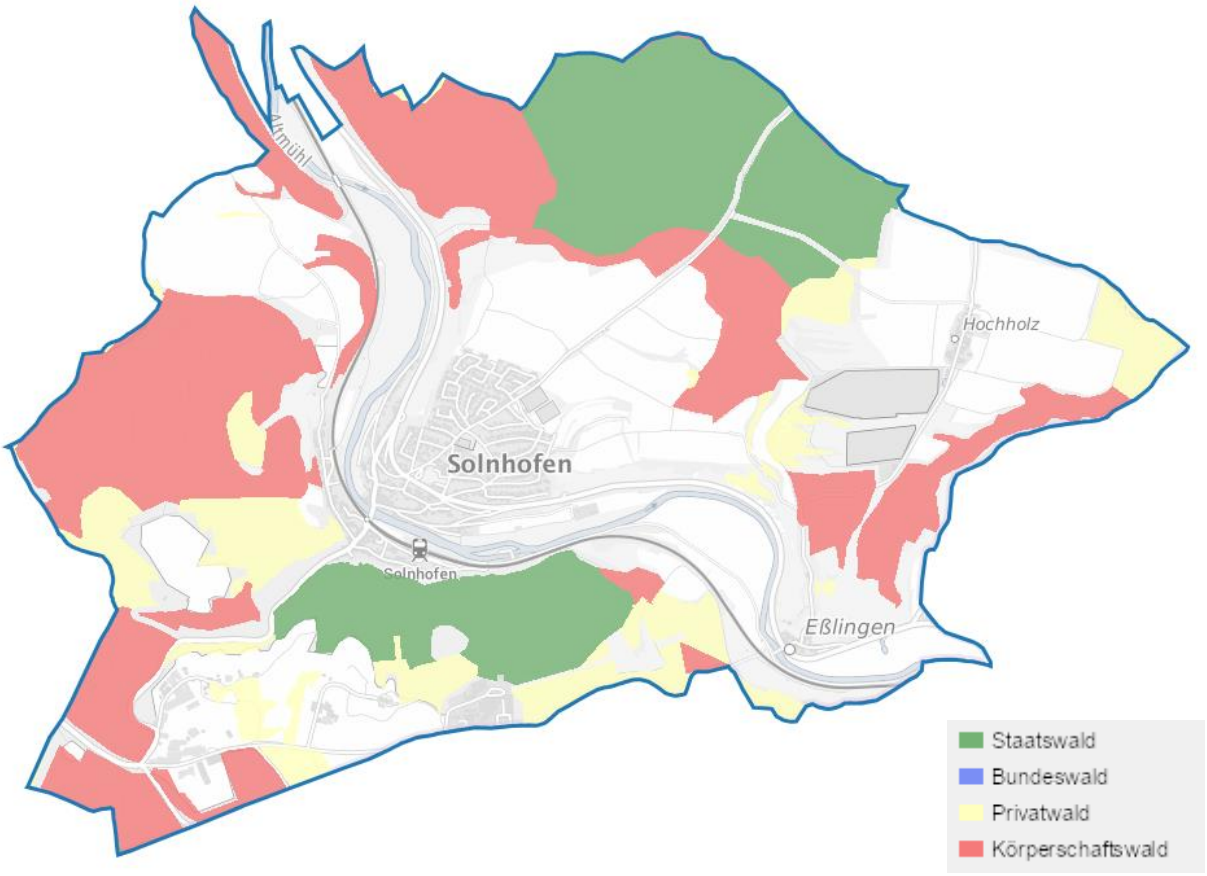


Abbildung 40: Forstliche Übersichtskarte Waldbesitz in Solnhofen [4], [30]

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

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

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

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

gedeckt werden kann, damit die Biomasse nicht die alleinige Versorgung übernimmt. Bedingt durch die starke Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen können die Biomassepotenziale sehr stark schwanken. Eine Nutzung von Biomasse als Energieträger erfordert deshalb unter Umständen eine Entscheidung im Einzelfall. Die Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse werden darüber hinaus in der EU-Richtline 2018/2001 (RED[15] II) geregelt und sind für die Nutzung von Biomasse als erneuerbarer Energieträger zu berücksichtigen.

6.2.3.2 Gasförmige Biomasse

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

Wie auch beim Potenzial fester Biomasse werden auch hier die Anteile des gasförmigen Biomassepotenzials einmal mit und ohne Berücksichtigung des Zementwerkes dargestellt. Das ermittelte Potenzial versteht sich als theoretisches Potenzial zur Erzeugung von Biogas mittels lokaler Ressourcen und ist somit auch zunächst unabhängig davon zu betrachten, ob Biogasanlagen im Gemeindegebiet vorhanden sind. Tatsächlich ist es so, dass es aktuell keine Biogasanlage im der Gemeinde Solnhofen gibt. Insgesamt steht somit ein theoretisches Biogaspotenzial von ca. 1,6 GWh/a zur Verfügung. Abbildung 41 zeigt dieses aufgegliedert nach den verschiedenen Biomassefraktionen im Vergleich zum aktuellen Endenergiebedarf für die Wärmeerzeugung.

[15] Renewable Energy Directive (RED) bzw. Erneuerbare-Energien-Richtlinie

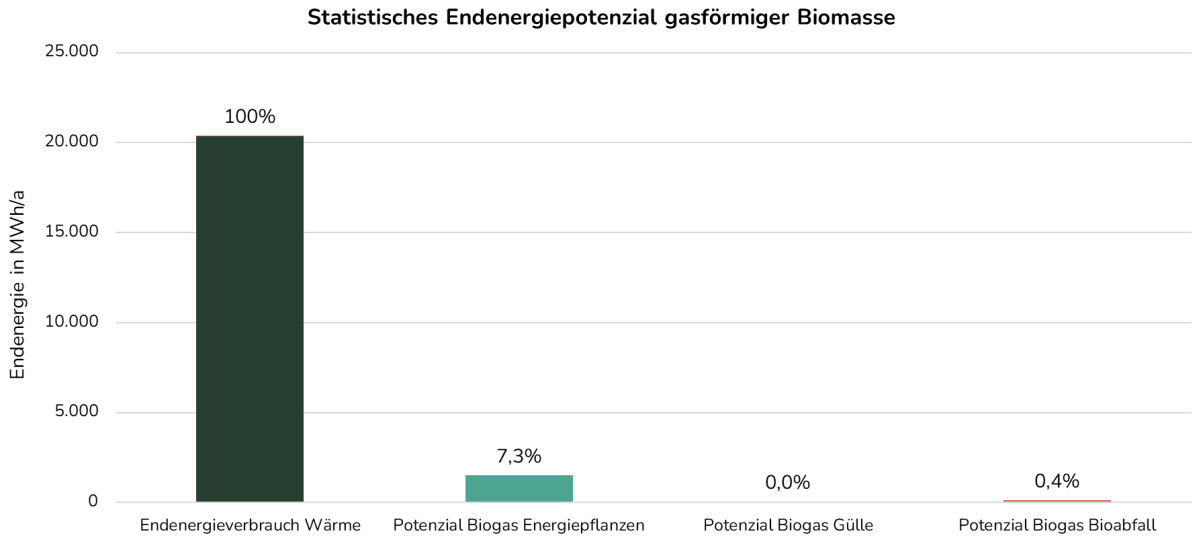


Abbildung 41: Endenergiepotenziale gasförmiger Biomasse (exkl. Prozesswärme)

Unter Berücksichtigung des Prozesswärmeverbrauchs des Zementwerks zeigt Abbildung 42 den daraus entstehenden Effekt der sich verändernden prozentualen Anteile. Die absoluten Zahlen des Biomassepotenzials, sprich die Endenergiemengen, bleiben dabei unverändert.

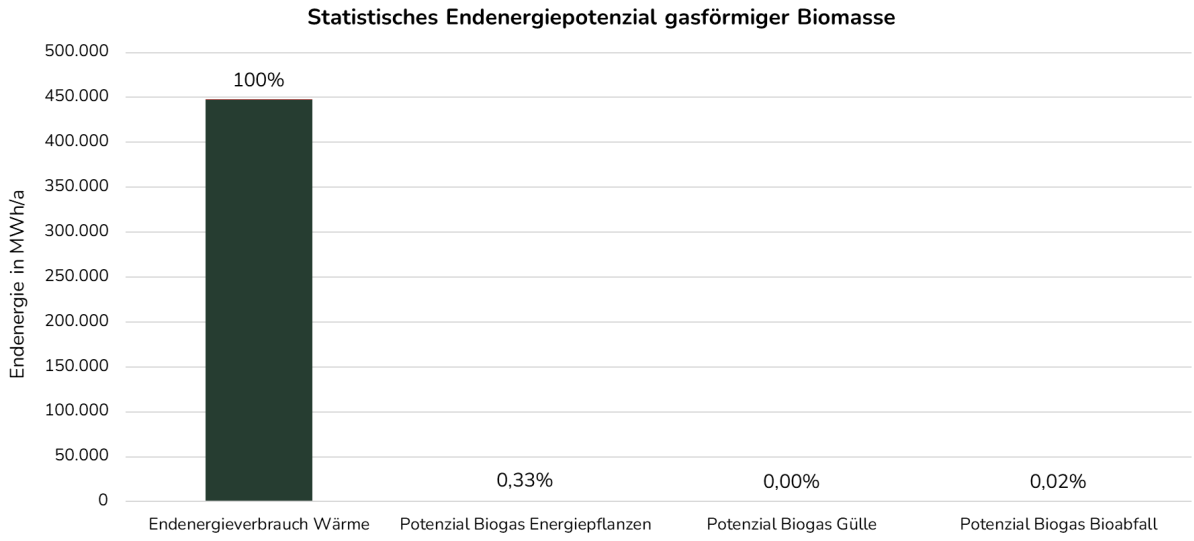


Abbildung 42: Endenergiepotenziale fester Biomasse (inkl. Prozesswärme)

6.2.4 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Dieser Abschnitt umfasst sowohl Photovoltaikanlagen auf Dächern als auch auf Freiflächen sowie das Potenzial aus Windkraftanlagen und Wasserkraftanlagen. Die Stromerzeugung

mit Hilfe von EE-Anlagen wird vor dem Hintergrund untersucht, dass mögliche Wärmepumpen für Wärmenetze weitgehend mit erneuerbarem Strom betrieben werden sollen.

6.2.4.1 PV-Aufdachanlagen

Die vorhandenen Dachflächen in der Gemeinde Solnhofen bieten ein großes Potenzial für die Stromproduktion durch Photovoltaikanlagen. Bis zum 31.12.2023 konnte laut *Energieatlas Bayern* ein Ausbaustand von 3.152 MWh/a [36] erreicht werden, was einem Ausbaugrad von 18,2 % entspricht. Das verbleibende PV-Potenzial auf den Dachflächen beläuft sich somit auf 17.279 MWh/a [36]. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Anteil denkmalgeschützter Gebäude, der 46 % des gesamten PV-Dachflächenpotenzials [36] ausmacht. Alternativ zur Nutzung für Photovoltaik besteht wie bereits in Kapitel 6.2.1 beschrieben ein Solarthermie-Potenzial für die Warmwasserbereitung in Höhe von 2.599 MWh/a.

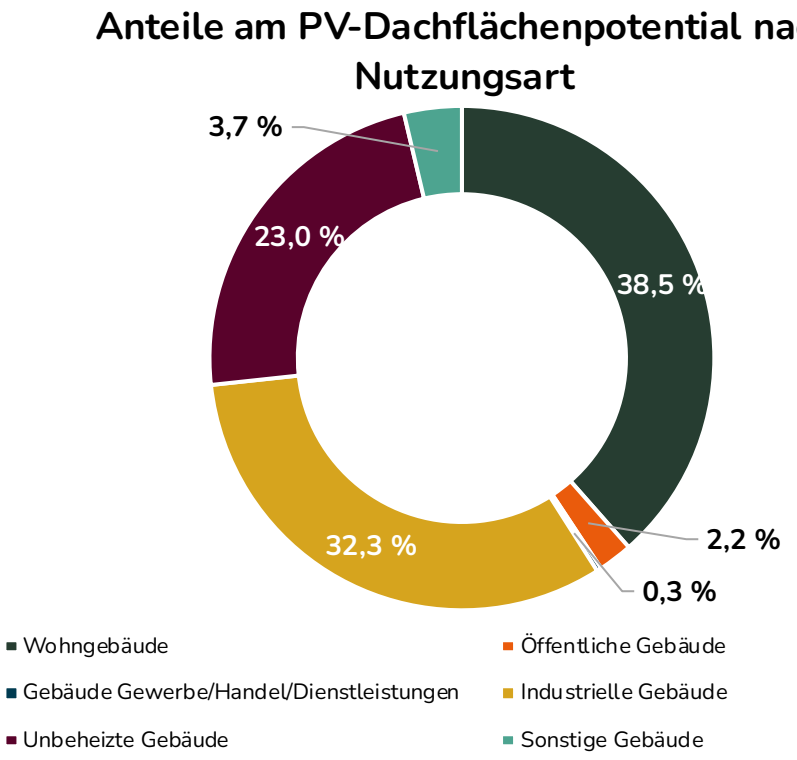


Abbildung 43: Aufteilung Potenzial PV-Aufdachanlagen nach Nutzungsart [36]

Die Verteilung des PV-Dachflächenpotenzials nach Nutzungsart der Gebäude in Abbildung 43 zeigt, dass Wohngebäude mit 38,5 % den mit Abstand größten Anteil ausmachen. 32,3 % des Potenzials entfällt auf industrielle Gebäude. Unbeheizte Gebäude machen einen Anteil

von 23,0 % aus. Öffentliche Gebäude tragen 2,2 % bei, während Gebäude des Gewerbes, Handels und der Dienstleistungen 2,2 % des Potenzials stellen. Sonstige Gebäude steuern 3,7 % bei.

Eventuell notwendige netzverstärkende Maßnahmen bei einem verstärkten Ausbau von PV-Anlagen sind in dieser Potenzialanalyse noch nicht berücksichtigt, aber bei Bedarf mit dem örtlichen Stromnetzbetreiber N-ERGIE Netz GmbH abzustimmen.

6.2.4.2 PV-Freiflächenanlagen

Die Freiflächen auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen bieten ein großes theoretisches Potenzial zur Erzeugung von Strom aus EE mittels Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Gemäß eines bayernweit allgemeingültigen PV-Kriterienkatalogs und dem Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten können Flächen im Umfang von rund 53 ha als potenziell geeignet für die Installation von PV-Freiflächenanlagen eingestuft werden. Unter der Annahme, dass 1 ha Fläche ca. 1 MW_p PV-Leistung entspricht, kann folglich überschlägig eine Leistung von ca. 53 MW_p installiert werden. Abzüglich bereits installierter PV-Freiflächenanalagen lässt sich bei einer spezifischen Erzeugung von 1.100 kWh/kW_p eine Strommenge von etwa 47 GWh/a generieren.

Eventuell notwendige netzverstärkende Maßnahmen bei einem verstärkten Ausbau von PV-Anlagen sind in dieser Potenzialanalyse noch nicht berücksichtigt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass derzeit in der Praxis keine weiteren PV-Anlagen vom Solnhofer Gemeinderat genehmigt werden

6.2.4.3 Windkraftanlagen

In der Gemeinde Solnhofen gibt es kein Potenzial für den Bau von Windkraftanlagen. Die Kommune liegt laut *Energie-Atlas Bayern* z.T. in regelmäßigen Ausschlussgebieten für Windkraft und gänzlich im militärischen Interessensbereich Flugbetrieb [36].

Unter Umständen können sich bei der Fortschreibung des Wärmeplans neue Erkenntnisse zur Errichtung von Windkraftanlagen ergeben, die für künftige Planungen berücksichtigt werden können.

6.2.4.4 Wasserkraft

Entlang der Altmühl ist auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen bislang ein Wasserkraftwerk installiert, nämlich bei der Solnhofer Mühle [36]. Bei dieser Anlage handelt es sich um ein Laufwerk in einem Leistungsbereich bis zu 499 kW, wobei konkrete Kennzahlen zu Anlagenleistung und produzierter Strommenge nicht vorliegen.

Aufgrund des in weiten Teilen naturnahen Verlaufs der Altmühl wird jedoch davon ausgegangen, dass es derzeit keine Möglichkeit gibt, weitere Wasserkraftwerke in relevanten Leistungsgrößen zu installieren und den Strom z.B. für den Betrieb von Großwärmepumpen zu nutzen. Daher wird dieses Potenzial nicht weiter betrachtet.

6.3 Abwärme

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

6.3.1 Industrielle Abwärme

Wie bereits unter 5.10 beschrieben, befinden sich auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen die *Solnhofer Portland-Zementwerke GmbH & Co. KG*. Auf der *Plattform für Abwärme* der *Bundesstelle für Energieeffizienz* wurde für das Zementwerk ein Abwärmepotenzial von insgesamt maximal 33.184 MWh/a bei einem durchschnittlichen Temperaturniveau von 85 °C bei den Zementmühlen bzw. gut 180 °C in der Kühlerabluft gemeldet [46]. Aufgrund der Lage des Zementwerks innerhalb der Kommune und den geografischen Gegebenheiten zwischen potenzieller Abwärmequelle und potenziellen Wärmeabnehmern wurde die technische Verfügbarkeit dieses Potenzials untersucht. Ein Teil der Abwärme wird bereits im Zementwerk für verschiedene Prozess- und Produktionsschritte verwendet. Aus früheren Untersuchungen ist laut der Gemeinde Solnhofen bekannt, dass eine darüberhinausgehende Nutzung der Abwärme für die Nutzung in einem Wärmenetz, technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll darstellbar ist. Grund dafür sind v.a. die Entfernung (> 1 km) und Höhenunterschiede (> 100 m) zwischen Zementwerk und potenziellen Wärmenetzgebieten. Aus diesen Gründen verfügt Solnhofen aktuell über kein nutzbares Abwärmepotenzial für eine Wärmenetzversorgung.

6.3.2 Abwasserkanäle

Zur Potenzialermittlung der Abwärme aus kommunalen Abwasserkanälen wird zunächst der Netzplan des lokalen Kanalnetzes untersucht. In Abbildung 44 ist das gesamte Kanalnetz kartografisch dargestellt.

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

Abbildung 44: Abwassernetz in der Gemeinde Solnhofen [8]

Das nach der Mindestnennweite ≥ DN 800 gefilterte Abwassernetz ist in Abbildung 45 dargestellt. Zu sehen ist, dass nur ein Bruchteil der Kanäle diese Bedingung erfüllt. Diese Kanalabschnitte liegen zwar z.T. zentral im Hauptort Solnhofen, allerdings verfügen diese Gebiete nur bedingt über hohe Wärmebedarfe, was nicht für eine Nutzung des Abwasserpotenzials in diesen Gebieten spricht.

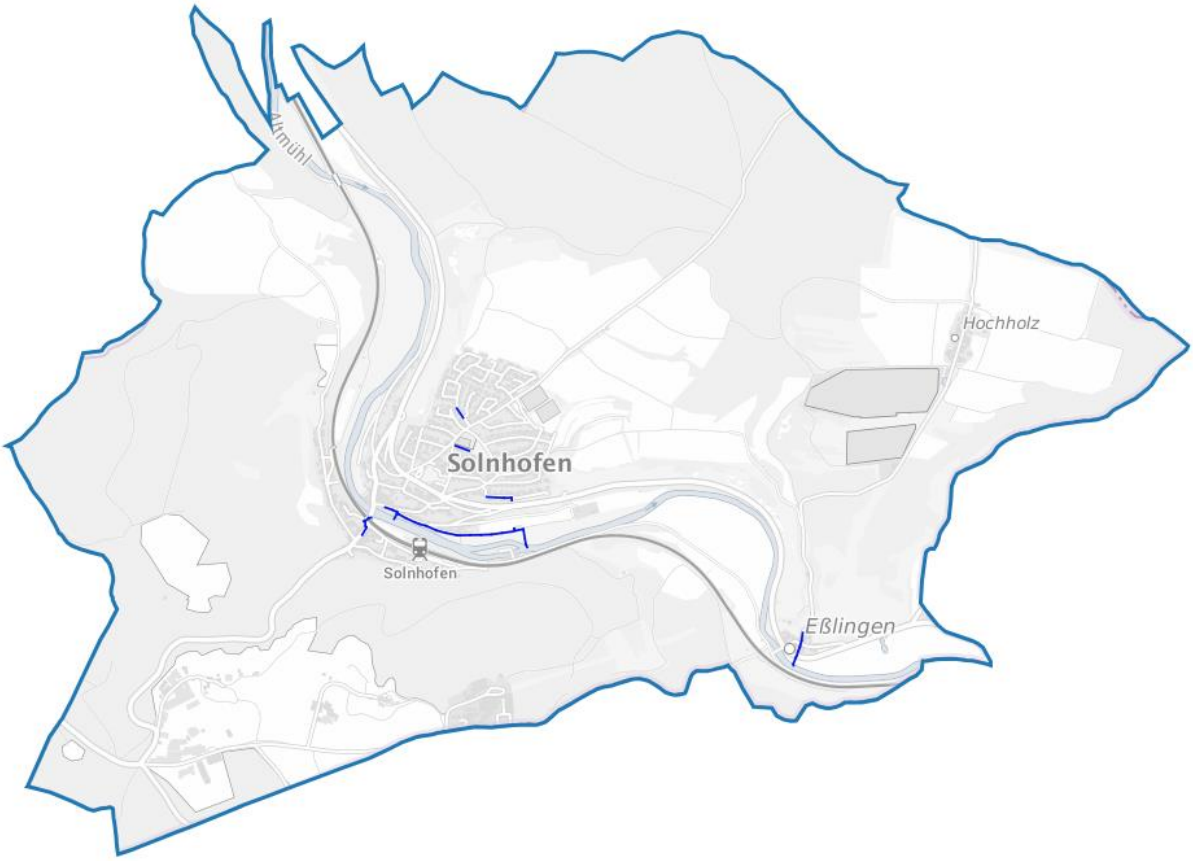


Abbildung 45: Abwassernetz in der Gemeinde Solnhofen mit DN ≥ 800 mm [8]

Für das Kanalnetz in Solnhofen liegen außerdem keine konkreten Messdaten vor. Aufgrund voraussichtlich niedriger Durchflüsse sind die potenziellen Kanalabschnitte mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht ausreichend für eine sinnvolle Wärmenutzung.

6.3.3 Kläranlagen

Zur Kläranlage Solnhofen liegen keine Jahresschmutzwassermengen oder Tagesdurchflusswerte vor. Für eine ausführliche Analyse wären zudem Stundendurchflusswerte erforderlich, um die Verfügbarkeit und thermische Leistung einer möglichen Wärmepumpe über den ge-

samten Jahresverlauf sehen und so eventuelle Zeitpunkte kritischer Wärmebereitstellung erkennen zu können. Dafür werden üblicherweise die Jahresschmutzwassermengen (JSM) für eine erste grobe Einschätzung herangezogen. Für eine sinnvolle Nutzung der Abwärme aus dem Abfluss der Kläranlage sollte dieser Wert 20 kg/s übersteigen.

Ohne Messreihen mit Stundenwerten zum Abfluss kann das nutzbare Potenzial aus dem Abfluss der Kläranlage nicht näher quantifiziert werden. Mit einem Einwohnerwert (EW) von 2.900 [47] werden allerdings die Jahresschmutzwassermengen als zu gering eingeschätzt, als dass eine wärmenetztechnische Nutzung des Abflusses der Kläranlage sinnvoll erscheint. Aus diesem Grund, dem voraussichtlich zu geringen Trockenwetterabfluss und den Entfernungen zur nächstgelegenen Bebauung und somit potenziellen Versorgungsgebieten, wird das theoretische Potenzial der Kläranlage nicht weiter verfolgt.

6.4 Wasserstoff und grünes Gasnetz

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

Zum jetzigen Zeitpunkt kann Wasserstoff daher aus den oben genannten Gründen realistischerweise nicht als Potenzial für die Wärmeversorgung – weder zentral noch dezentral – herangezogen werden.

6.5 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Tabelle 3 sind alle untersuchten Potenziale zusammenfassend dargestellt[16].

Tabelle 3: Übersicht der EE- und Abwärmepotenziale

Biomasse (fest)	o	~ 3,9 GWh/a (jedoch nahezu ausgeschöpft)
Biogas	+	~ 1,6 GWh/a
Geothermie	+	Erdwärmekollektoren, Nutzung dezentral möglich
Flusswasser	+	Nutzung der Altmühl laut WWA theoretisch möglich
Uferfiltrat	+	Nutzung von Uferfiltrat laut WWA eher empfohlen
Freiflächen (PV)	-	~ 42,7 MW_p bzw. ~ 47 GWh_{el}/a (theoretisch)
Dachflächen (PV)	+	~ 13,1 MW_p bzw. ~ 13,1 GWh_{el}/a
Windkraft	--	kein Potenzial (militärische Belange und keine Flächen)
Grünes Gasnetz	--	keine Biogasanlage vorhanden
Wasserstoff	--	kein Potenzial
Abwärme	--	kein sinnvoll nutzbares Abwärmepotenzial vorhanden
Kläranlage	--	Trockenwetterabfluss voraussichtlich zu gering
Abwasserwärme	--	zu geringer Durchfluss zu erwarten

Das statistische **Potenzial fester Biomasse** beläuft sich auf 3,9 GWh/a (hauptsächlich Waldderbholz). Es kann zu 19 % den Gesamtendenergiebedarf für die Wärmeerzeugung abdecken. Abbildung 38 zeigt aber auch, dass aktuell bereits 17 % des Gesamtendenergiebedarfs durch feste Biomasse bereitgestellt werden. Bilanziell betrachtet ist somit das gesamte Potenzial fester Biomasse bereits nahezu ausgeschöpft. In Realität wird feste Biomasse auch von Quellen außerhalb der kommunalen Grenzen für die Wärmeerzeugung bezogen. In welchem Ausmaß das aktuell, aber auch zukünftig erfolgen wird, kann im Rahmen der Wärmeplanung nicht ermittelt werden. Die genannten Zahlen sind daher rein bilanziell zu verstehen.

Das statistische **Gesamtpotenzial gasförmiger Biomasse** beläuft sich auf ca. 1,6 GWh/a. Es kann theoretisch einen Anteil von knapp 8 % am Gesamtendenergiebedarf für die Wärmeerzeugung (exklusive Prozesswärme) decken. Da es derzeit noch keine Biogasanlage auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen gibt, steht dieses Potenzial theoretisch noch vollständig zur Verfügung.

[16] Die darin genannten Energiemengen beziehen sich auf Endenergie.

Potenziale zur Nutzung **oberflächennaher Geothermie** sind in Solnhofen laut *Umweltatlas Bayern* eingeschränkt vorhanden. Erdsonden sind laut Erstauskunft nicht möglich. Erdwärmekollektoren sind außerhalb von Gewässern und Wasserschutzgebieten möglich, aber aufgrund ihres hohen Flächenbedarfs eher für die dezentrale Wärmeerzeugung als für die wärmenetztechnische Versorgung geeignet. Die Nutzung von Grundwasser zur Wärmeerzeugung ist in wenigen Gebieten möglich.

Als geeignetes **Fließgewässer** auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen kann die Altmühl erwähnt werden, die für eine thermische Nutzung in Frage kommt.

Durch die Flächenverteilung der Kommune ergeben sich sowohl auf Freiflächen als auch auf Dachflächen grundsätzlich große Potenziale zur Errichtung von **Photovoltaik**anlagen. Diese Stromerzeugungsanlagen können ebenso in die Wärmeversorgung zum Betrieb von Wärmepumpen mit eingebunden werden. Theoretisch können auf Freiflächen jährlich ca. 47 GWh_{el} Strom produziert werden, auf Dachflächen gut 17 GWh_{el}. Hierbei handelt es sich allerdings um das noch maximal ausbaubare Potenzial. Der Anlagenausbau und Änderungen im Kriterienkatalog für PV-Freiflächenanlagen haben Einfluss auf diese Zahlen.

Windkraftanlagen bieten für das gesamte Gebiet der Gemeinde Solnhofen aufgrund des militärischen Interessensbereich zunächst kein Potenzial zur Stromerzeugung für den Betrieb von Wärmepumpen.

Für die Erzeugung von **Wasserstoff** fehlen sowohl auf zentraler Ebene (Gasnetz), als auch auf dezentraler Ebene (Elektrolyseur) die notwendigen Infrastrukturen, um dieses Potenzial nutzen zu können. **Grünes Gas** kann weder produziert (keine Biogasanlagen auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen), noch zentral verteilt werden (fehlende Gasnetzinfrastruktur).

Wirtschaftlich und technisch sinnvoll nutzbare **Abwärmepotenziale** größerer Industriebetriebe, die für ein Wärmenetz geeignet wären, konnten nicht identifiziert werden.

Die Nutzung von Wärme aus dem Abwasser der **Kläranlage** wird als nicht sinnvoll eingeschätzt. Es fehlen kontinuierliche Messreihen zu Abflusswerten und der Wert des Trockenwetterabflusses ist zu gering, als dass sich eine Nutzung lohnen würde.

Die Analyse des **Abwassernetzes** ergab zwar bestimmte Teilstränge, die aufgrund ihres Durchmessers für die thermische Nutzung grundsätzlich geeignet sein könnten, allerdings gibt es auch hier keine Messreihen zu tatsächlichen Abflussmengen. Zudem liegen die in Frage kommenden Kanalabschnitte nicht immer in der Nähe von Bebauungsstrukturen mit hohem Wärmebedarf.

7 Zielszenario

Nach § 18 Abs. 1 WPG ist für alle Gebiete, die nicht der verkürzten Wärmeplanung unterliegen, eine Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete durchzuführen [5]. Hierzu stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige beplante Teilgebiet am besten eignet. In nachfolgender Tabelle 4 sind die unterschiedlichen Kategorien von Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG dargestellt. Ein Wärmenetzgebiet ist demnach ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll.

Tabelle 4: Unterscheidung Wärmeversorgungsarten nach § 3 Abs. 1 Nr. 6, 10 und 18 WPG [5]

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

Die Wahl der Wärmeversorgungsart erfolgt mithilfe der nachfolgenden Parameter:

1. Wärmegestehungskosten[17]
2. Realisierungsrisiken
3. Maß an Versorgungssicherheit
4. kumulierte Treibhausgasemissionen

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

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

7.1 Erstellung Zielszenario

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

7.1.1 Erstellung von Standardlastprofilen und Jahresdauerlinien

Zur detaillierteren Betrachtung bestimmter Teilgebiete wird der zeitliche Wärmebedarf aus den vorliegenden Daten des Wärmekatasters[18] abgeleitet. Dabei wird mittels des absoluten jährlichen Wärmebedarfs und Standardlastprofilen, die die Art des Gebäudes berücksichtigen, der zeitliche Verlauf des Wärmebedarfs gebäudescharf abgebildet. Falls vorhanden, werden v.a. bei relevanten Großverbrauchern gemessene Lastgänge anstelle der Standardlastprofile verwendet. Zur Darstellung des Wärmebedarfs auf Quartiersebene werden alle in

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

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

einem Quartier befindlichen, zeitlich aufgelösten Wärmebedarfe kumuliert. Dabei wird zunächst keine Gleichzeitigkeit[19] berücksichtigt. Um die benötigte Wärmeleistung im Jahresverlauf besser beurteilen zu können, wird eine geordnete thermische Jahresdauerlinie erstellt. Diese stellt die Wärmeleistung absteigend vom größten bis zum kleinsten Leistungswert über die Stunden eines Jahres dar und gibt somit Aufschluss darüber, welche Wärmeleistung zu wie vielen Stunden im Jahr benötigt wird.

7.1.2 Dimensionierung der Technologien

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

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

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

Bestehende Wärmenetze: nach § 29 Abs. 1 WPG gilt für bestehende Wärmenetze, dass die jährliche Nettowärmeerzeugung ab den genannten Zeitpunkten[20] aus den folgenden Wärmequellen erzeugt werden muss [5]:

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

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

1. Jedes neue Wärmenetz muss abweichend von § 29 Abs. 1 Nr. 1 WPG ab dem 1. März 2025 zu einem Anteil von mindestens 65 Prozent der jährlichen Nettowärmeerzeugung mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist werden.

2. Der Anteil Biomasse an der jährlich erzeugten Wärmemenge ist in neuen Wärmenetzen mit einer Länge von mehr als 50 Kilometern ab dem 1. Januar 2024 auf maximal 25 Prozent begrenzt.

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

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

[20] Eine Verlängerung der Frist kann unter bestimmten Voraussetzungen erfolgen.

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

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

7.1.3 Kostenprognose

Zur Quantifizierung der Wärmegestehungskosten, die ein wesentliches Bewertungskriterium zur Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sind, werden Kostenprognosen aufgestellt. Auf Grundlage der ausgelegten Versorgungsvarianten wird eine überschlägige Vollkostenrechnung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 erstellt [48]. Die zugrundeliegenden Werte für Investitionskosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten wurden dem Technikkatalog Wärmeplanung des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz* (BMWK) und des *Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen* (BMWSB) entnommen [16]. Das bedeutet, dass sämtliche einmalig anfallende sowie laufende Kosten zusammengefasst und auf einen bestimmten Zeitraum abgeschrieben werden. Dadurch wird eine geeignete und adäquate Entscheidungsgrundlage für Investitionen mit langfristiger Wirkung geschaffen.

7.2 Zielszenario 2045

In den folgenden Abschnitten wird das Zielszenario für ausgewählte Teilgebiete im Jahr 2040 (Bayern)[21] bzw. 2045 (Deutschland) inklusive der Zwischenschritte in den Stützjahren dargestellt und näher erläutert.

[21] Laut Art. 2 Absatz 2 des Bayerischen Klimaschutzgesetzes soll das Bundesland Bayern bereits bis 2040 klimaneutral sein [52].

7.2.1 Voraussetzungen und Annahmen

Die Betrachtungen basieren auf gewissen Annahmen, die bereits in den vorherigen Kapiteln teilweise beschrieben wurden. Eine Wasserstofflösung wurde nicht betrachtet und berechnet, da in Solnhofen zum jetzigen Kenntnisstand eine Versorgung mit Wasserstoff – zentral wie dezentral – nicht als realistisch eingestuft wird, zumal es in Solnhofen kein Erdgasnetz gibt, das für eine künftige Versorgung mit Wassersott genutzt werden könnte.

Darüber hinaus wurde die Einteilung in Wärmenetzgebiete zum einen auf Basis des gesamten Wärmeverbrauchs der Straßenzüge durchgeführt. Zum anderen wurde bei der Einteilung auch das Anschlussinteresse aus der Fragebogenaktion (vgl. Kapitel 5.11) berücksichtigt.

Die tatsächliche Umsetzbarkeit von Wärmenetzen hängt weiterhin stark von der real zu erwartenden Anschlussquote ab.

7.2.2 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Nachfolgend werden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren sowie im Zieljahr 2045 dargestellt. Alle unter 5.12 beschriebenen Quartiere auf dem Gebiet der Gemeinde Solnhofen wurden für diese Einteilung berücksichtigt. Die Einteilung nach dem WPG lautet wie folgt:

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

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

Die Einteilung der Quartiere in die verschiedenen Arten der Wärmeversorgungsgebiete gemäß Tabelle 5 erfolgte dabei in enger Abstimmung mit der Gemeinde Solnhofen.

Abbildung 36 zeigt die Einteilung der Quartiere in Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030 für das gesamte Gebiet der Kommune Solnhofen. Zu erkennen sind die beiden Wärmenetzneubaugebiete Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum (grün markiert). Diese Bereiche zeichnen sich durch eine im Vergleich zu anderen Gebieten vergleichsweise hohe Wärmeliniendichte aus. Konkrete Planungen sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Wärmeplans nicht bekannt. Eine seriöse Einschätzung darüber, wie schnell eine mögliche Umsetzung geschehen kann, ist ebenso nicht möglich.

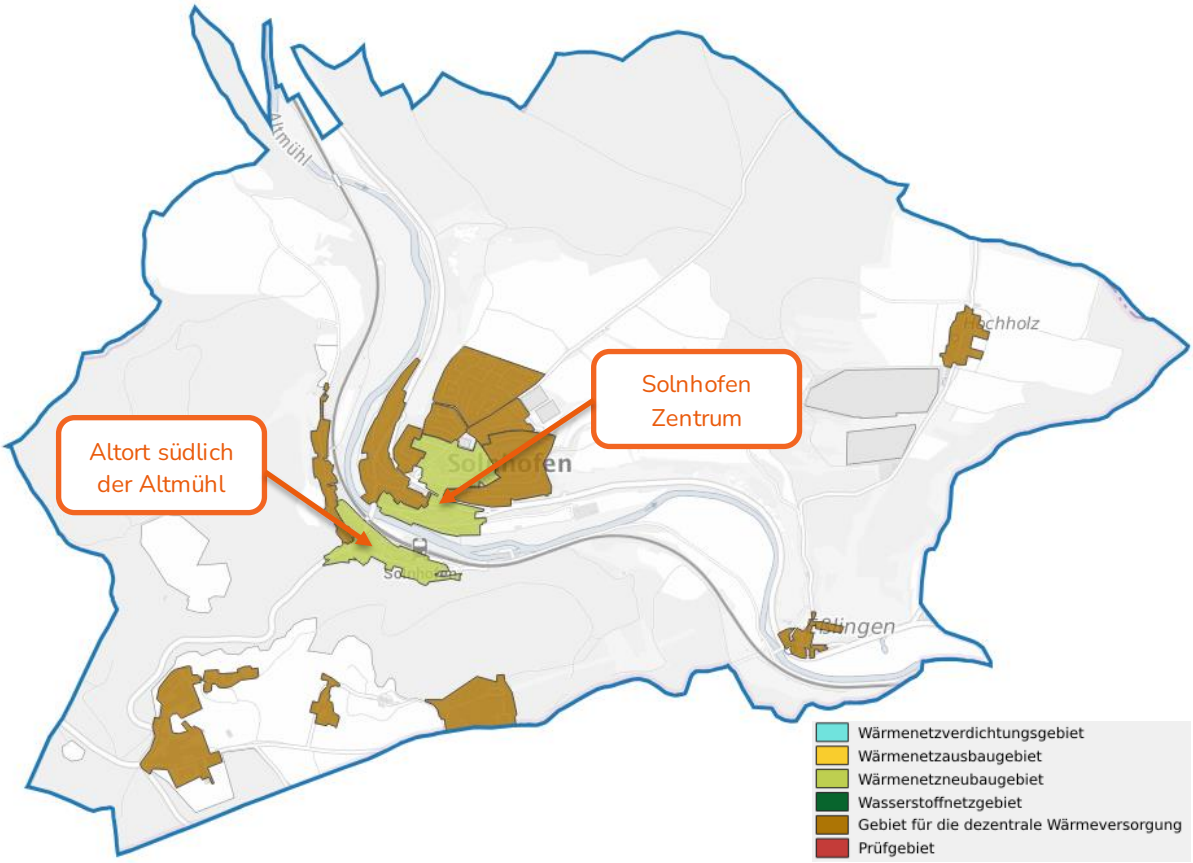


Abbildung 46: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030 [8]

Alle verbleibenden Quartiere wurden als Gebiete für die dezentrale Versorgung eingestuft. Dies liegt an den zu erwartenden niedrigen Wärmeliniendichte (vgl. Tabelle 2) bzw. an der Siedlungsstruktur, die großteils ländlich geprägt ist. In diesen Gebieten wird es als sehr unwahrscheinlich angesehen, dass diese großflächig mit einem Wärmenetz versorgt bzw. erschlossen werden. Gebäude in diesen Quartieren werden auch künftig mit hoher Wahrscheinlichkeit dezentral mittels Einzellösungen versorgt werden. Im Einzelfall können jedoch

auch hier in Eigeninitiative Wärmeverbundlösungen in Form von kleineren Gebäudenetzen entstehen. Aufgrund der Abnahmestruktur ist hier allerdings eher mit lokalen Lösungen, wie beispielsweise der gemeinsamen Versorgung weniger nahegelegener Gebäude zu rechnen.

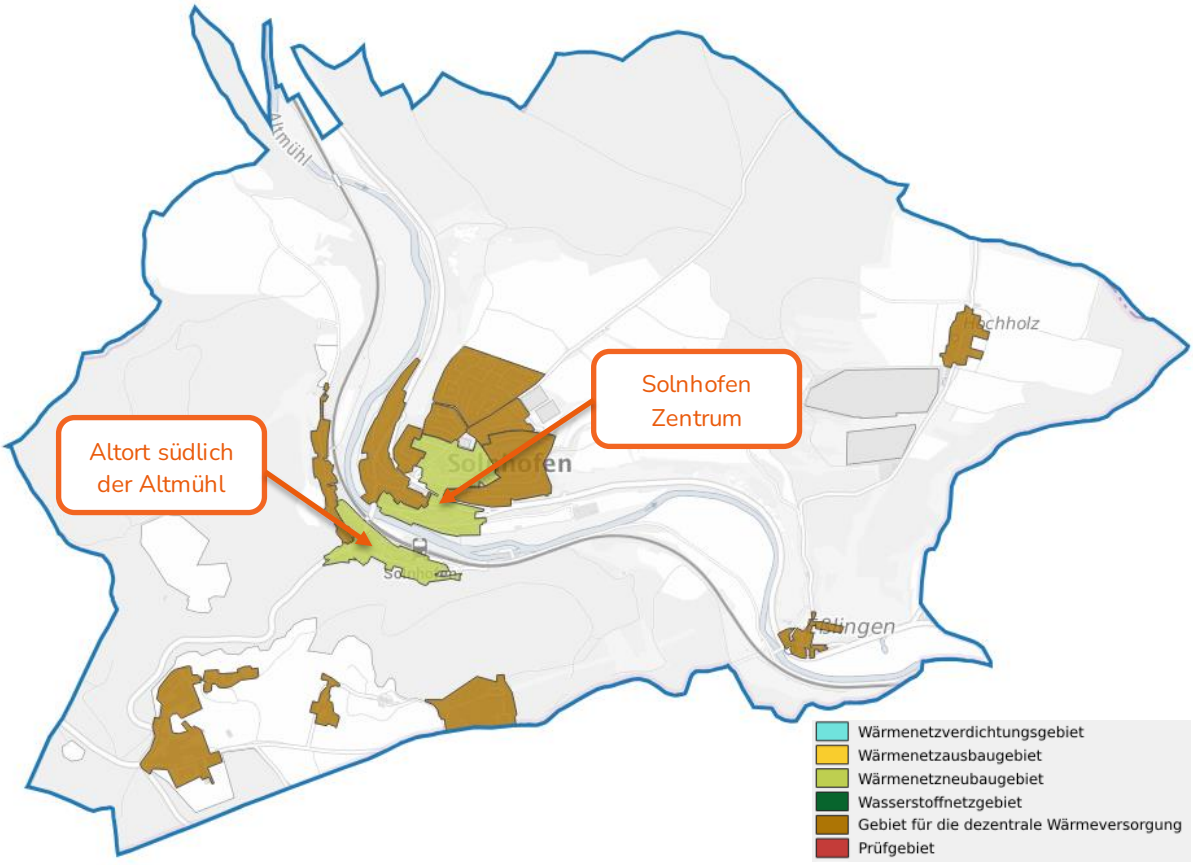


Abbildung 47: Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Stützjahr 2030 [8]

Für die Stützjahre 2035 und 2040, sowie für das Zieljahr 2045[22] ist eine weitere Entwicklung der Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Teilgebieten sehr unwahrscheinlich. Es ist daher davon auszugehen, dass der Großteil der Gemeinde Solnhofen nach wie vor dezentral mittels Einzellösungen heizen wird, auch im Zieljahr 2045. Im Einzelfall können jedoch auch hier Wärmeverbundlösungen in Form von kleineren Gebäudenetzen entstehen. Aufgrund der

[22] Weshalb auf weitere kartografische Darstellungen der Stützjahre 2035 und 2040 sowie des Zieljahres 2045 verzichtet wird. Für sie ist Abbildung 47 heranzuziehen.

Abnahmestruktur ist hier allerdings eher mit lokalen Lösungen, wie beispielsweise der gemeinsamen Versorgung weniger nahegelegener Gebäude zu rechnen.

7.2.3 Energieeinsparpotenzial der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

Nach §18 Abs. 5 WPG werden zusätzlich zu den voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten auch beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial dargestellt [5]. Die gelb markierten Gebiete in Abbildung 48 zeigen einen großen Anteil an Gebäuden mit einem hohen spezifischen Endenergieverbrauch, welche besonders für Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs geeignet sind. Hierbei handelt es sich um die Quartiere Altort links der Altmühl, Altort rechts der Altmühl, Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum.

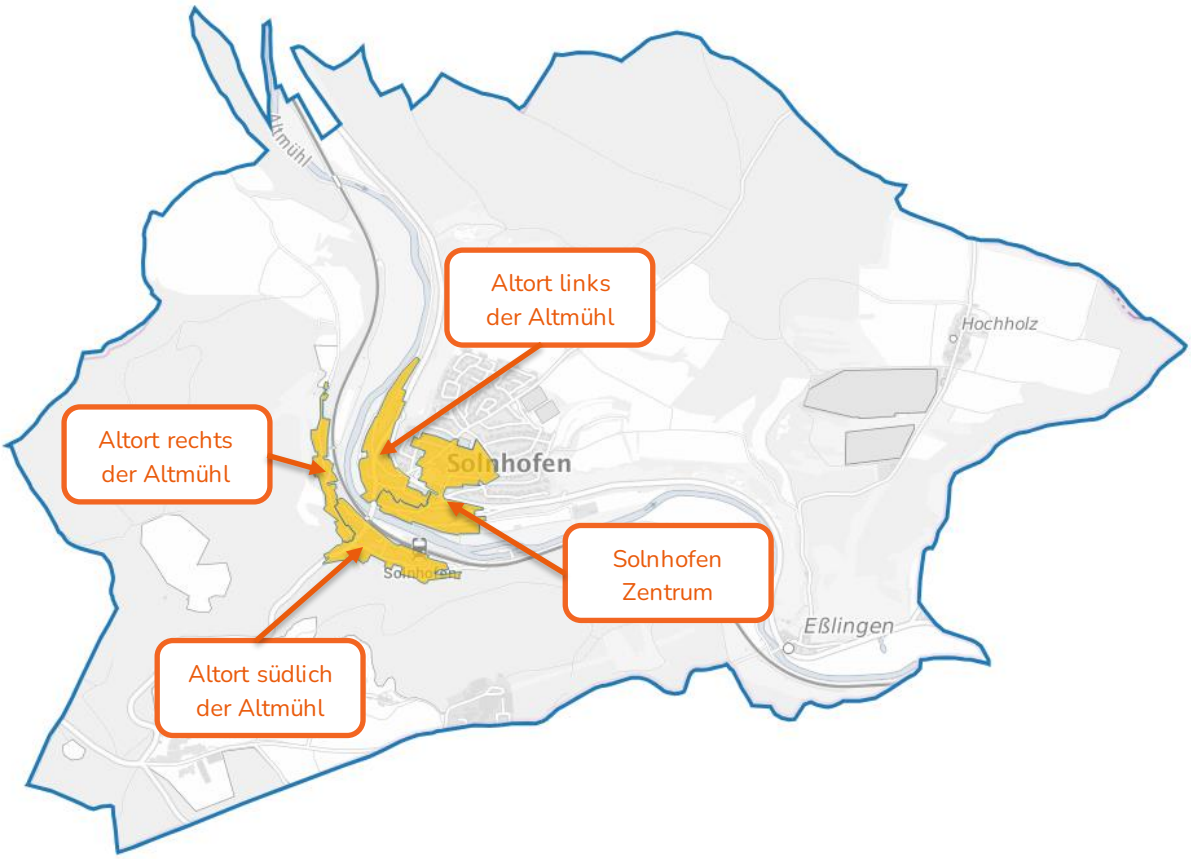


Abbildung 48: beplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial [8]

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

7.2.4 Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr

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

Tabelle 6: Einteilung der Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr [5]

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

Bei der Einordnung der in Tabelle 6 dargestellten Wahrscheinlichkeitsstufen ist hervorzuheben, dass es zahlreiche Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung gibt, die im Rahmen der Wärmeplanung noch nicht abschließend geklärt werden können. Diese umfassen u.a.:

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

Nachfolgend werden in Abbildung 49 die Wahrscheinlichkeitsstufen für die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete dargestellt.

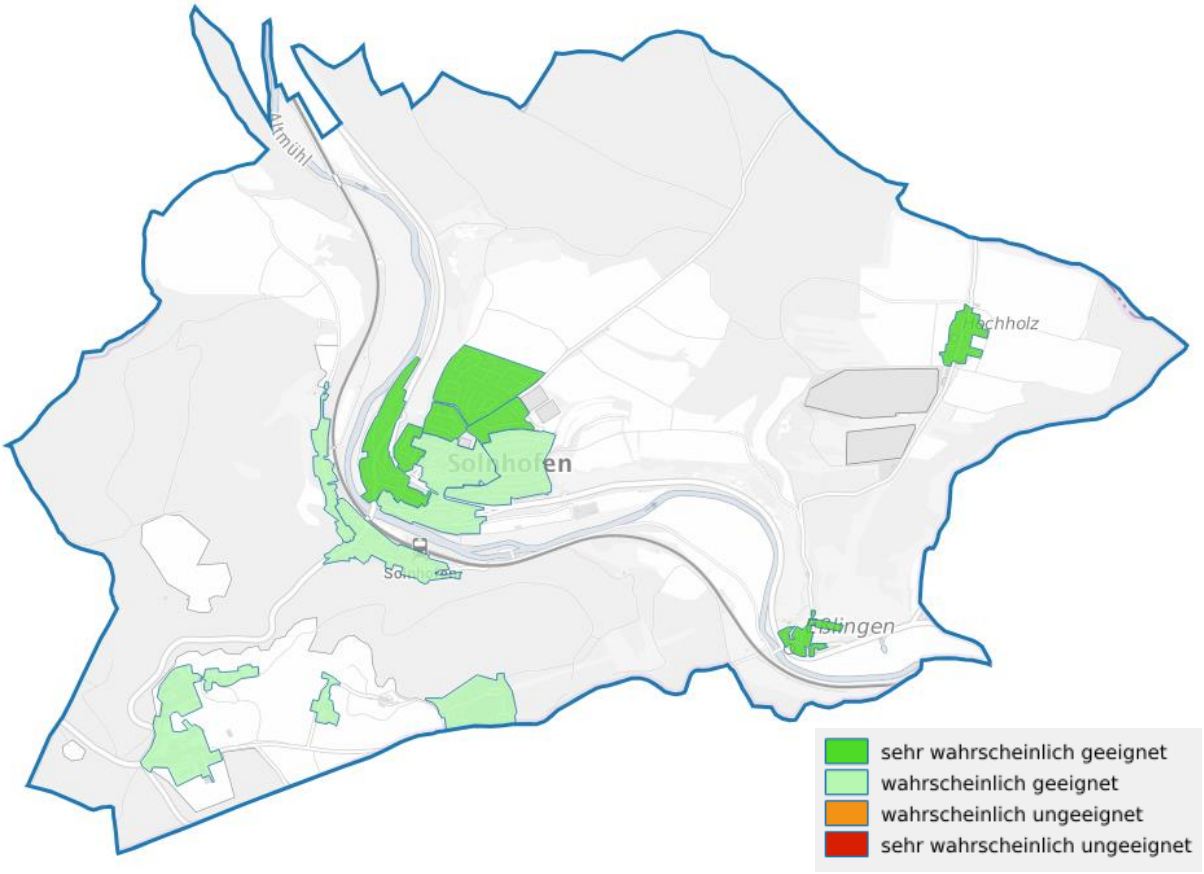


Abbildung 49: Eignungsstufen der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete [4]

Die Eignung der Quartiere Altort links der Altmühl, Am Trudenbuck, An den Hofäckern, An der Sommerwiese, Eßlingen, Hochholz, sowie Karl-Högner-Straße/Am Lohweg als Gebiete für die dezentrale Versorgung wird als sehr wahrscheinlich eingeschätzt. Entweder sind die Wärmeliniendichten aufgrund der Bebauungsstruktur für die Umsetzung von Wärmenetzen zu gering oder es handelt sich um Gebäude, die bereits einen besseren Effizienzstandard aufweisen und daher nicht für die Errichtung eines Wärmenetzes geeignet sind.

Die Eignung der übrigen Quartiere Altort rechts der Altmühl, Altort südlich der Altmühl, Hummelberg, Industriestraße/Römertalstraße/Hochholzer Weg etc., Solnhofen Zentrum, Solnhofer Bruch sowie Solnhofer Portland-Zementwerk für die Wärmeversorgungsart im Zieljahr kann als wahrscheinlich angesehen werden. Die Gebiete Solnhofen südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum eignen sich wahrscheinlich für die Errichtung eines Wärmenetzes. Geklärt werden muss hier in erster Linie die Betreiberfrage. Das Gebiet Industriestraße/Römertalstraße/Hochholzer Weg etc. eignet sich in erster Linie für eine dezentrale

Wärmeversorgung. Allerdings kann auch hier unter gewissen Umständen die Errichtung eines Wärmenetzes Sinn machen. Die drei Gebiete Hummelberg, Solnhofer Bruch und Solnhofer Portland-Zementwerk eigenen sich auch wahrscheinlich für eine dezentralen Wärmeversorgung am besten.

7.2.5 Optionen für die künftige Wärmeversorgung

In diesem Abschnitt werden insgesamt zwei Fokusgebiete beleuchtet, in denen die Umsetzungswahrscheinlichkeit eines Wärmenetzes am höchsten ist. In der Untersuchung ist jeweils eine Variantenauslegung anhand der thermischen Jahresdauerlinie enthalten. Anhand des Technikkatalogs des BMWK und des BMWSB wurden außerdem erste Kosten für die Umsetzung veranschlagt. Anhand der überschlägig berechneten Wärmegestehungskosten wurden jeweils drei Wärmeversorgungsvarianten pro Fokusgebiet hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit miteinander verglichen. Da in der Kommune keine für ein Wärmenetz sinnvoll nutzbare Abwärmequelle vorhanden ist, wird die Versorgung der Wärmenetze je über eine Heizzentrale realisiert.

Aus den Erkenntnissen der Potenzialanalyse in Kapitel 6 lässt sich ableiten, dass zur Wärmeversorgung in erster Linie Potenziale auf Basis der Energieträger Biomasse und Strom vorhanden sind. Eine Einbindung verschiedener Umweltwärmequellen wie Umgebungsluft, Flusswasser der Altmühl und oberflächennahe Erdwärme (zunächst nur mit Einsatz von Erdwärmekollektoren) ist ebenso denkbar. Zusätzlich ist eine Einbindung von Wärme aus Solarthermieanlagen z.B. auf den Dächern der Heizzentralen möglich. Da allerdings der Flächenbedarf für Erdwärmekollektoren v.a. in größeren Quartierslösungen sehr hoch ist und noch keine konkreten Größenangaben zu den Dachflächen potenzieller Heizzentralen bekannt sind, werden nur Varianten auf Basis von fester Biomasse und Luft-/Wasser-Wärmepumpen sowie Flusswasser-Wärmepumpen untersucht. Alle Versorgungsvarianten sind von Beginn an auf eine Wärmeversorgung aus 100 % EE hin ausgelegt.

Der errechnete Preis pro Kilowattstunde Wärme berücksichtigt die gesamten anfallenden Kosten für die Errichtung und den Betrieb des Wärmenetzes, d.h. unter anderem Investitions-, Betriebs- und Energiekosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten. Im weiteren

Verlauf werden daraus jährliche Kosten abgeleitet, die durch die jährlich abgenommene Wärmemenge geteilt werden. Durch diese Herangehensweise ergeben sich höhere Preise pro kWh, da beispielsweise die anfallenden Kosten, die unmittelbar beim Anschluss an das Wärmenetz (z. B. durch die Hausanschlussleitung oder den Wärmetauscher) anfallen, bei der Berechnung der spezifischen Kosten vollständig enthalten sind. Zudem wird der Wärmepreis häufig in Grund- und Arbeitspreis und damit in Kosten pro kW vertraglich zugesicherter Leistung und tatsächlich abgenommener Wärmemenge aufgeteilt. Dementsprechend wird je nach Festlegungen des Wärmenetzbetreibers der tatsächlich anfallende Preis pro kWh von der errechneten Kostenprognose abweichen.

Außerdem werden die Berechnungen für den fiktiven Fall durchgeführt, dass alle Gebäude in einem Quartier an das Wärmenetz angeschlossen werden. Dies entspricht einer Anschlussquote von 100 %, was sich in der Praxis kaum umsetzen lässt.

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

7.2.5.1 Fokusgebiet 1: Altort südlich der Altmühl

Wie unter 7.1.1 beschrieben, wurde für die Fokusgebiete jeweils das Lastprofil des Wärmeverbrauchs für das ganze Quartier erstellt. Abbildung 50 zeigt den zeitlichen Verlauf des Wärmeverbrauchs für das Quartier Altort südlich der Altmühl.

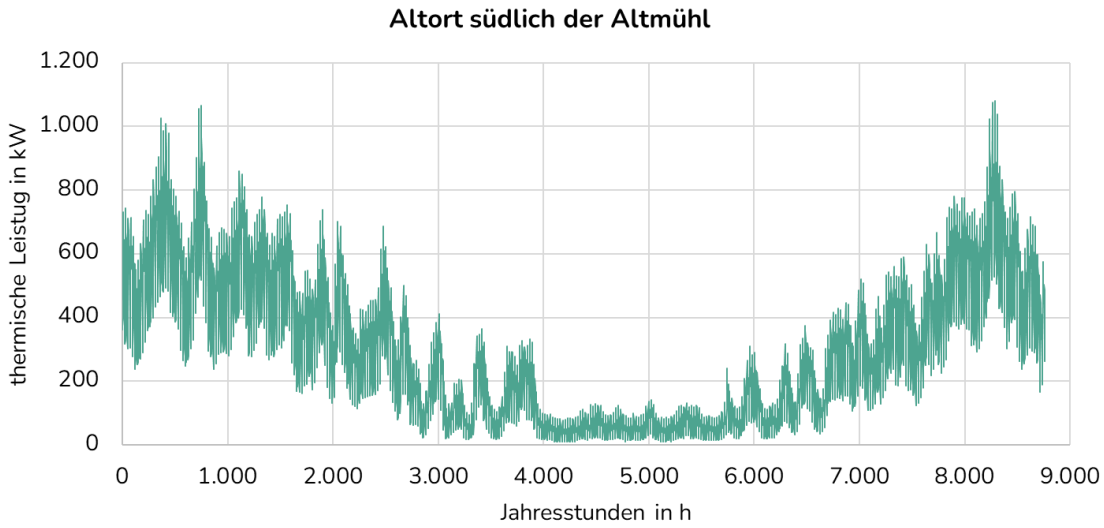


Abbildung 50: Lastprofil Wärmeverbrauch Altort südl. der Altmühl inkl. Netzverluste

Die geordnete thermische Jahresdauerlinie (JDL) mit Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 1 für das Quartier Altort südlich der Altmühl ist in Abbildung 52 dargestellt.

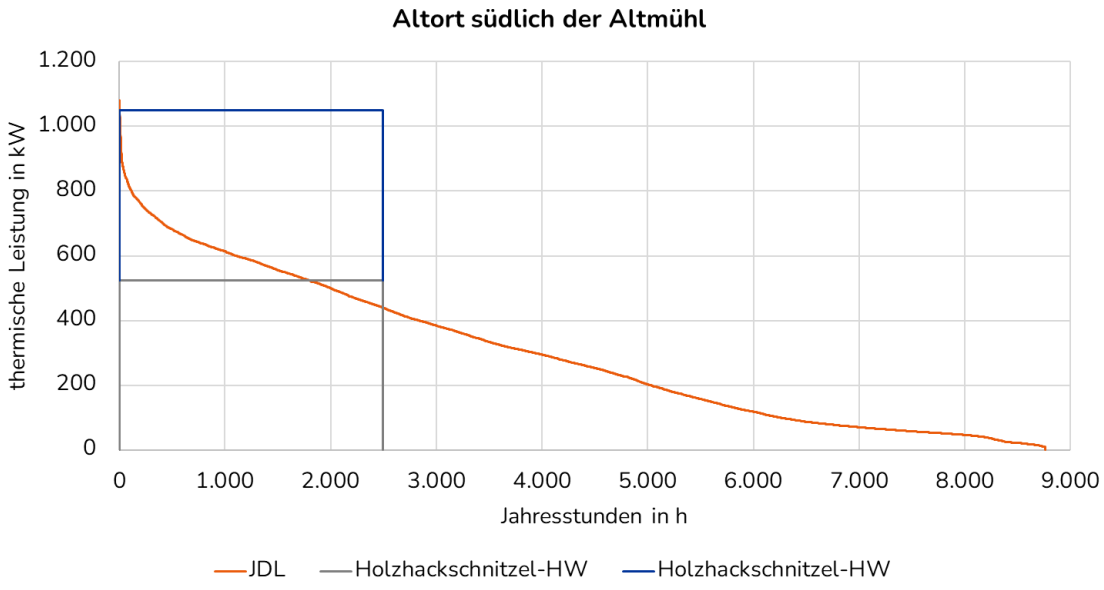


Abbildung 51: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Hackschnitzel

Für die Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 2 für das Quartier Altort südlich der Altmühl zeigt Abbildung 52 die geordnete thermische Jahresdauerlinie.

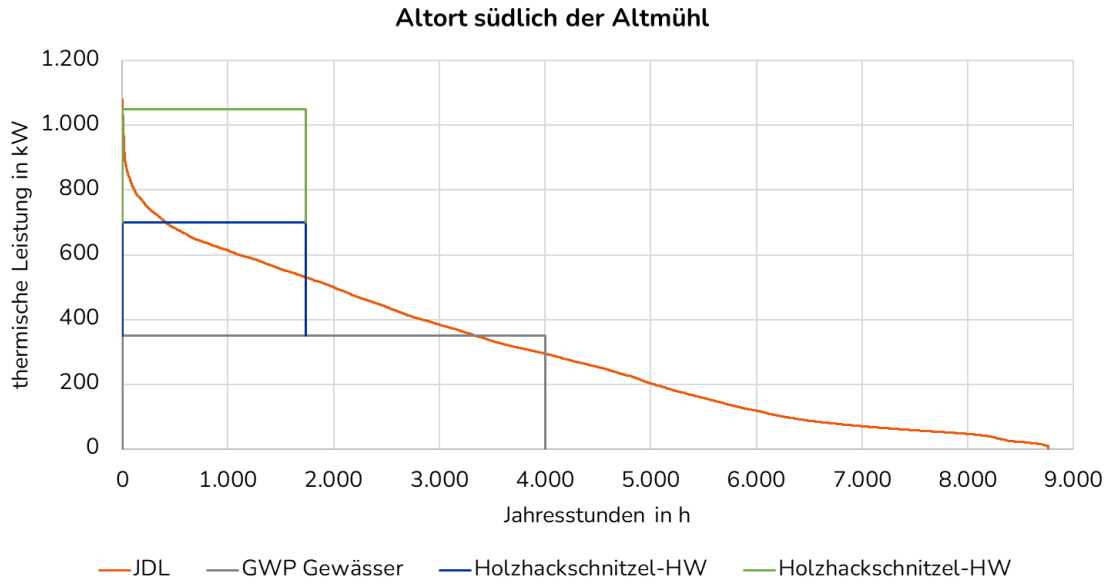


Abbildung 52: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Flusswasser-WP und Hackschnitzel

Abbildung 53 visualisiert die geordnete thermische Jahresdauerlinie für das Quartier Altort südlich der Altmühl mit der Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 3.

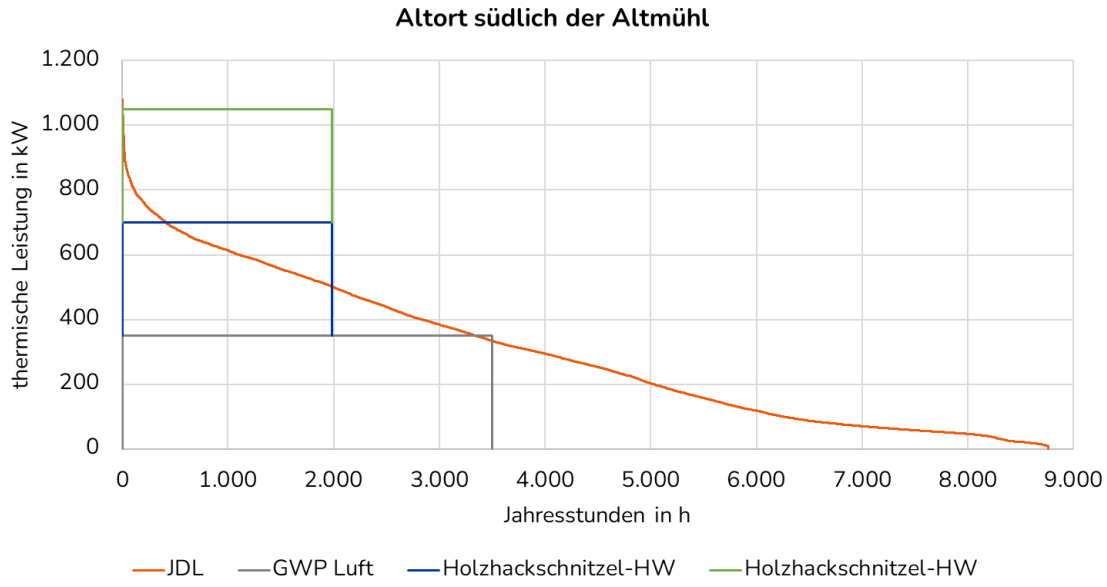


Abbildung 53: geordnete th. JDl Altort südl. der Altmühl mit Variante Luft-/Wasser-WP und Hackschnitzel

Abbildung 54 zeigt die Variantenauslegungen für das Quartier Altort südlich der Altmühl.

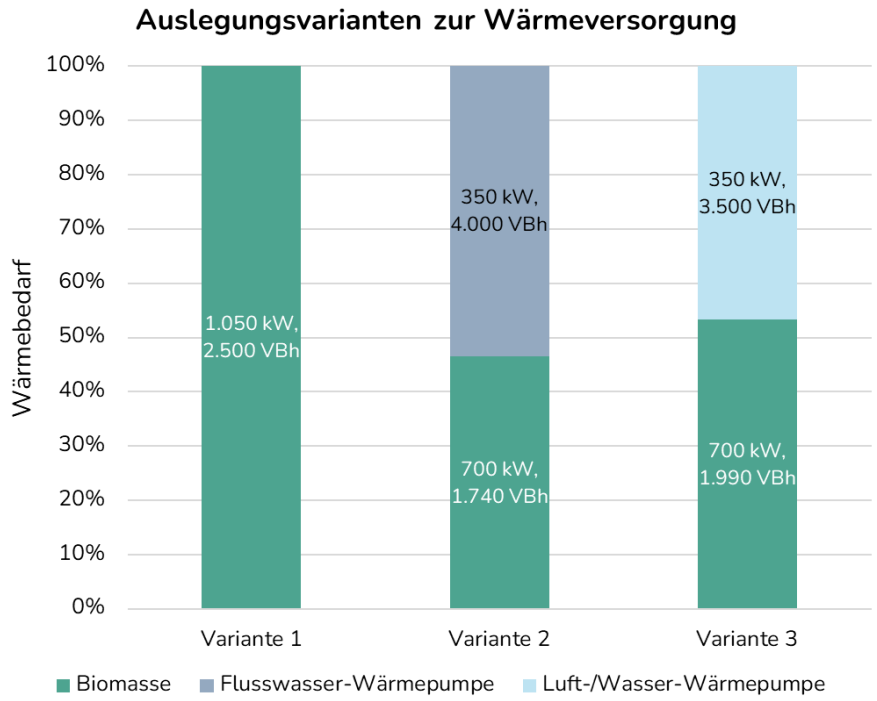


Abbildung 54: Vergleich Variantenauslegungen Altort südlich der Altmühl

Die Jahresgesamtkosten und die Wärmegestehungskosten für das Quartier Altort südlich der Altmühl sind in Abbildung 55 zu sehen.

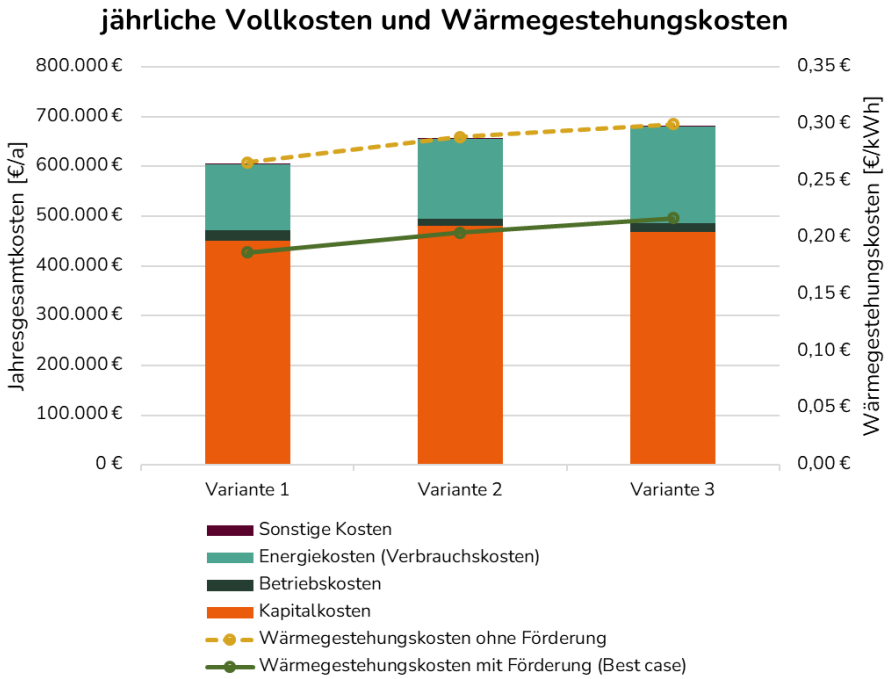


Abbildung 55: Variantenvergleich JGK und WGK Altort südlich der Altmühl

7.2.5.2 Fokusgebiet 2: Solnhofen Zentrum

Wie unter 7.1.1 beschrieben, wurde für die Fokusgebiete jeweils das Lastprofil des Wärmeverbrauchs für das ganze Quartier erstellt. Abbildung 56 zeigt den zeitlichen Verlauf des Wärmeverbrauchs für das Quartier Solnhofen Zentrum.

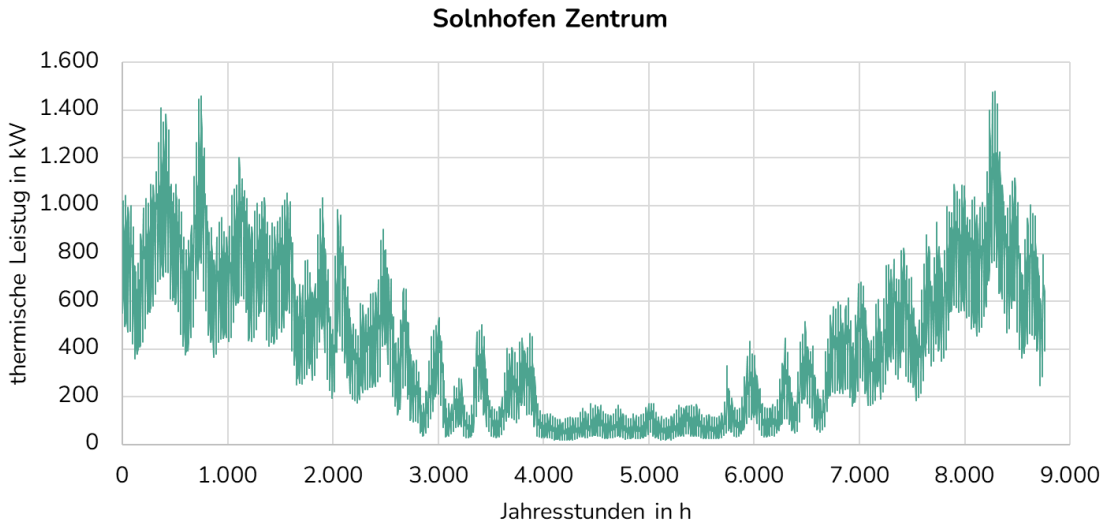


Abbildung 56: Lastprofil Wärmeverbrauch Solnhofen Zentrum inkl. Netzverluste

Die geordnete thermische Jahresdauerlinie (JDL) mit Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 1 für das Quartier Solnhofen Zentrum ist in Abbildung 57 dargestellt.

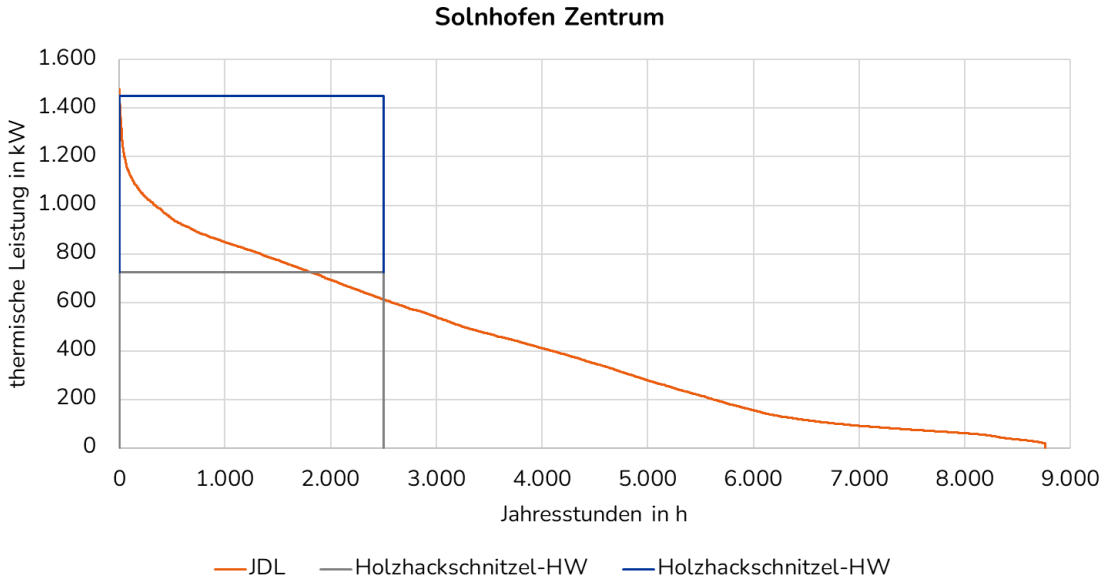


Abbildung 57: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Hackschnitzel

Für die Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 2 für das Quartier Solnhofen Zentrum zeigt Abbildung 58 die geordnete thermische Jahresdauerlinie.

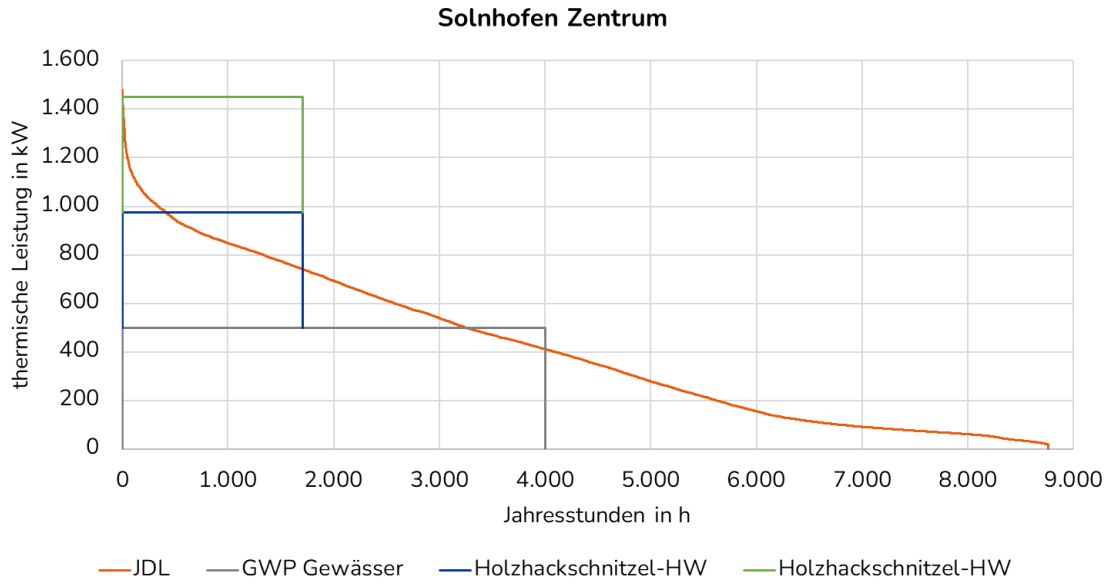


Abbildung 58: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Flusswasser-WP und Hackschnitzel

Abbildung 59 visualisiert die geordnete thermische Jahresdauerlinie für das Quartier Solnhofen Zentrum mit der Auslegung der Wärmeversorgungsvariante 3.

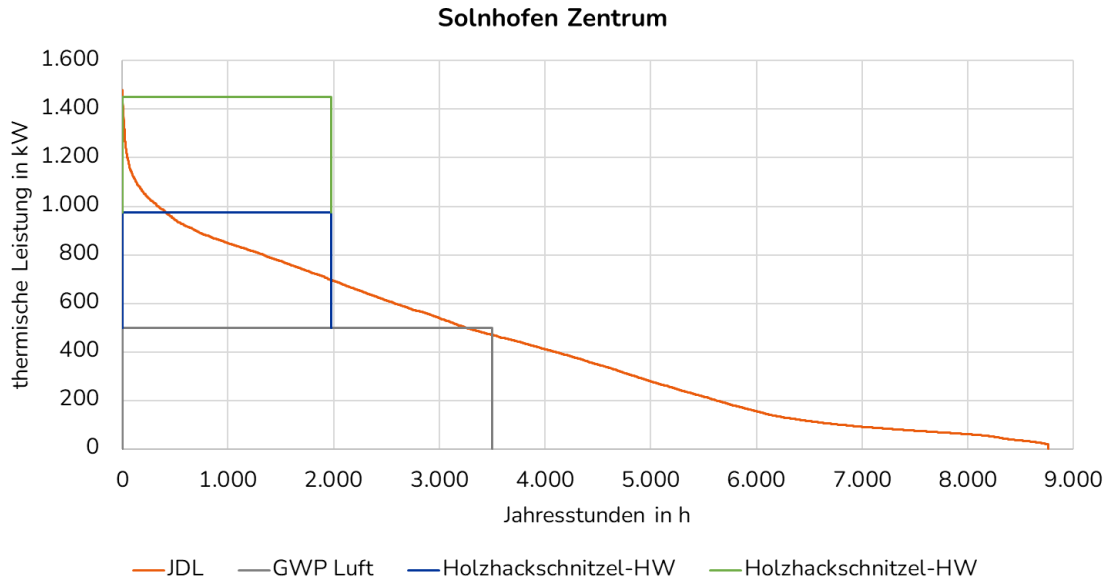


Abbildung 59: geordnete th. JDl Solnhofen Zentrum mit Variante Luft-/Wasser-WP und Hackschnitzel

Abbildung 60 zeigt die Variantenauslegungen für das Quartier Solnhofen Zentrum.

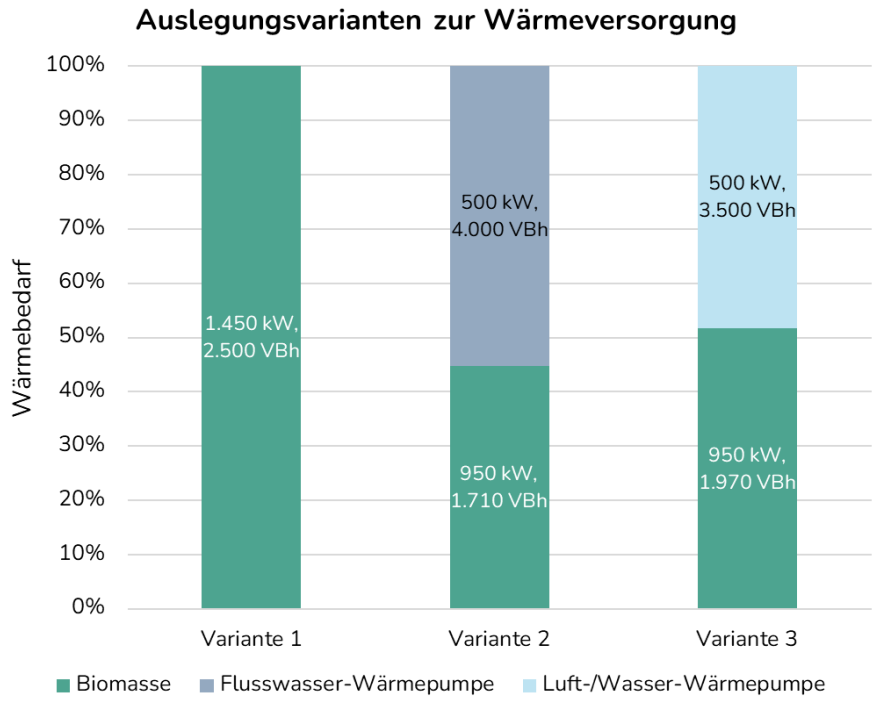


Abbildung 60: Vergleich Variantenauslegungen Solnhofen Zentrum

Die Jahresgesamtkosten und die Wärmegestehungskosten für das Quartier Solnhofen Zentrum sind in Abbildung 61 zu sehen.

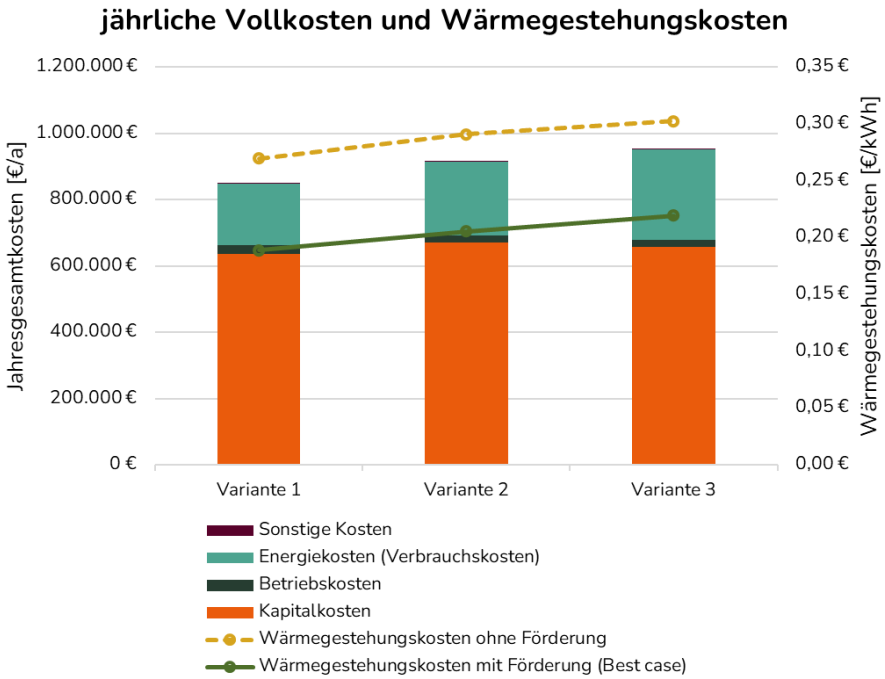


Abbildung 61: Variantenvergleich JGK und WGK Solnhofen Zentrum

7.2.6 Energiebilanz im Zielszenario

In Abbildung 62 ist für die gesamte Gemeinde Solnhofen der Endenergiebedarf inklusive Prozesswärme aufgeteilt nach Energieträgern in den Stützjahren sowie im Zieljahr dargestellt.

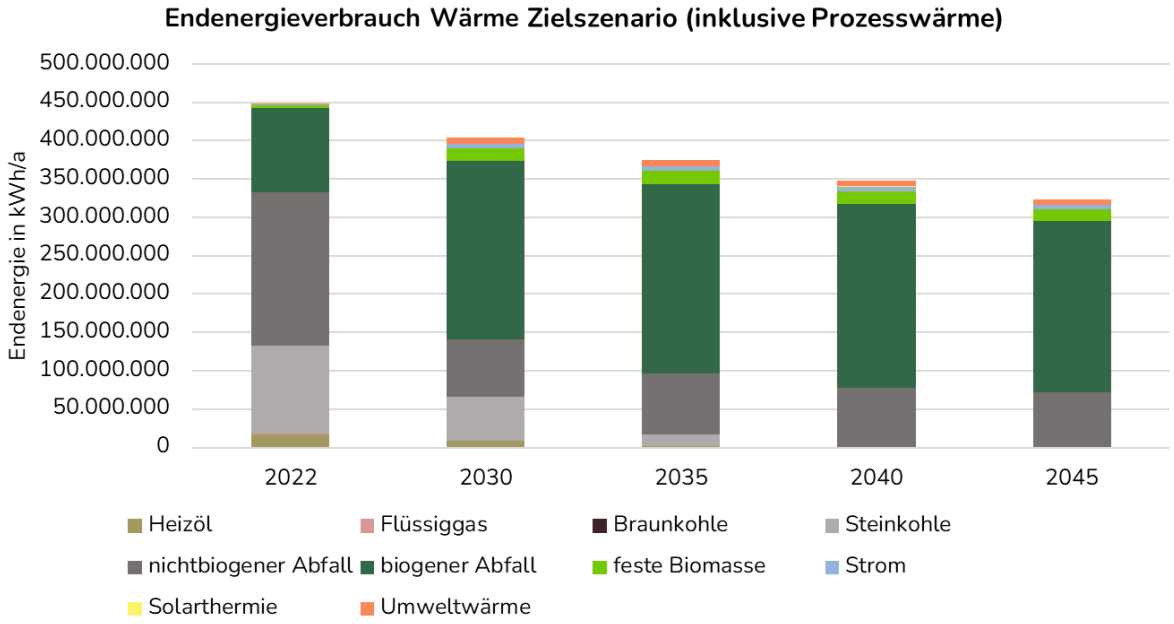


Abbildung 62: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträgern in Stützjahren Zieljahr (inkl. Prozesswärme)

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

Wie genau sich der Wärme- und Prozesswärmeverbrauch des Zementwerks entwickeln wird, lässt sich nicht seriös prognostizieren, daher wurde auch hier ein stetig sinkender Verbrauch zugrunde gelegt.

Abbildung 63 zeigt für die gesamte Gemeinde Solnhofen der Endenergiebedarf exklusive Prozesswärme aufgeteilt nach Energieträgern in den Stützjahren sowie im Zieljahr.

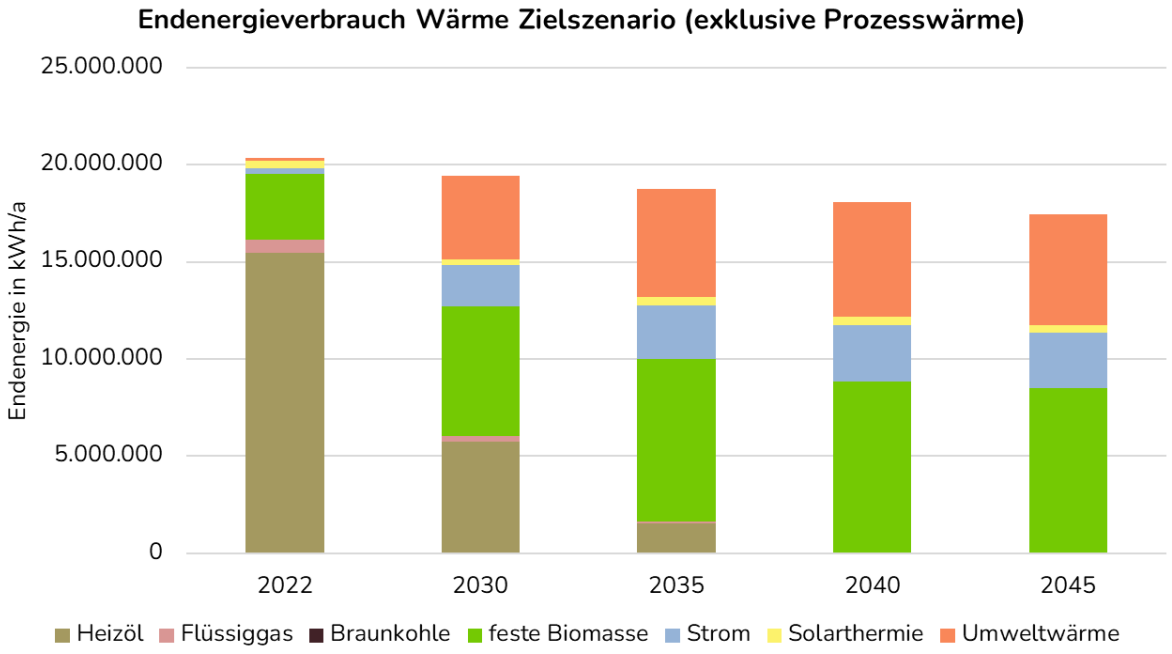


Abbildung 63: Endenergiebedarf für Wärme nach Energieträgern in Stützjahren im Zieljahr (exkl. Prozesswärme)

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

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

In Abbildung 64 ist der Anteil der leitungsgebundenen Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme (inkl. Prozesswärme) dargestellt. Es ist erkennbar, dass dieser Anteil bis zum Stützjahr 2030 erhöht und sich danach nicht mehr ändert. Der Grund dafür liegt im vorgesehenen Neubau von Wärmenetzen bis in das Stützjahr 2035 in verschiedenen Quartieren.

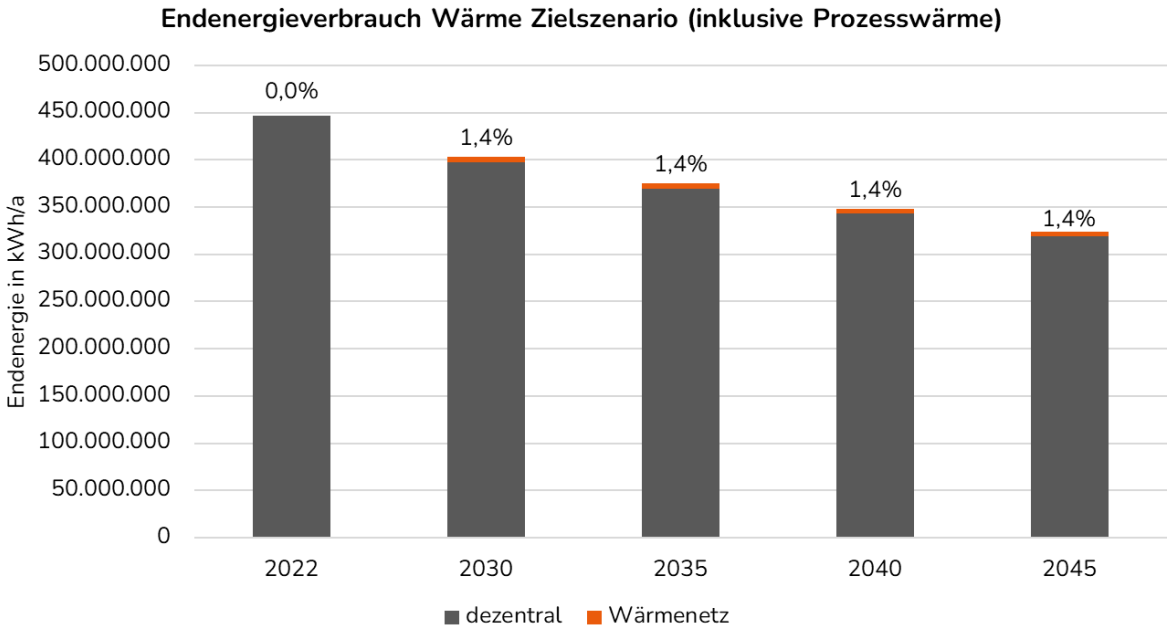


Abbildung 64: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme in den Stützjahren und im Zieljahr (inkl. Prozesswärme)

Abbildung 65 zeigt den Anteil der leitungsgebundenen Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme (exkl. Prozesswärme). Der kontinuierliche Anteil liegt dabei ab 2030 bei 30,8 %.

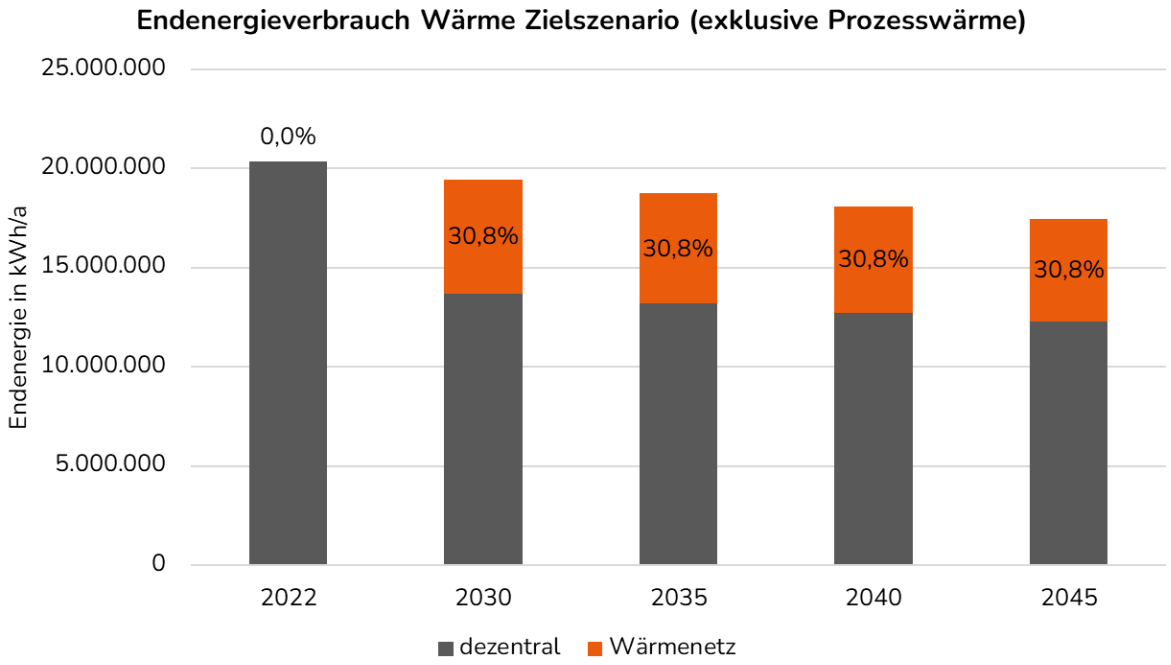


Abbildung 65: Anteil leitungsgebundener Wärme am Gesamtendenergiebedarf für Wärme in den Stützjahren und im Zieljahr (exkl. Prozesswärme)

Abbildung 66 zeigt den Energiemix der Wärmenetze. Zu erkennen ist, dass in den gewählten Versorgungsvarianten der Wärmenetze jeweils feste Biomasse und Umweltwärme die mit Abstand größten Anteile bilden. Der Anteil an Umweltwärme wird unter der Annahme so hoch angesetzt, dass die Groß-Wärmepumpentechnik, v.a. im Bereich der Flusswasser-Wärmepumpen, zukünftig weiter ausgebaut wird und sich etabliert. Diese Annahme ist allerdings in den folgenden Wärmeplanungen zu überprüfen und die Grafik ggf. anzupassen.

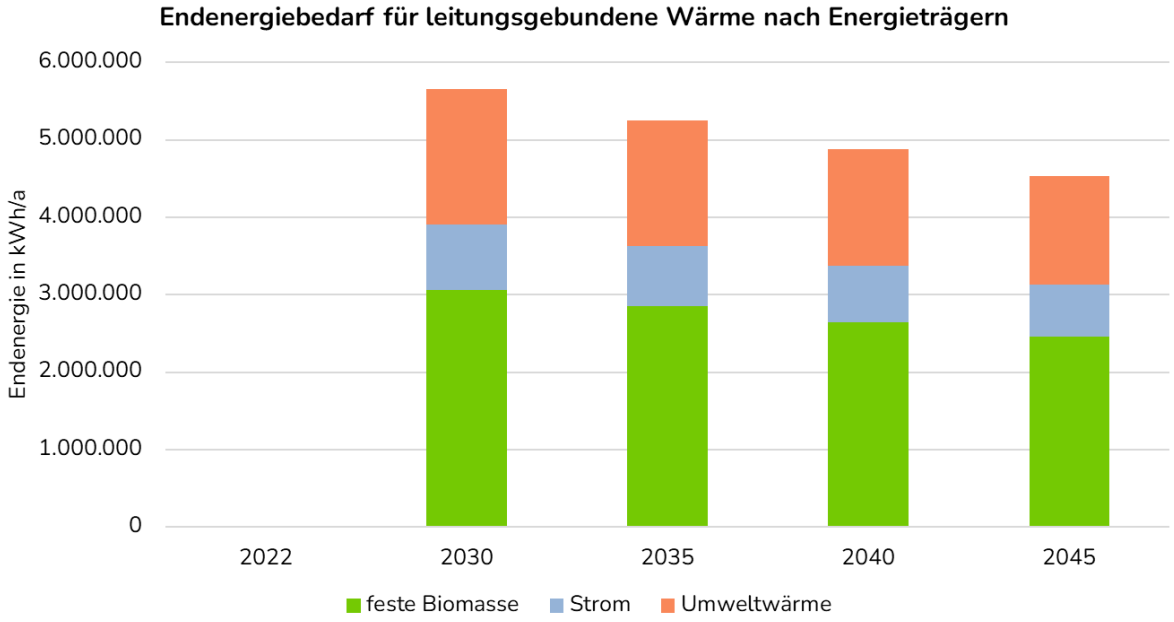


Abbildung 66: Leitungsgebundene Wärme nach Energieträgern in den Stützjahren und im Zieljahr

7.2.7 Treibhausgasbilanz im Zielszenario

Auf Grundlage des Endenergiebedarfs für Wärme nach Energieträger in Abbildung 62 und Abbildung 63 können die Treibhausgasemissionen errechnet werden, welche in Abbildung 67 (inkl. Prozesswärmeverbrauch) und Abbildung 68 (exklusive Prozesswärmeverbrauch) dargestellt sind. Zu sehen ist in Abbildung 68 eine starke Abnahme der Treibhausgasemissionen bereits zum Jahr 2030, welche weiterhin fortlaufend bis zum Zieljahr 2045 abnehmen und zur vollständigen Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien führen wird. Ab diesem Zeitpunkt sind nur Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Biomasse als Energieträger zu erwarten. Lediglich in der Darstellung in Abbildung 67 ist zu erkennen, dass aufgrund des Prozesswärmeeinsatzes auch weiterhin mit Treibhausgasemissionen durch Ersatzbrennstoffe und Tiermehl zu rechnen ist.

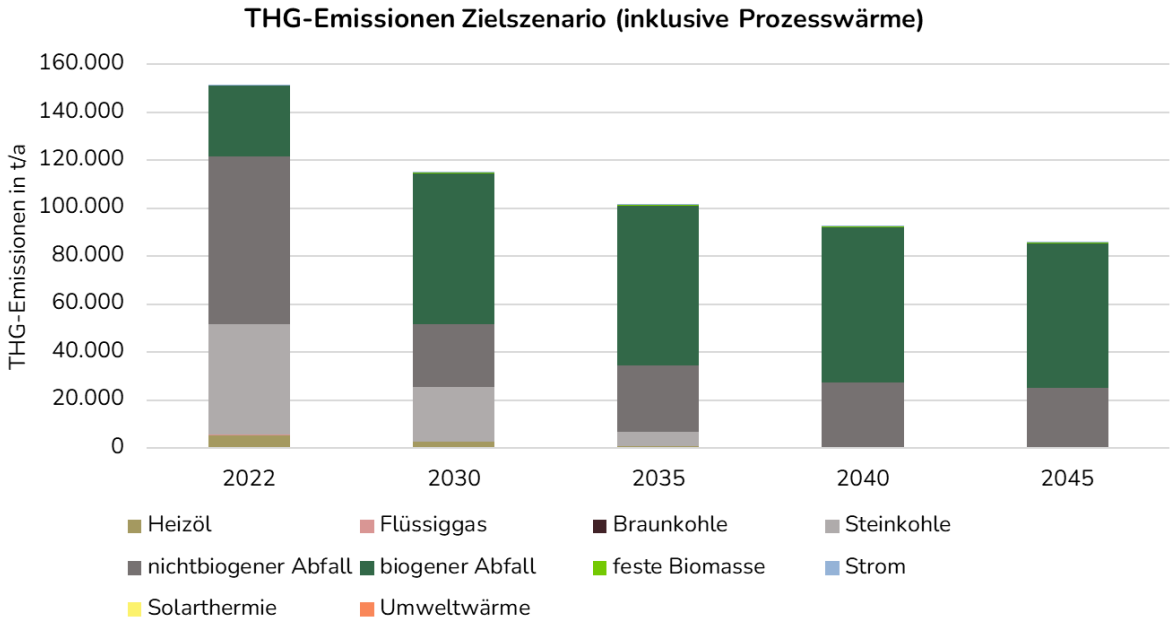


Abbildung 67: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in Stützjahren und im Zieljahr (inkl. Prozesswärme)

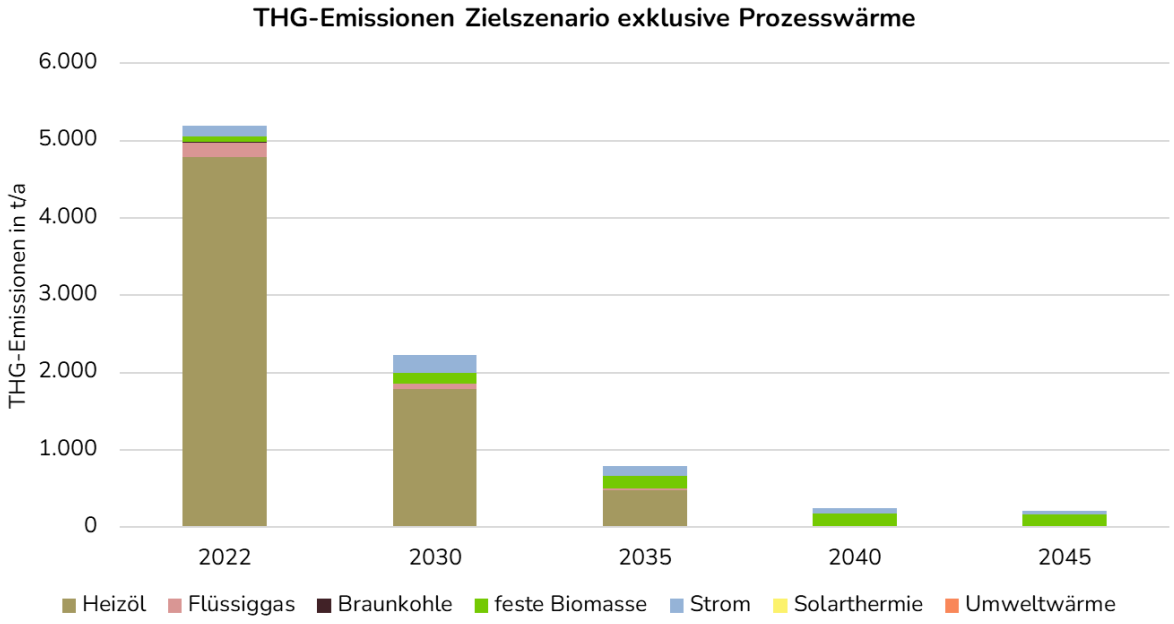


Abbildung 68: Treibhausgasbilanz nach Energieträger in Stützjahren und im Zieljahr (exkl. Prozesswärme)

7.3 Beispielhafter Quartierssteckbrief

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

Beispielhaft für einen Quartierssteckbrief ist in Abbildung 69 das Quartier Altort links der Altmühl aufgeführt. Jeder Steckbrief besteht, wie unten zu sehen ist, aus einer Karte mit dem Quartier, einer Tabelle mit den wichtigsten Zahlen zu Energieverbrauch und Wärmeliniendichte, sowie aus einem Diagramm, in dem die prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs in unterschiedliche Klassen von Wärmeliniendichten dargestellt ist.

Zu sehen sind zunächst tabellarisch die relevanten Kennwerte wie beispielsweise der Wärmeverbrauch im IST-Zustand, sowie die Abnahme bis zum Jahr 2040. Die Wärmebelegungsdichte des gesamten Quartiers bei Annahme einer Anschlussquote von 100 % sowie unter Berücksichtigung der Umfrage werden ebenso dargestellt. Im Diagramm wird die Verteilung der Wärmeliniendichten nach Klasse je Straßenzug gezeigt, wobei sich wiederum auf das 100-%-Anschlussszenario, sprich das „Best Case“-Szenario bezogen wird. Zu sehen ist, dass der Großteil des Wärmeverbrauchs in Straßenzügen mit Wärmeliniendichte zwischen 500 und 1.000 kWh/(Trm*a) liegt. Der Anteil an Wärmeverbräuchen, die in einer Klasse unterhalb von 500 kWh/(Trm*a) eingeordnet werden können, liegt bei ca. zehn Prozent.

Altort links der Altmühl

Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand bis zentral
Anzahl Gebäude	87
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.458 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.071 MWh/a (- 15,8 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,6 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	516 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	205 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

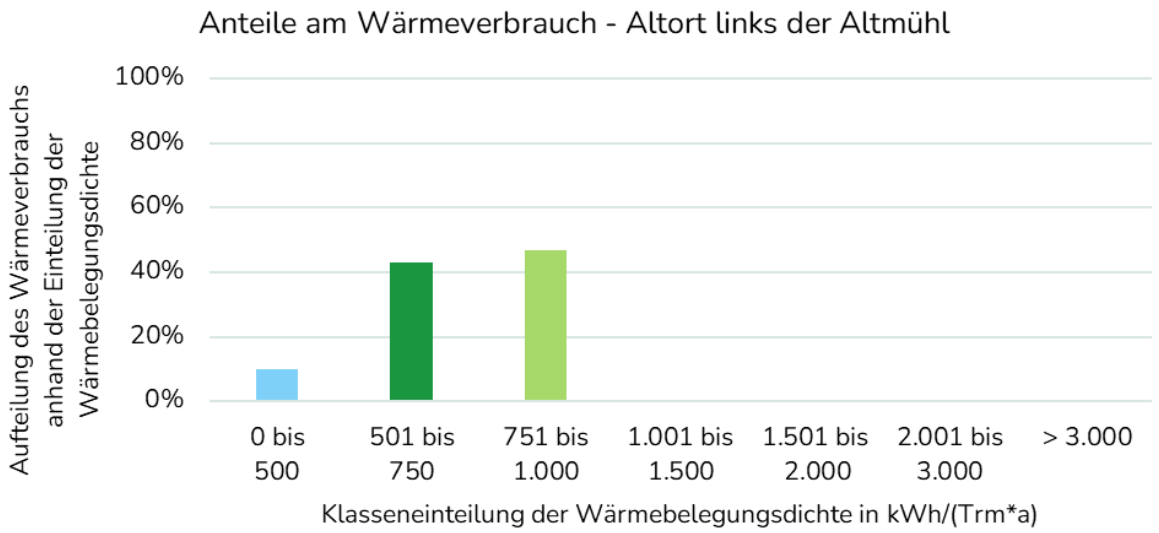


Abbildung 69: Quartierssteckbrief Altort links der Altmühl

8 Wärmewendestrategie

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

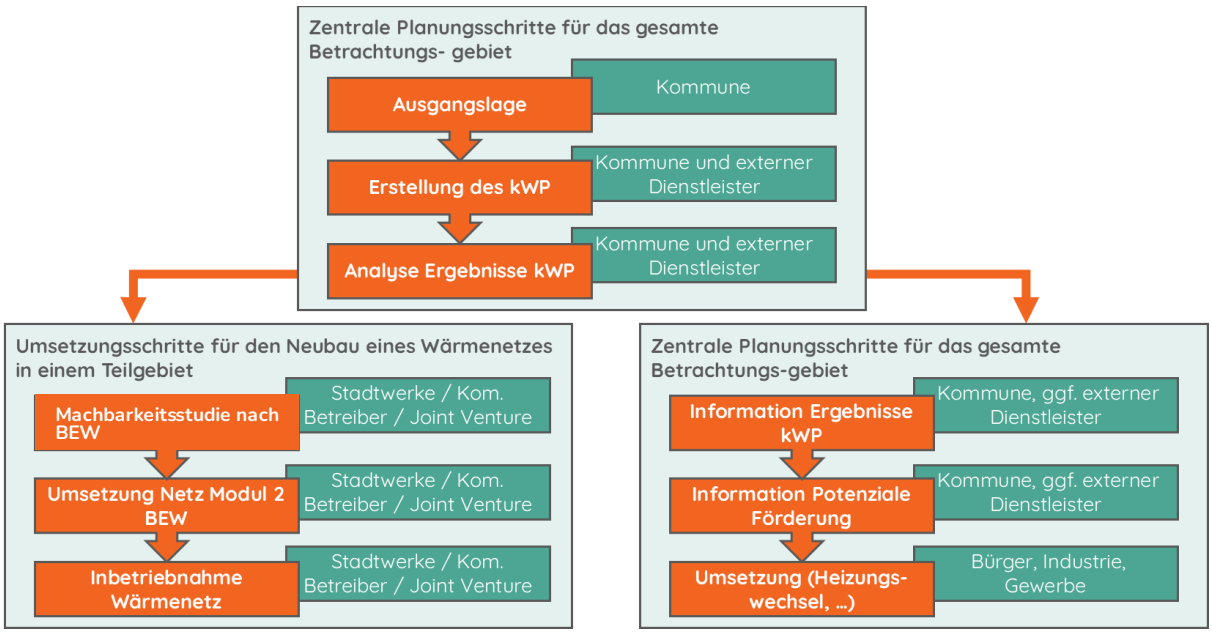


Abbildung 70: Beispielhafte Schritte nach Erstellung des Wärmeplans

Abbildung 70 zeigt exemplarisch mögliche[23] Schritte nach Fertigstellung des Wärmeplans. Grundsätzlich lassen sich diese in zwei Schienen ordnen: Maßnahmen für Teilgebiete, in denen ein Wärmenetz errichtet werden und Maßnahmen für Teilgebiete, in denen die Wärmeversorgung dezentral erfolgen soll. Diese Maßnahmen werden im Folgenden erläutert.

[23] Die möglichen Schritte in der Wärmewendestrategie sind als Vorschläge zu verstehen. Es besteht keine Verpflichtung, diese durchzuführen.

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

8.1 Maßnahmen und Umsetzungsstrategie

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

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

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

Außerdem werden die Kosten, die mit der Umsetzung der Maßnahmen verbunden sind, sowie die Träger der Kosten dargestellt. Ebenso werden die durch die Umsetzung erwarteten positiven Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios kurz erläutert. Alle Maßnahmensteckbriefe sind gesammelt im Anhang C dargestellt.

8.1.1 Beispielhafter Maßnahmensteckbrief

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

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

Der beispielhafte Maßnahmensteckbrief für diese Maßnahme ist in nachfolgender Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Beispielhafter Maßnahmensteckbrief für dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Informationskampagne für dezentral versorgte Quartiere		**Priorität:**	**hoch**
Maßnahmentyp:	**kommunikativ**	**Handlungsfeld:**	**dezentrale Versorgung**

Beschreibung und Ziel

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

Umsetzung

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

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

8.1.2 Priorisierte nächste Schritte

Vor allem für die beiden potenziellen Wärmenetzneubaugebiete Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum kann im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie untersucht werden, ob die Umsetzung eines Wärmenetzes aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist. Sobald schließlich genauere Informationen vorhanden sind, sollte ebenso mit dem Auf- und Ausbau erneuerbarer Energien auf den gesicherten Flächen begonnen werden. Zur Erreichung adäquater Anschlussquoten sollten außerdem rechtzeitig Bürgerinformationsveranstaltungen eingeplant und durchgeführt werden. Wichtig ist zudem, frühzeitig über mögliche Betreibermodelle zu sprechen.

Außerdem bieten die im Rahmen der Wärmeplanung eruierten Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial der Gemeinde Solnhofen eine Entscheidungsgrundlage, mit der die energetische Sanierung innerhalb der Kommune bewertet wird. So kann die Kommune ihre Sanierungsziele festsetzen und zu einer Reduktion des Gesamtenergiebedarfs in den betreffenden Gebieten beitragen. Als Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial wurden die Quartiere Altort links der Altmühl, Altort rechts der Altmühl, Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum identifiziert. Das hat den Hintergrund, dass in diesem Quartieren ältere Bebauung vorherrschend ist und hier aufgrund geringerer Effizienzstandards bei den Bestandsgebäuden größere Effizienzsteigerungen möglich sind.

Darüber hinaus 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 jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts in den Aufgabenbereich der Verantwortlichen, um den Fortschritt der Wärmewende aufzuzeigen und ggf. korrigierende Handlungen rechtzeitig zu erkennen und durchzuführen. Abbildung 71 zeigt dabei exemplarisch den Prozess zur Umsetzung einer Maßnahme.

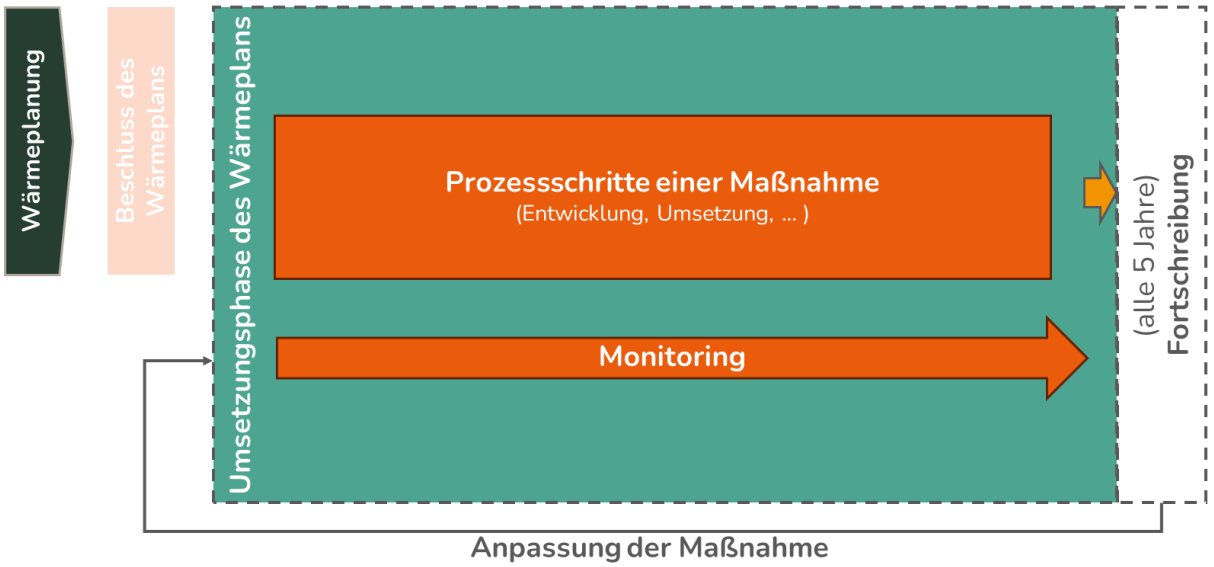


Abbildung 71: beispielhafte Umsetzung einer Maßnahme der Wärmeplanung [16]

Weiterführende Informationen über das Controlling werden in Abschnitt 8.2.3 erläutert.

8.1.3 Betreibermodelle und Beteiligungsmodelle eines Wärmenetzes

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

8.2 Verstetigungsstrategie

Auf dem Weg zur effizienten und klimafreundlichen Wärmeversorgung der Zukunft müssen die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen umgesetzt und stetig aktualisiert werden. Gesetzlich festgelegt ist, dass der Wärmeplan nach § 25 WPG

spätestens alle fünf Jahre zu überarbeiten und aktualisieren ist [5]. Um den langfristigen Erfolg der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, folgt aus diesen Rahmenbedingungen, das Thema Wärmeversorgung sowohl in der Kommune als auch bei anderen beteiligten Akteuren aktiv zu verfolgen.

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

8.2.1 Verstetigung des Wärmeplanungsprozesses in der Kommune

Bei der Verstetigung der Wärmeplanung spielt die Kommune weiterhin die zentrale Rolle. Um die Wärmeplanung bei der Kommune zu verankern, ist es sinnvoll, je nach ihrer Größe, eine neue Stelle zu gründen, die sich verstärkt mit dem Thema auseinandersetzt. Für diese Maßnahme ist es sinnvoll, vorhandenes Personal durch Workshops o.ä. für die Wärmeplanung zu schulen. In bestimmten Fällen ist es auch denkbar, lediglich einen Hauptansprechpartner festzulegen. Hierbei kann auf das bestehende Personal zurückgegriffen werden.

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

Durch die gezielte Festlegung von Nutzungsarten und Bebauung in bestimmten Gebieten können Kommunen die optimale Platzierung von Wärmenetzen ermöglichen und somit die Wärmeversorgung und deren Umsetzung effizient gestalten. Außerdem geben diese sowohl

für Unternehmen als auch für Privatpersonen Planungssicherheit. Eine weitere Option stellt die Ausweisung von Sanierungsgebieten dar. Hierdurch kann die Sanierungsquote gezielt gesteigert werden. Insbesondere bei Quartieren, die derzeit einen geringen Sanierungsstand aufweisen, zukünftig jedoch mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen wie Wärmepumpen zurechtkommen müssen, besteht Handlungsbedarf.

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

Neben den Ämtern der Kommune und deren politischer Leitung gibt es noch zahlreiche andere Akteure, die an der Umsetzung und Weiterführung der Wärmeplanung beteiligt werden müssen. Um zu gewährleisten, dass der Informationsfluss zwischen diesen und der Kommune auch nach Beschluss des Wärmeplans fortbesteht, sollte ein runder Tisch eingeführt oder der bereits vorhandene weitergeführt werden. Diese als Wärmetisch, Wärmeplanungsmeeting oder Wärmebeirat bekannte Beratungsrunde ist der zentrale Baustein der Verstetigungsstrategie. Idealerweise tritt diese Runde regelmäßig zusammen, i.d.R. wird hier ein Jahr als Periodendauer gewählt, bei großen Kommunen auch kürzer. Die Zusammensetzung des Wärmetischs variiert je nach Kommune und muss daher individuell festgelegt werden. Im Folgenden werden einige Hauptakteure vorgestellt, deren Einbindung i.d.R. sinnvoll ist, sofern sie vor Ort auch existieren.

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

Weitere Teilnehmer sind Wohnungsbau- und Immobilienunternehmen, die bereits in den Planungsprozess involviert sind. Diese Unternehmen sind mit den Sanierungsständen und

der Infrastruktur vertraut und spielen eine aktive Rolle bei der Umsetzung. Darüber hinaus sind sie auch in die Weiterentwicklung des Wärmeplans einzubinden. Hinsichtlich der Umsetzung vor Ort ist es sinnvoll, die Handwerkskammer einzubeziehen. Neben ihren Einblicken in die Situation der Fachkräfte vor Ort, sind Handwerkskammern aufgrund ihrer Expertise in der Lage, eine beratende Rolle einzunehmen. Zudem ist dieser Kontakt eine Möglichkeit, ortsansässige Betriebe mit den Herausforderungen der kommunalen Wärmeplanung vertraut zu machen und mit Hilfe von Schulungen und Weiterbildungen zu unterstützen.

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

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

8.2.3 Controlling-Konzept

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

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

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

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

2. Wärmenetze

    Wärmenetze sind eine tragende Säule der kommunalen Wärmeplanung. Durch Wärmenetze ist es möglich, viele Verbraucher auf einmal auf eine CO_2-neutrale Wärmeversorgung umzustellen. Im Rahmen des Controllings der Wärmenetzplanung ist es nötig, Daten zu erheben und damit folgende Leitfragen zu beantworten.

    - Für den Neubau von Wärmenetzen:
        - Wurde ein Wärmenetzkonzept entwickelt?
        - Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
        - Wurde eine Betreibergesellschaft gegründet/geschaffen?
        - Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes ausschließlich durch Dritte?
        - Erfolgt der geplante Betrieb des Wärmenetzes zusammen mit Dritten?
        - Wurden Finanzierungsgespräche mit Banken geführt und ggf. Bürgerbeteiligungsmodelle ermöglicht?
        - Wurden Flächen für die notwendige Infrastruktur gesichert?
        - Wurden Fördermittel beantragt und verwendet? Gibt es neue Fördermittel?
        - Wurde ein Wärmenetz errichtet?

- Für die Verdichtung/Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen:
  - Wie viele Liegenschaften sind an das Wärmenetz angeschlossen?
  - Wurden Bürgerinformationsveranstaltungen abgehalten?
  - Konnte der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz gesteigert werden (vgl. § 29 Abs. 1 WPG)?
  - Wie viele CO_2-Äuqivalente werden durch das Wärmenetz eingespart?
  - Ist der Betrieb des bestehenden Wärmenetzes wirtschaftlich?
  - Wie haben sich die Wärmeverluste des Wärmenetzes entwickelt?
  - Ist es möglich, das Wärmenetz zu erweitern/zu verdichten?
  - Wurden neue Baugebiete erschlossen und an ein Wärmenetz gebunden?
- Mögliche Kennzahlen:
  - Anzahl der angeschlossenen Kunden
  - Anschlussquote relativ zur Anzahl aller potenziellen Endkunden im betrachteten Gebietsumgriff [%]
  - absolut abgesetzte Wärmemenge über das Wärmenetz [MWh/a]
  - Anteil der Gesamtwärme im betrachteten Gebietsumgriff, die relativ durch das Wärmenetz gedeckt wird [%]
  - Energieträgermix (prozentuale Zusammensetzung) des Wärmenetzes [%]
  - EE-Anteil an der Wärme im Wärmenetz [%]
  - Wärmeverlust anteilig an der erzeugten Wärmemenge im Netz [%]

3. Wärmeverbrauch

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

- Wie viel Wärme wurde leitungsgebunden geliefert und in welcher Form?
- Wie viele Wärmeerzeuger wurden zwischenzeitlich durch erneuerbare Technologien ersetzt?

- Welche Wärmequellen sind zusätzlich erschließbar und welche fallen weg?
- Gab es Gespräche mit potenziellen Lieferanten von erneuerbaren Energien (z.B. Waldbauernvereinigungen)?
- Mögliche Kennzahlen:
  - erneuerbarer Anteil an der Gesamtwärmemenge [%]
  - absolute Wärmemenge [MWh/a]
  - erneuerbare Wärmemenge [MWh/a]
  - Energieträgermix der Wärmebereitstellung

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

Der Wärmebericht dient als Datengrundlage der Kommunikationsstrategie. Der Umfang des Berichts kann dabei nur wenige Seiten betragen, sofern die Leitfragen beantwortet werden. Nachfolgend ist in Abbildung 72 zur Orientierung ein beispielhaftes Dashboard-Konzept mit den essenziellen Kennzahlen dargestellt.

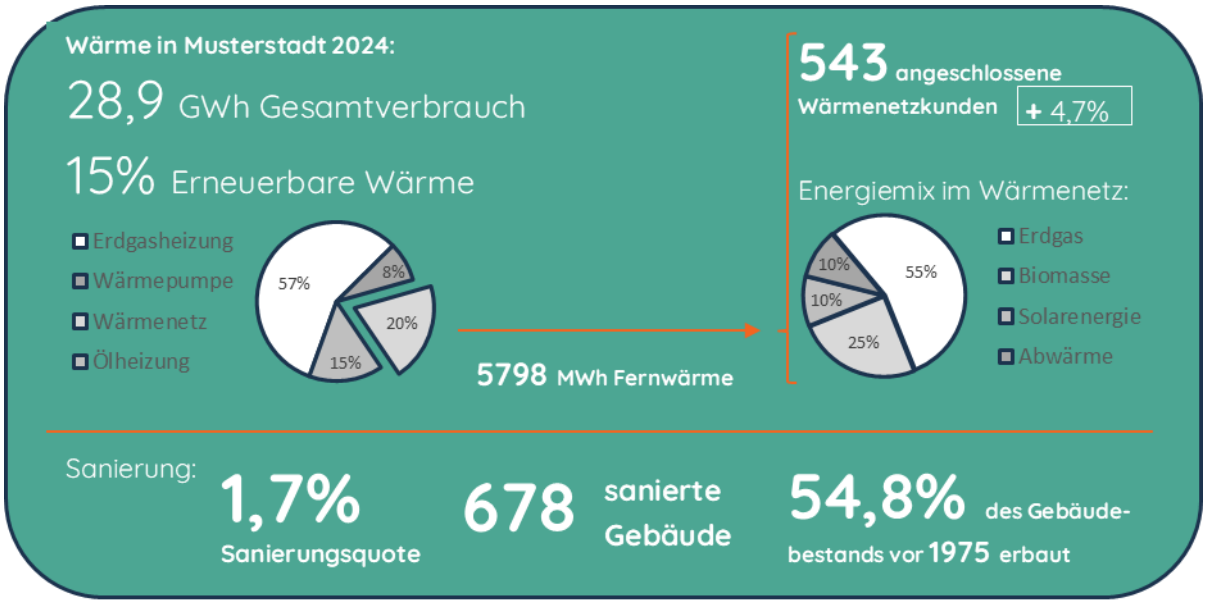


Abbildung 72: Beispiel für Wärme-Dashboard im Rahmen der Controllings-Strategie

8.2.4 Kommunikationsstrategie

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

Medienarbeit:

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

Die Webseite[24] der Kommune ist besonders gut geeignet, um über verwaltungstechnische Informationen zu Beratungs- und Fördermöglichkeiten zu informieren. Außerdem ist es im Kontext der kommunalen Wärmeplanung sinnvoll, eine extra Seite für fachliche Informationen zum Thema zu erstellen. Diese kann zum Beispiel eine interaktive Karte (GIS) der Kommune enthalten, um den aktuellen Stand zu zeigen, aber auch um zukünftige Pläne und Maßnahmen einzusehen. Informationsvideos und Aufnahmen von eventuellen Veranstaltungen können ebenso hochgeladen werden.

Weiterhin ist es sinnvoll, Präsenz in den Sozialen Medien, wie Instagram, Facebook o.ä., aufzubauen. Diese sind vorrangig für Kurzinformationen zu nutzen, z.B. Informationen über CO_2-Einsparungen durch bereits durchgeführte Maßnahmen oder ein kurzes Interview mit Projektbeteiligten. Soziale Medien eignen sich, um für das Thema Wärmewende zu sensibilisieren und stellen damit ein wichtiges Instrument für die Kommune dar. Jedoch sollte bei großen

[24] Hierfür ist die Webseite der Kommune auf dem neuesten Stand zu halten.

Projekten, wie der kommunalen Wärmeplanung, auch auf klassische Printmedien, wie die lokale Tagespresse, zurückgegriffen werden. Ein Kontakt zwischen Kommune und lokaler Presse ermöglicht die Nutzung dieses Informationskanals, der über aktuelle Entwicklungen informiert, z.B. der Inbetriebnahme eines Wärmenetzes, oder auf Informationsveranstaltungen und Vorträge aufmerksam macht. Der Einsatz von Informationsbroschüren oder Flyer ist ebenso möglich.

Veranstaltungen:

Veranstaltungsformate ergänzen die Kommunikationsstrategie, wobei verschiedene Formate verschiedene Ziele verfolgen. Neben klassischen Veranstaltungen zur Informationsvermittlung oder einer Diskussionsrunde sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auch Events denkbar, wie die Inbetriebnahme einer neuen Heizzentrale. Dabei ist es entscheidend, ob und wann während eines Projekts welche Veranstaltung als sinnvoll erscheint. Im Vorfeld und zu Beginn einer Wärmeplanung eignen sich vor allem Informationsveranstaltungen. Deren Ziel ist die Aufklärung der Bürger über die Wärmewende, die geplanten Maßnahmen und die Vorteile nachhaltiger Wärmequellen. Sie haben das Potenzial, Menschen nicht nur zu informieren, sondern auch zu sensibilisieren und zu motivieren, aktiv an der Wärmewende teilzuhaben. Dafür ist es wichtig, offen für Feedback zu sein und dieses dann im Rahmen von Diskussionsveranstaltungen aufzunehmen. Diskussionsrunden ermöglichen es, Sorgen zu identifizieren und gesondert zu adressieren. Der Aufbau einer konstruktiven Diskussionskultur hilft, um auch im weiteren Verlauf des Projektes mit Bürgern kommunizieren zu können. In Hinblick auf die Zukunft sind v.a. auch an Schulen, insbesondere Berufsschulen, Veranstaltungen zu organisieren.

Vorbildfunktion:

Indem die Kommune eine Vorreiter- und Vorbildrolle einnimmt, wirkt sie authentischer und gewinnt Vertrauen in der Bevölkerung. Eine Vorbildfunktion lässt sich u.a. dadurch einnehmen, indem eine Kommune Projekte in ihren Liegenschaften umsetzt. D.h. die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern kommunaler Gebäude oder der Anschluss kommunaler Liegenschaften an ein Gebäude- oder Wärmenetz. Weiterhin ist es wichtig, Präsenz zu zeigen,

d.h. der (Ober-)Bürgermeister, aber auch Mitglieder aus der Kommunalverwaltung sind bei Veranstaltungen zum Thema Wärmeplanung und -wende anwesend und nehmen an ihnen aktiv teil. Sofern personelle und organisatorische Strukturen innerhalb der Verwaltung eingerichtet werden können, stellen sie eine Möglichkeit dar, die Bürger vor Ort zu allen Fragestellungen bezüglich Wärmewende zu unterstützen. Beispiele hierfür sind Förderlotsen zur Aufklärung über Zuschussmöglichkeiten.

Partizipation und Kooperation:

Ein Wärmeplan kann nur durch die Zusammenarbeit mit Bürgern, Unternehmen und anderen Organisationen erfolgreich realisiert werden. Im Rahmen der Kommunikationsstrategie ist es wichtig, Bürgern die Teilnahme zu ermöglichen. Die Gründung von Bürgerbeiräten ist eine Option. Sie geben Bürgern das Recht, Empfehlungen auszusprechen, um dadurch gegebenenfalls Einfluss auf die Ausgestaltung der Wärmeplanung nehmen zu können. Eine weitere Möglichkeit der Bürgerbeteiligung sind Bürgerenergiegesellschaften, welche durch ihre Expertise im Planungsprozess unterstützen und Bürgerinteressen vertreten. In kleineren Kommunen ist es auch sinnvoll, Informationen über mögliche Wärmenetzgenossenschaften bereitzustellen. Nicht zuletzt sei hierbei die Möglichkeit der finanziellen Beteiligung genannt. In Form von genossenschaftlichen Organisationen lassen sich einerseits Mittel für die Umsetzung beschaffen, andererseits verbleiben die erwirtschafteten Gewinne bei ihnen. Darüber hinaus entsteht durch die finanzielle Beteiligung ein zusätzlicher Motivator zur Beteiligung und Weiterentwicklung der Wärmeprojekte.

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

9 Zusammenfassung und Ausblick

Das Institut für Energietechnik IfE GmbH hat im Auftrag der Gemeinde Solnhofen die kommunale Wärmeplanung für Solnhofen in enger Abstimmung mit der Gemeinde sowie den lokalen Akteuren durchgeführt.

Die Untersuchungen im Rahmen der Bestandsanalyse ergaben, dass im IST-Zustand vorrangig die Energieträger Heizöl und feste Biomasse für die Wärmeversorgung zu Heizzwecken verwendet werden. Zusätzlich werden vorrangig Steinkohle, Tiermehl und Ersatzbrennstoffe zur Prozesswärmebereitstellung genutzt. Dementsprechend ergibt sich zum aktuellen Zeitpunkt ein Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung von ca. 26 %, betrachtet man Tiermehl als erneuerbaren Energieträger. Die Analyse der Wärmeverbräuche ergab Hauptachsen und Teilbereiche der Kommune mit erhöhter Wärmeliniendichte. Aus der Datenerhebung der Privathaushalte, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführt wurde, geht hervor, dass ca. 71 % der Teilnehmer an der Umfrage Interesse an einem Anschluss an ein mögliches Wärmenetz zeigen.

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

Als Ergebnis wurde ein Zielszenario ausgearbeitet, das eine mögliche, zukünftige und erneuerbare Wärmeversorgung darstellt. Basierend auf Gebieten mit erhöhten Wärmebelegungsdichten und höherem Anschlussinteresse wurden zusammen mit der Gemeinde Solnhofen Gebiete ausgearbeitet, die für die Versorgung über ein Wärmenetz geeignet sind. Für diese Gebiete wurden ebenso grobe Wärmegestehungskosten berechnet und miteinander verglichen.

Die weiteren Schritte zur Umsetzung nach der Wärmeplanung wurden im Rahmen der Wärmewendestrategie ausgearbeitet. Für die detaillierte Betrachtung eines möglichen Wärmenetzes ist die Durchführung einer BEW-Machbarkeitsstudie zu empfehlen, sobald die Betreiberfrage des Wärmenetzes geklärt ist. Die Gemeinde Solnhofen als öffentliche Stelle und Bindeglied zwischen den Akteuren kann hier unterstützend auf den Prozess einwirken.

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

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

10 Literaturverzeichnis

[1] Umweltbundesamt Österreich, „Erneuerbare Energien," 2025. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.at/energie/erneuerbare-energie. [Zugriff am 23. März 2025].

[2] Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz, *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG)*, 2024.

[3] Europäisches Parlament, „Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?," 2023. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat. [Zugriff am 23. März 2025].

[4] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, „3D-Gebäudemodelle LoD2 Deutschland (LoD2-DE)," 2025. [Online]. Available: https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/3d-gebaudemodelle-lod2-deutschland-lod2-de.html. [Zugriff am 23. März 2025].

[5] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)*, 2024.

[6] Umwelt Bundesamt, „Erneuerbare Energien in Zahlen," 23. Oktober 2024. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick. [Zugriff am 04. Februar 2025].

[7] Bayerisches Staatsministerium für Digitales, „BayernPortal - Gemeinde Solnhofen," 2025. [Online]. Available: https://www.bayernportal.de/dokumente/behoerde/78663316722. [Zugriff am 04. März 2025].

[8] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), „Hintergrundkarte "Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0," 2025. [Online]. Available: https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/karten-des-bkg.html. [Zugriff am 04. Februar 2025].

[9] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „AVEn - Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorgehen," 2025. [Online]. Available: https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/recht/bayern/441/aven-verordnung-zur-ausfuehrung-energiewirtschaftlicher-vorschriften. [Zugriff am 23. März 2025].

[10] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen*, 2021 (mit Änderungen von 2022).

[11] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmeneze "BEW"," 18. August 2022. [Online]. Available: https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/LqynJ78mbcSrTH7lL83/content/LqynJ78mbcSrTH7lL83/BAnz%20AT%2018.08.2022%20B1.pdf?inline. [Zugriff am 14. Februar 2025].

[12] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen," 29. Dezember 2023. [Online]. Available: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html. [Zugriff am 14. Februar 2025].

[13] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Struktur der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)," 2023. [Online]. Available:

https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/struktur-beg.pdf?__blob=publicationFile&v=2. [Zugriff am 14. Februar 2025].

[14] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)*, 2023.

[15] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, *Richtlinien zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien und der Vermeidung von Kohlendioxidemissionen durch Biomasseheizwerke und zugehörige Wärmenetze (Förderprogramm BioWärme Bayern)*, 2023.

[16] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering, M. Pehnt und et al., „Bundesrecht: Wärmplanungsgesetz mit Leitfaden und Technikkatalog," 2024. [Online]. Available: https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung. [Zugriff am 20. März 2025].

[17] Landtag des Freistaates Bayern, *Bayerisches Klimaschutzgesetz*, 2020.

[18] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt der Justiz, *Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG)*, 2023.

[19] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), „Erzeugung erneuerbarer Energie in Grundwasserschutzgebieten - Ausbau fördern und Trinkwasserressourcen schützen," 19. April 2023. [Online]. Available: https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/stellungnahmen/dvgw-position-20230419-erneuerbare-energien-wasserschutzgebiete.pdf. [Zugriff am 25. Februar 2025].

[20] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „UmweltAtlas," 2025. [Online]. Available: https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de. [Zugriff am 21. Februar 2025].

[21] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Geodatendienste," 2025. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index.htm. [Zugriff am 21. Februar 2025].

[22] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Natura 2000 Gebiete," 2025. [Online]. Available: https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete. [Zugriff am 21. Februar 2025].

[23] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Landschaftsschutzgebiete," 2025. [Online]. Available: https://www.bfn.de/landschaftsschutzgebiete. [Zugriff am 24. Februar 2025].

[24] Bundesamt für Naturschutz (BfN), „Naturparke," 2025. [Online]. Available: https://www.bfn.de/naturparke. [Zugriff am 24. Februar 2025].

[25] Bundesamt für Naturschutz, „Gesetzlich geschützte Biotope," 2025. [Online]. Available: https://www.bfn.de/gesetzlich-geschuetzte-biotope. [Zugriff am 24. Februar 2025].

[26] Bundesministerium der Justiz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)*, 2024.

[27] Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, „Denkmalliste Solnhofen," 2025. [Online]. Available: https://www.geodaten.bayern.de/denkmal_static_data/externe_denkmalliste/pdf/denkmalliste_merge_577168.pdf. [Zugriff am 23. März 2025].

[28] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz; Bundesamt für Justiz, *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)*, 2023.

[29] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Gebäude- und Wohnungsbestand: Gemeinden, Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche, Stichtag," 2023. [Online]. Available: https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis//online?operation=table&code=31231-

001r&bypass=true&levelindex=1&levelid=1740414399440#abreadcrumb. [Zugriff am 24. Februar 2025].

[30] Nexiga GmbH, „Daten," 2024.

[31] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW), „Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung," 2021. [Online]. Available: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf. [Zugriff am 06. März 2025].

[32] S. Lechtenböhmer, S. Nanning, B. Hillebrand und H.-G. Buttermann, „Einsatz von Sekundärbrennstoffen," Umweltbundesamt, Dessau, 2006.

[33] Bundesnetzagentur, „Bundesnetzagentur veröffentlicht Daten zum Strommarkt 2023," 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20240103_SMARD.html. [Zugriff am 09. März 2025].

[34] M. Kaltschmitt, H. Hartmann und H. Horbauer, Energie aus Biomasse, Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.

[35] Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle (BuVEG), „Sanierungsquote," 2025. [Online]. Available: https://buveg.de/sanierungsquote/. [Zugriff am 10. März 2025].

[36] Bayerische Vermessungsverwaltung, „Energieatlas Bayern, Geobasisdaten," 2025. [Online]. Available: www.energieatlas.bayern.de. [Zugriff am 10. März 2025].

[37] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, „Bohrpunktkarte Deutschland," 2025. [Online]. Available: https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html?lang=de. [Zugriff am 13. März 2025].

[38] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Abfluss Bayern," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss. [Zugriff am 26. März 2025].

[39] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Stammdaten Treuchtlingen," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/kelheim/treuchtlingen-13406105. [Zugriff am 13. März 2025].

[40] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Datendownload Treuchtlingen/Altmühl," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/kelheim/treuchtlingen-13406105/download?zr=individuell&beginn=01.01.2019&ende=31.12.2023&wertart=ezw. [Zugriff am 12. März 2025].

[41] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Stammdaten Eichstätt," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/kelheim/eichstaett-13407200. [Zugriff am 12. März 2025].

[42] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Datendownload Eichstätt/Altmühl," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/kelheim/eichstaett-13407200/download?zr=individuell&beginn=01.01.2019&ende=31.12.2023&wertart=ezw. [Zugriff am 12. März 2025].

[43] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Gewässerkundlicher Dienst Bayern - Datendownload Eichstätt/Altmühl," 2025. [Online]. Available: https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/kelheim/eichstaett-13407200/download?zr=individuell&beginn=01.01.2021&ende=31.12.2021&wertart=ezw. [Zugriff am 12. März 2025].

[44] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, „Forstliche Übersichtskarte," 2018. [Online]. Available: https://www.fovgis.bayern.de/arcgis/services/fov/fuek/MapServer/WMSServer?. [Zugriff am 23. März 2025].

[45] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Abfallbilanz 2023 - Altholz," 2024. [Online]. Available: https://www.abfallbilanz.bayern.de/wertstoffe_stofflich_altholz.asp. [Zugriff am 23. März 2025].

[46] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Effizienzpolitik - Plattform für Abwärme," 2025. [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_veroeffentlichung_daten.html?nn=1616544. [Zugriff am 04. März 2025].

[47] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerische Vermessungsverwaltung, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, „BayernAtlas - Kläranlage der Gemeinde Solnhofen," 2025. [Online]. Available: https://atlas.bayern.de/?c=662166,5409951&z=13&r=0&l=atkis,11aebff0-aa38-4806-ab0f-803c3bee7d37&t=umw_ntg. [Zugriff am 20. März 2025].

[48] Verein Deutscher Ingenieure e.V., *VDI 2067 - Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung*, 2012-09.

[49] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Kehrbuchdaten Solnhofen," 2022.

[50] Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, „Geoportal Bayern - Energiepotenzial aus Waldderbholz," 2025. [Online]. Available: https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/suche/suche?7&q=derbholz. [Zugriff am 13. März 2025].

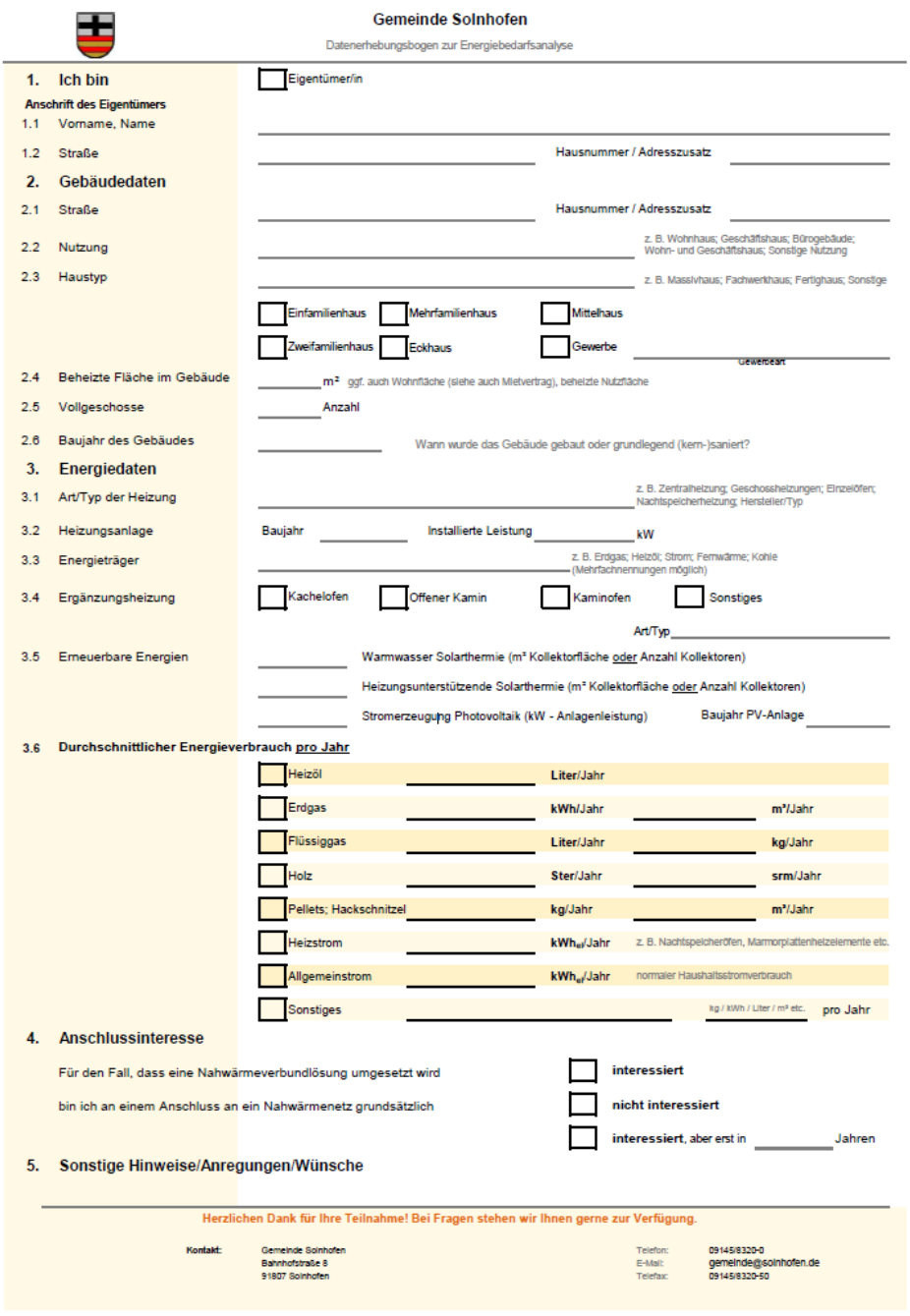
[51] Bundesverband Geothermie, „Lexikon der Geothermie - Durchteufung," 2025. [Online]. Available: https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/d/durchteufung. [Zugriff am 13. März 2025].

[52] Bayerische Staatskanzlei, „Bayerisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG)," 2020. [Online]. Available: https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKlimaG/true. [Zugriff am 21. März 2025].

ANHANG

A. Anhang 1: Fragebogen zur Datenerhebung bei Privathaushalten

Der nachstehende Fragebogen wurde wie in Kapitel 5.11 beschrieben an Gebäudeeigentümer in Solnhofen im Rahmen einer früheren Datenerhebung verschickt.



Gemeinde Solnhofen

Datenerhebungsbogen zur Energiebedarfsanalyse

1. Ich bin ☐ Eigentümer/in

Anschrift des Eigentümers

1.1 Vorname, Name _____

1.2 Straße _____ Hausnummer / Adresszusatz _____

2. Gebäudedaten

2.1 Straße _____ Hausnummer / Adresszusatz _____

2.2 Nutzung _____ z. B. Wohnhaus; Geschäftshaus; Bürogebäude; Wohn- und Geschäftshaus; Sonstige Nutzung

2.3 Haustyp _____ z. B. Massivhaus; Fachwerkhaus; Fertighaus; Sonstige

☐ Einfamilienhaus ☐ Mehrfamilienhaus ☐ Mittelhaus

☐ Zweifamilienhaus ☐ Eckhaus ☐ Gewerbe _____ Gewerbeart

2.4 Beheizte Fläche im Gebäude _____ m² ggf. auch Wohnfläche (siehe auch Mietvertrag), beheizte Nutzfläche

2.5 Vollgeschosse _____ Anzahl

2.6 Baujahr des Gebäudes _____ Wann wurde das Gebäude gebaut oder grundlegend (kern-)saniert?

3. Energiedaten

3.1 Art/Typ der Heizung _____ z. B. Zentralheizung; Geschossheizungen; Einzelöfen; Nachtspeicherheizung; Hersteller/Typ

3.2 Heizungsanlage Baujahr _____ Installierte Leistung _____ kW

3.3 Energieträger _____ z. B. Erdgas; Heizöl; Strom; Fernwärme; Kohle (Mehrfachnennungen möglich)

3.4 Ergänzungsheizung ☐ Kachelofen ☐ Offener Kamin ☐ Kaminofen ☐ Sonstiges

Art/Typ _____

3.5 Erneuerbare Energien

_____ Warmwasser Solarthermie (m² Kollektorfläche oder Anzahl Kollektoren)

_____ Heizungsunterstützende Solarthermie (m² Kollektorfläche oder Anzahl Kollektoren)

_____ Stromerzeugung Photovoltaik (kW - Anlagenleistung) Baujahr PV-Anlage _____

3.6 **Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Jahr**

☐ Heizöl	_____	Liter/Jahr		
☐ Erdgas	_____	kWh/Jahr	_____	m³/Jahr
☐ Flüssiggas	_____	Liter/Jahr	_____	kg/Jahr
☐ Holz	_____	Ster/Jahr	_____	srm/Jahr
☐ Pellets; Hackschnitzel	_____	kg/Jahr	_____	m³/Jahr
☐ Heizstrom	_____	kWh_{ht}/Jahr	z. B. Nachtspeicheröfen, Marmorplattenheizelemente etc.	
☐ Allgemeinstrom	_____	kWh_{at}/Jahr	normaler Haushaltsstromverbrauch	
☐ Sonstiges	_____	kg / kWh / Liter / m³ etc.	pro Jahr	

4. Anschlussinteresse

Für den Fall, dass eine Nahwärmeverbundlösung umgesetzt wird bin ich an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz grundsätzlich

☐ **interessiert**

☐ **nicht interessiert**

☐ **interessiert**, aber erst in _____ Jahren

5. Sonstige Hinweise/Anregungen/Wünsche

_____

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme! Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Kontakt: Gemeinde Solnhofen, Bahnhofstraße 8, 91807 Solnhofen

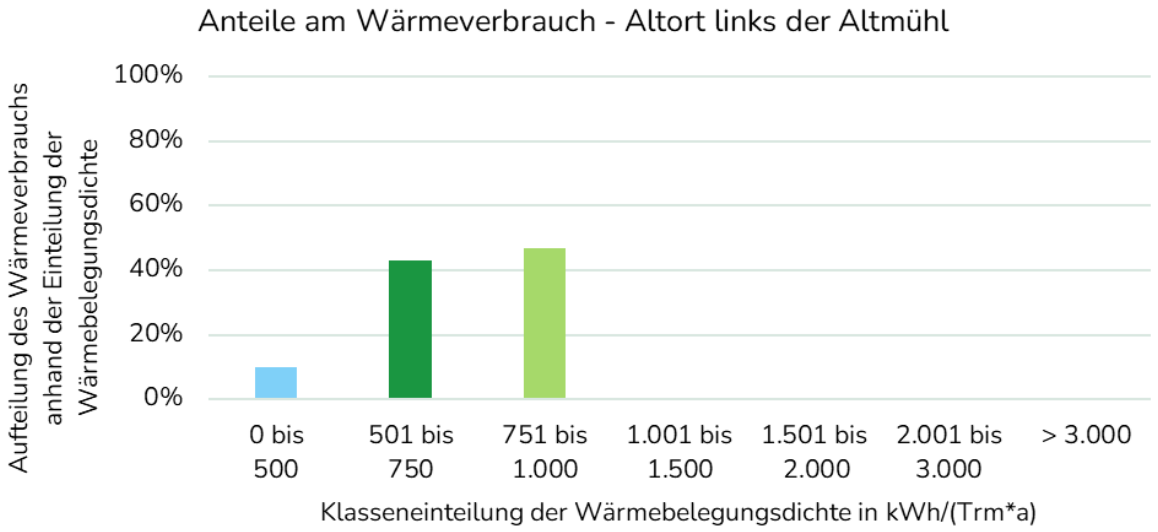
Telefon: 09145/8320-0
E-Mail: gemeinde@solnhofen.de
Telefax: 09145/8320-50

Abbildung 73: Datenerhebungsbogen Privathaushalte

B. Anhang 2: Quartierssteckbriefe

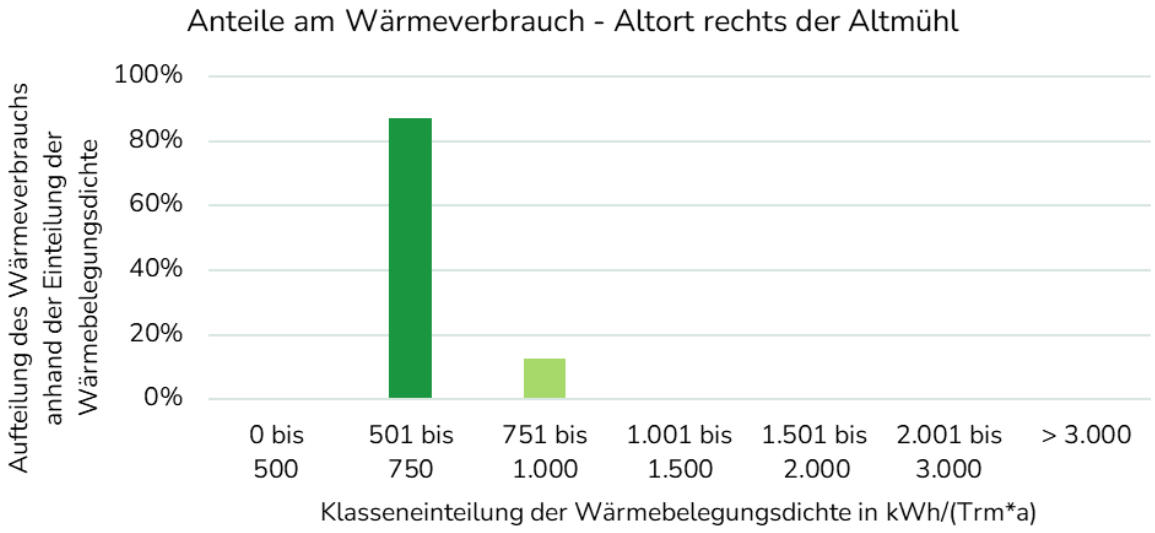
Altort links der Altmühl

Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand bis zentral
Anzahl Gebäude	87
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.458 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.071 MWh/a (- 15,8 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,6 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	516 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	205 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

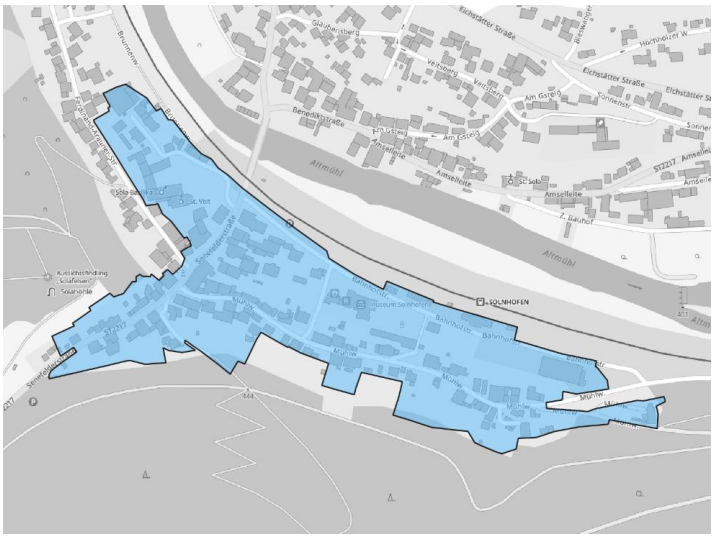


Altort rechts der Altmühl

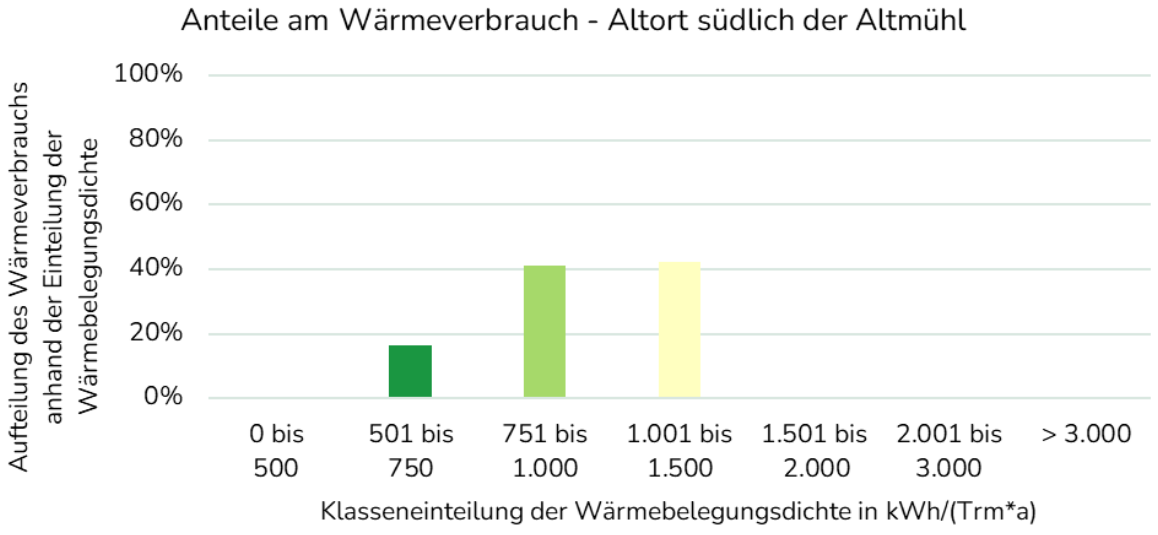
Parameter	Beschreibung
Lage	Ortsrand
Anzahl Gebäude	47
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	1.524 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,3 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.319 MWh/a (- 13,5 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,4 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	734 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	168 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



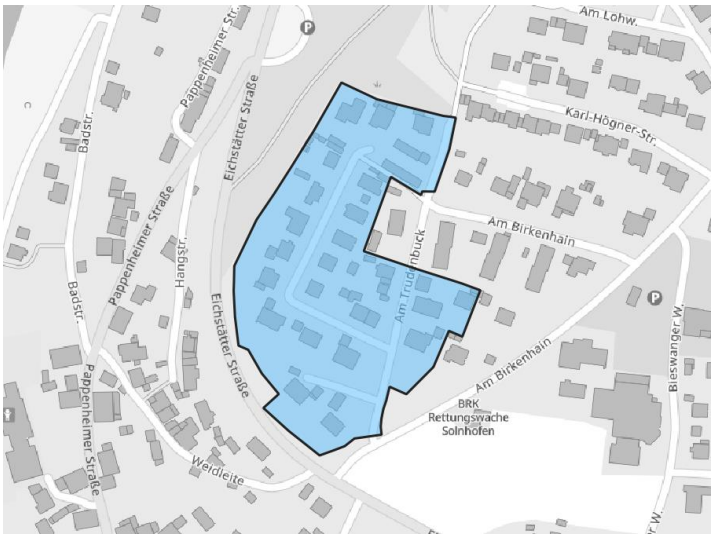
Altort südlich der Altmühl



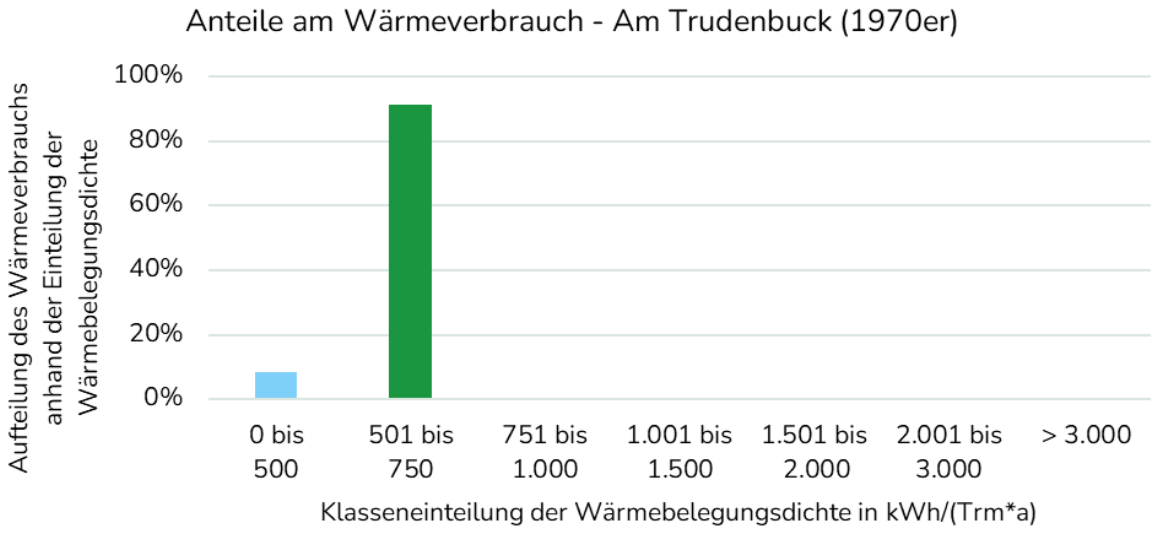
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	81
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.677 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.249 MWh/a (- 16,0 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,6 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	743 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	258 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet
Geschätzte Wärmegestehungskosten	ca. 15 - 25 ct/kWh (inkl. Förderung)



Am Trudenbuck (1970er)

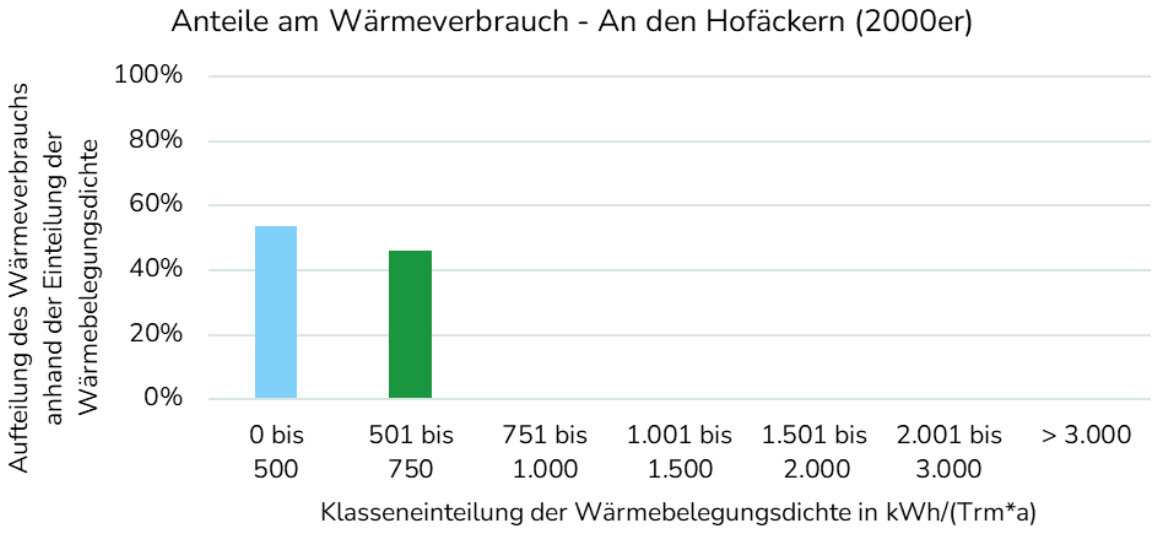


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	27
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	602 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	547 MWh/a (- 9,2 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,2 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	544 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	263 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

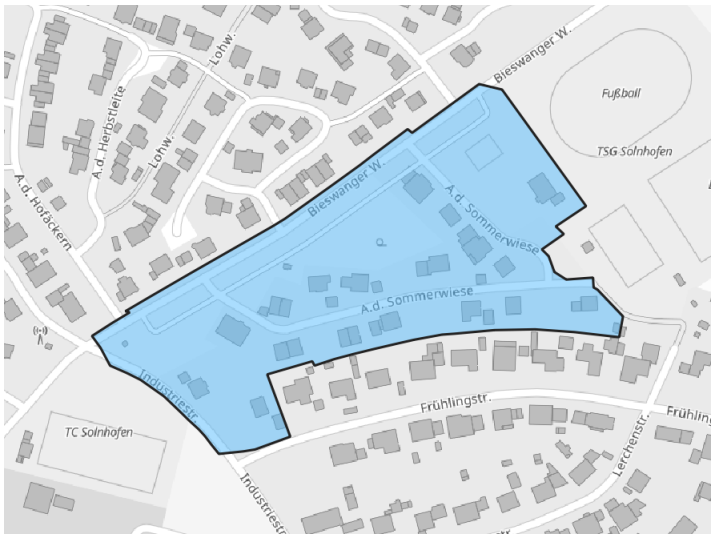


An den Hofäckern (2000er)

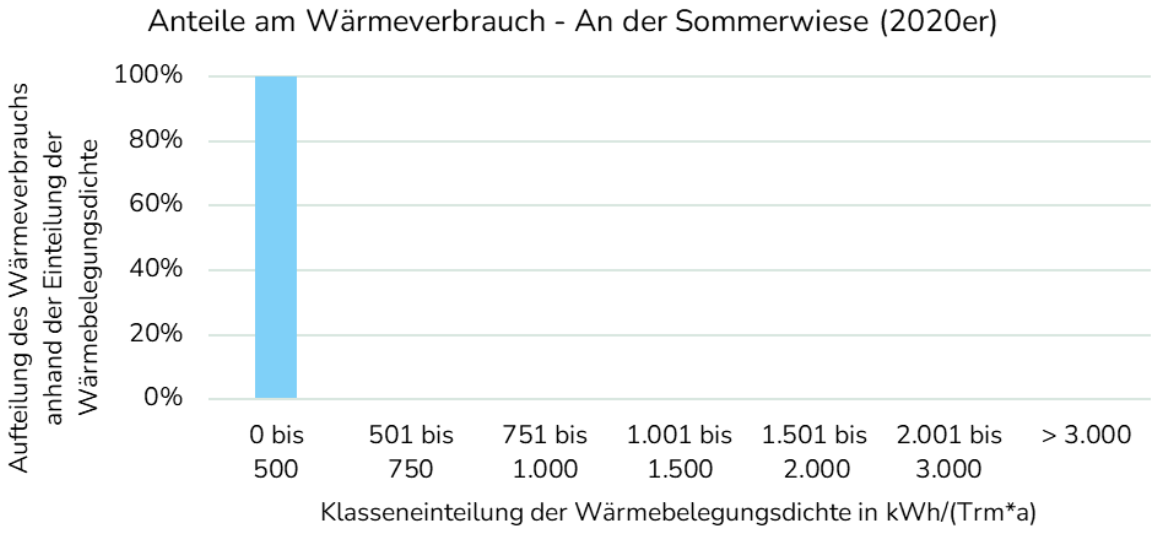
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral bis Ortsrand
Anzahl Gebäude	133
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.206 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.936 MWh/a (- 12,2 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,6 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	408 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	220 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



An der Sommerwiese (2020er)

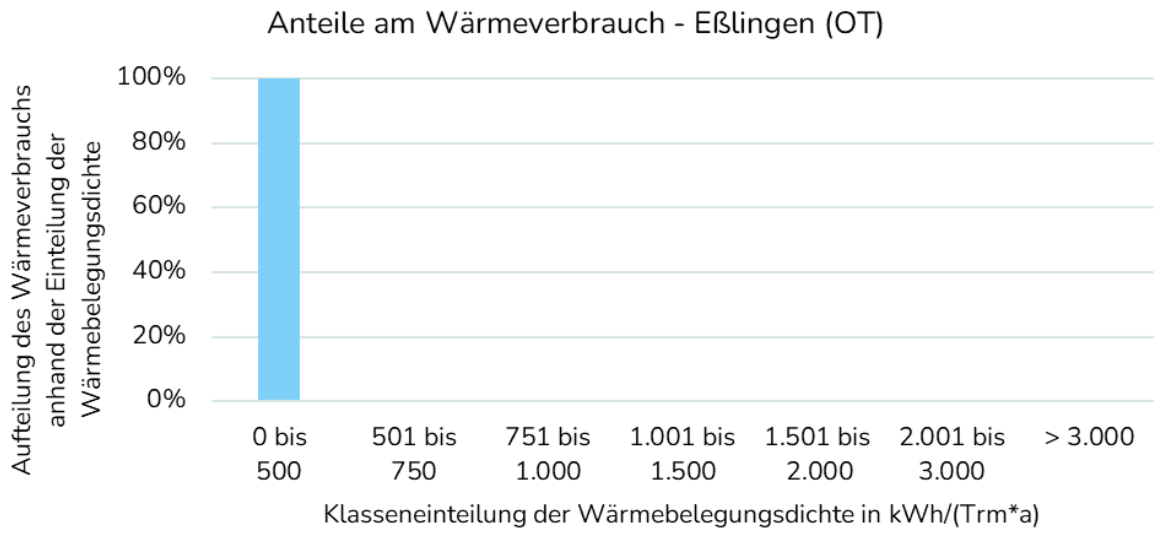


Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	21
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	259 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	253 MWh/a (- 2,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,1 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	178 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	19 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



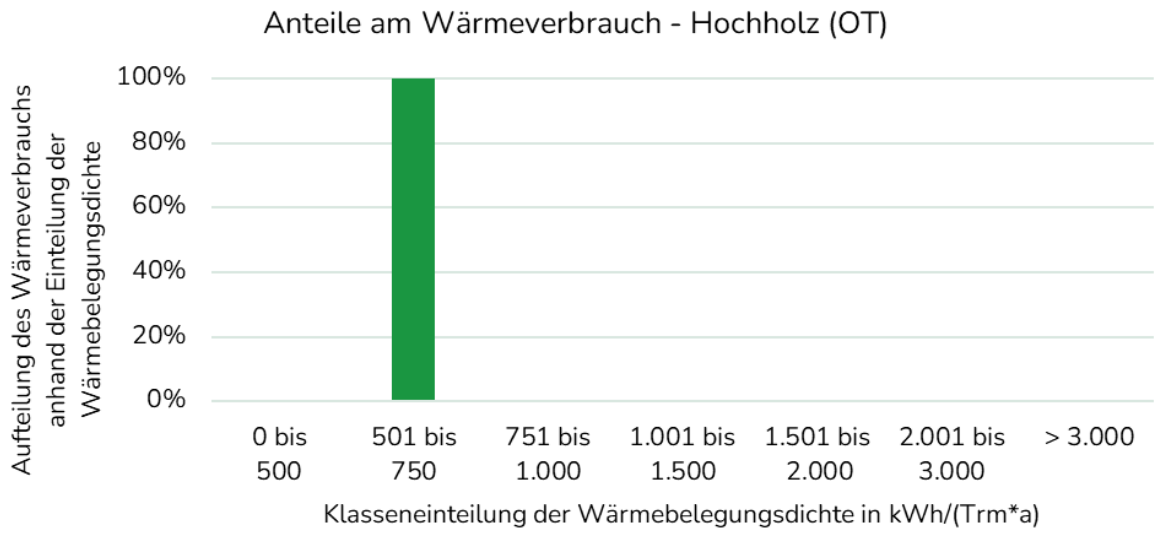
Eßlingen (OT)

Parameter	Beschreibung
Lage	ländlich
Anzahl Gebäude	21
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	418 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	361 MWh/a (- 13,6 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,1 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	326 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	0 kWh/(Trm*a) (keine Interessenten)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung

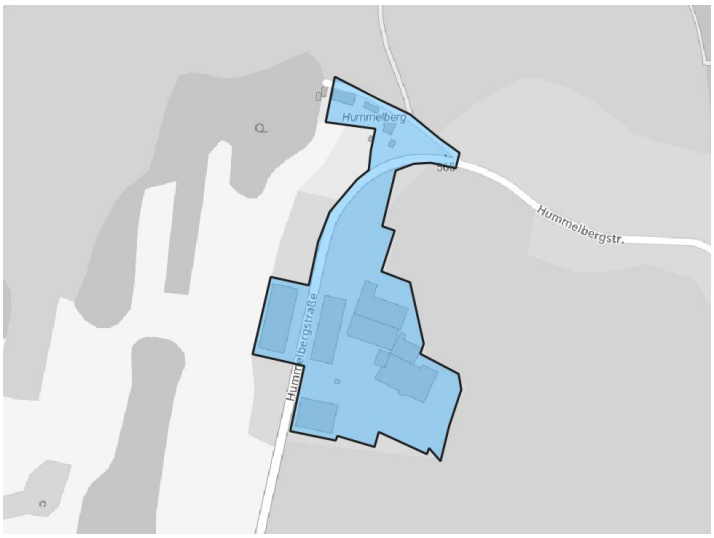


Hochholz (OT)

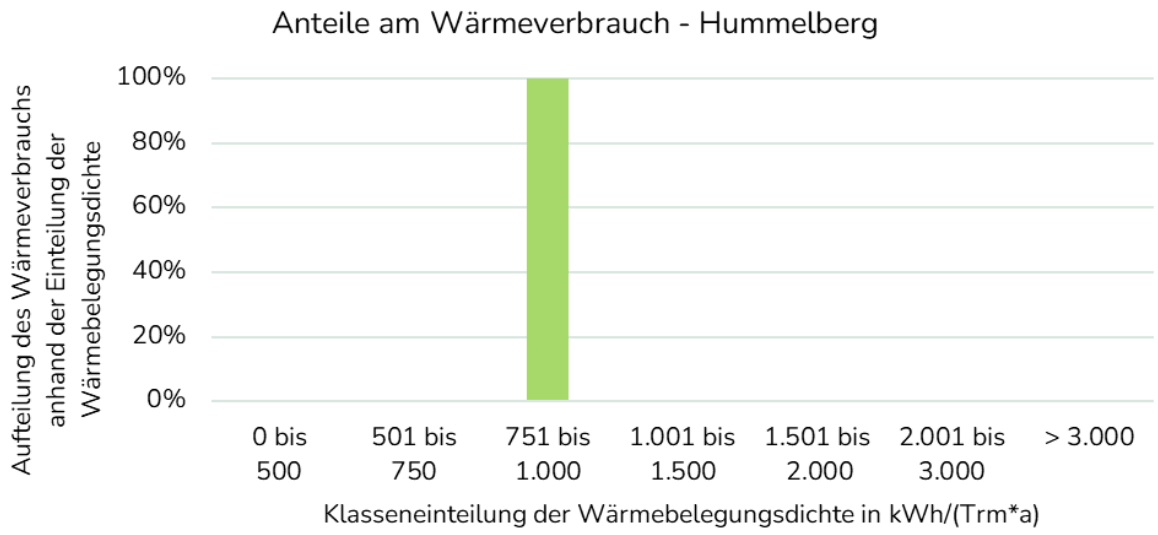
Parameter	Beschreibung
Lage	ländlich
Anzahl Gebäude	15
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	419 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	352 MWh/a (- 16,0 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,1 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	596 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	42 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



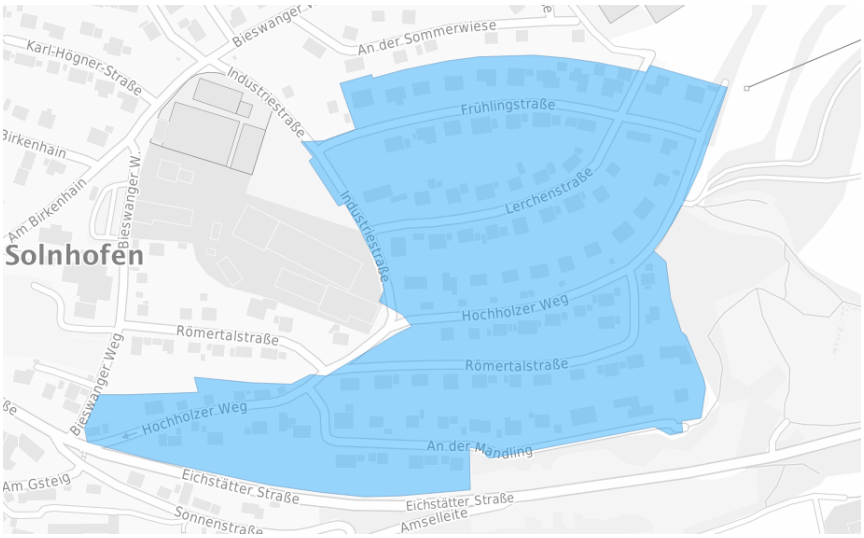
Hummelberg



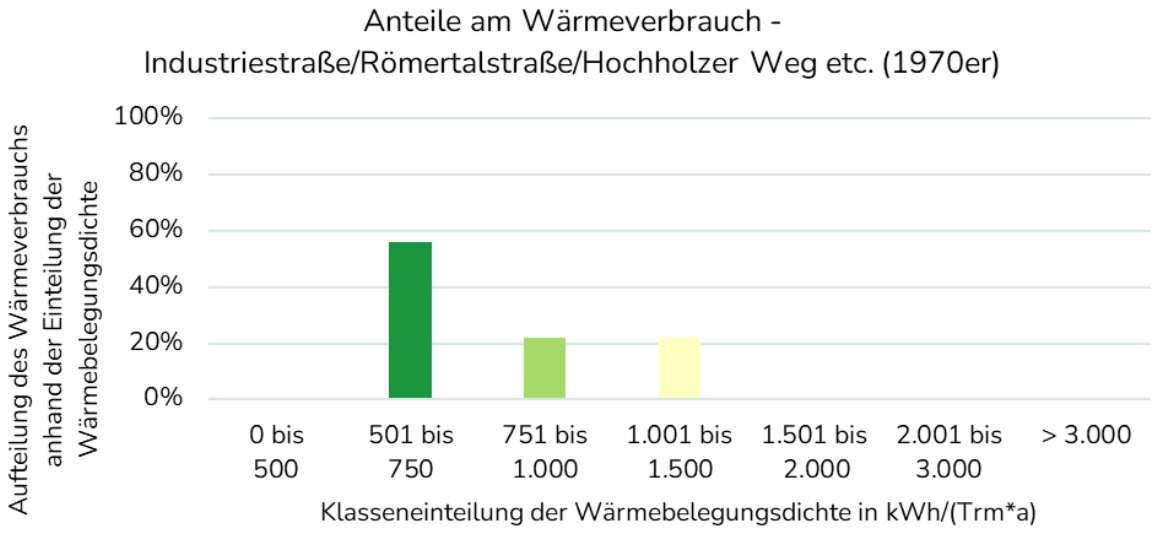
Parameter	Beschreibung
Lage	ländlich
Anzahl Gebäude	4
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	360 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	286 MWh/a (- 20,5 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,1 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	698 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	0 kWh/(Trm*a) (keine Interessenten)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



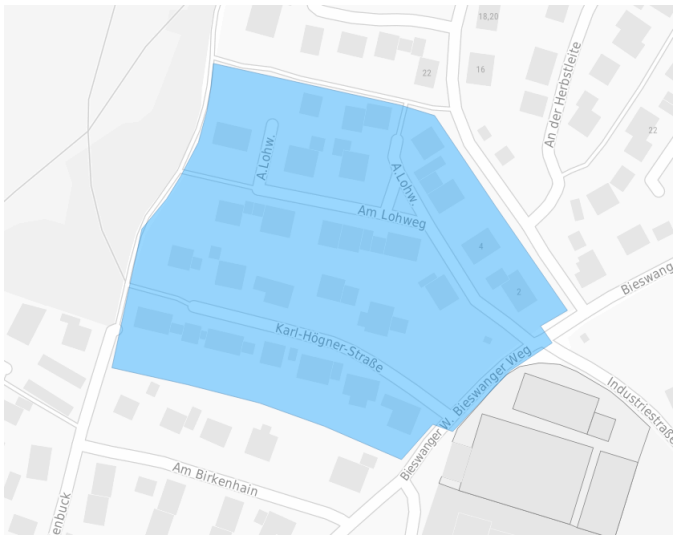
Industriestraße/Römertalstraße/Hochholzer Weg etc. (1970er)



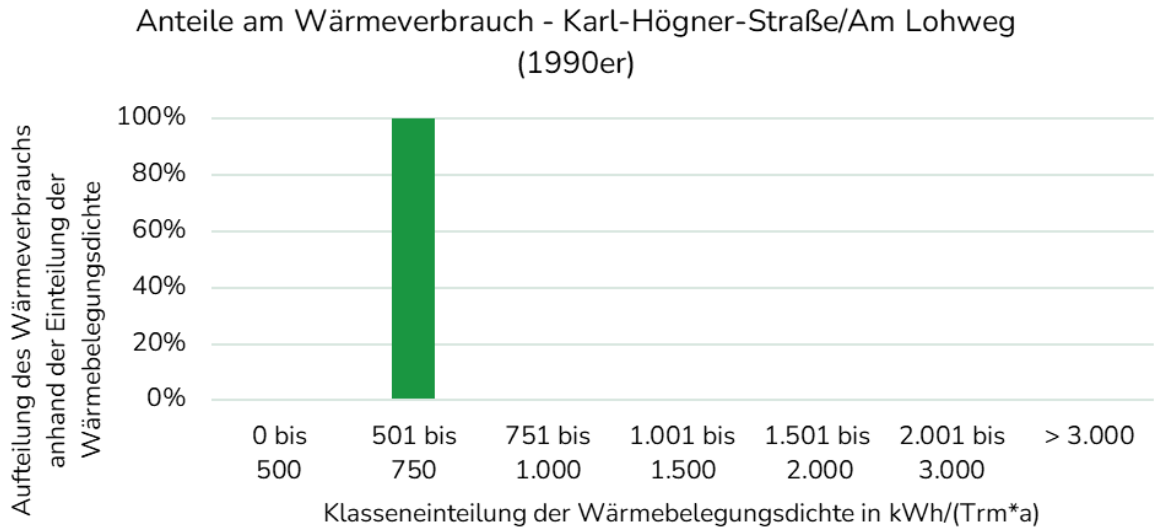
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	92
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.651 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,6 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	2.342 MWh/a (- 11,7 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,7 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	583 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	262 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



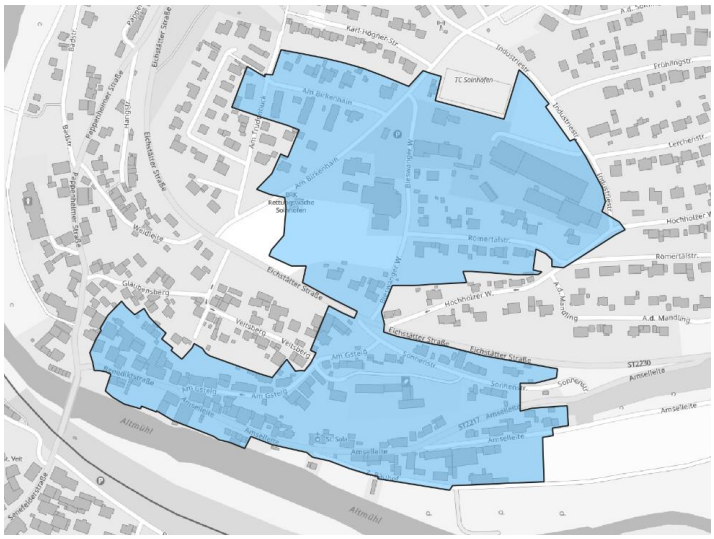
Karl-Högner-Straße/Am Lohweg (1990er)



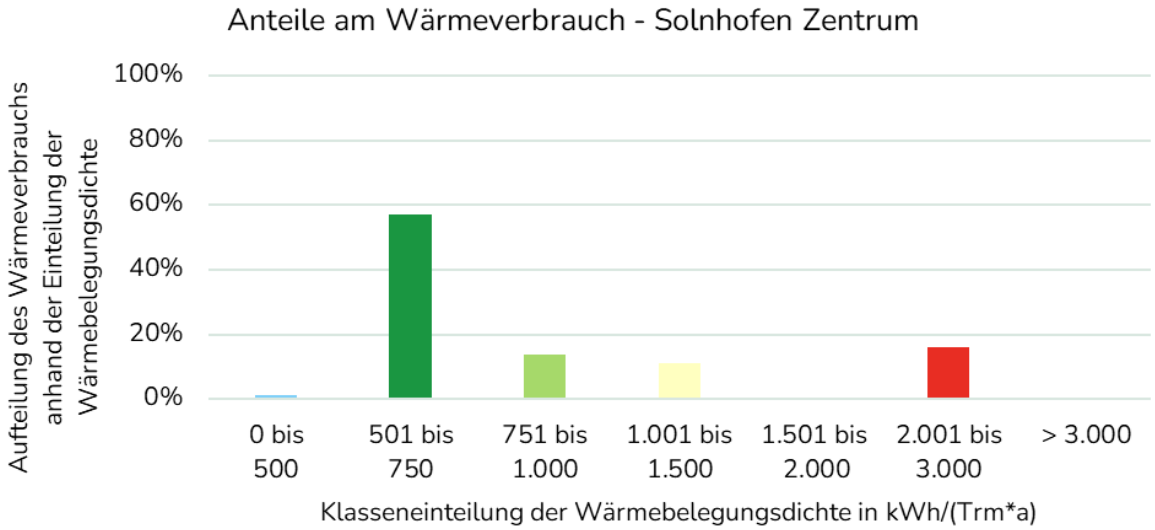
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	30
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	629 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,1 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	602 MWh/a (- 4,3 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,2 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	461 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	206 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



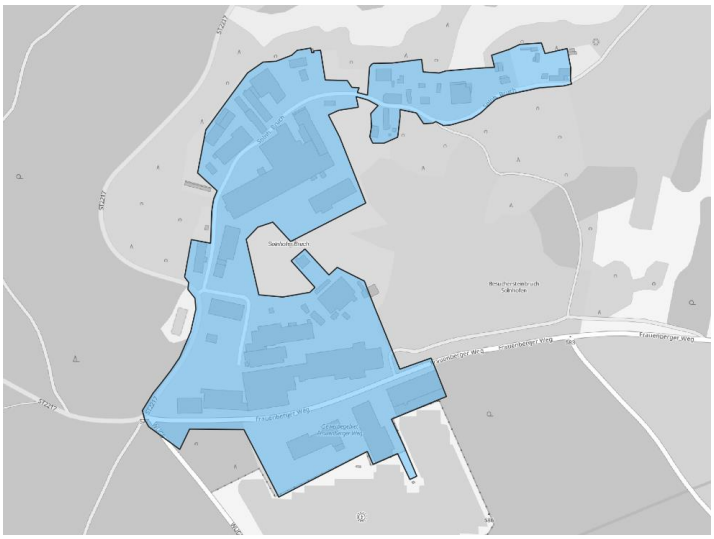
Solnhofen Zentrum



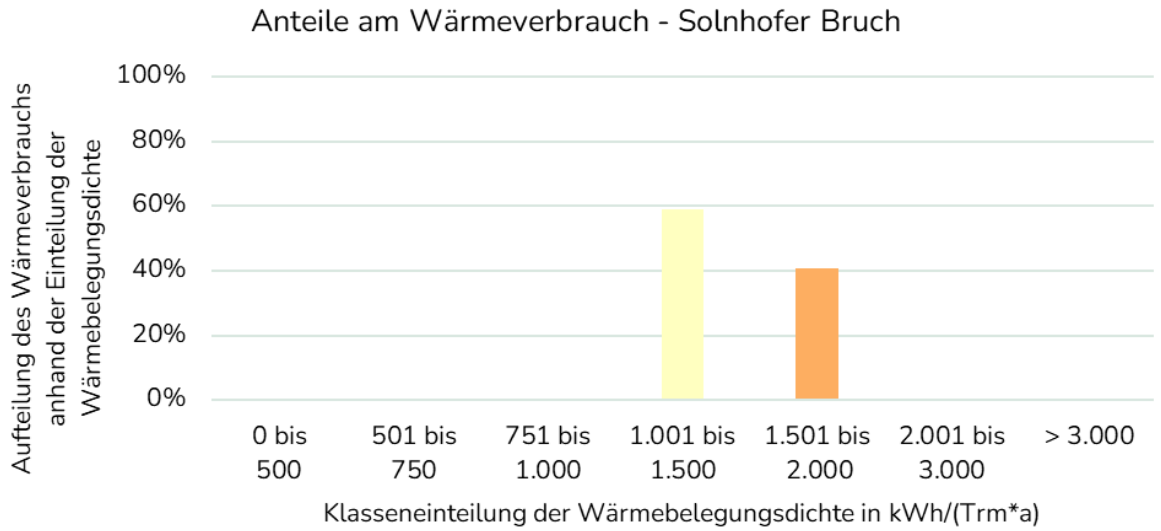
Parameter	Beschreibung
Lage	zentral
Anzahl Gebäude	107
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	3.706 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,8 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	3.172 MWh/a (- 14,4 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,9 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	649 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	295 kWh/(Trm*a)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Wärmenetzneubaugebiet
Geschätzte Wärmegestehungskosten	ca. 15 - 25 ct/kWh (inkl. Förderung)



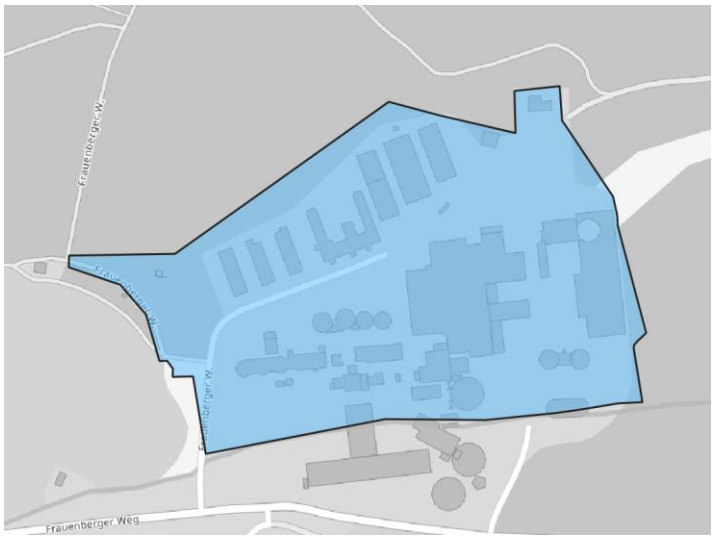
Solnhofer Bruch



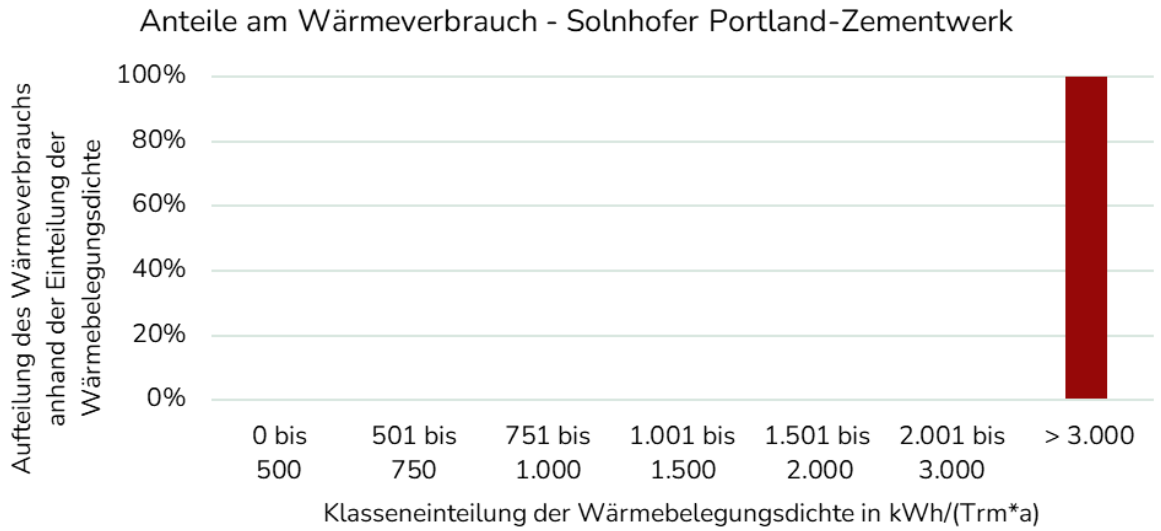
Parameter	Beschreibung
Lage	ländlich
Anzahl Gebäude	17
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	2.224 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	0,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	1.742 MWh/a (- 21,7 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	0,5 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	1.069 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	0 kWh/(Trm*a) (keine Interessenten)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



Solnhofer Portland-Zementwerk



Parameter	Beschreibung
Lage	ländlich
Anzahl Gebäude	1
Anzahl Gasnetzanschlüsse	0 (kein Gasnetz)
Endenergieverbrauch Wärme IST-Zustand	426.794 MWh/a
Anteil am Endenergieverbrauch IST-Zustand	95,5 %
Endenergieverbrauch Zieljahr (2040)	330.092 MWh/a (- 22,7 %)
Anteil am Endenergieverbrauch Zieljahr	95,0 %
Wärmebelegungsdichte (100 % Anschlussquote)	1.474.696 kWh/(Trm*a)
Wärmebelegungsdichte (aus Umfrage)	0 kWh/(Trm*a) (keine Interessenten)
Wärmeversorgungsart Zielszenario	Gebiet für dezentrale Versorgung



C. Anhang 3: Maßnahmensteckbriefe

Nachfolgend sind alle Maßnahmensteckbriefe aufgelistet, wie in Kapitel 8.1.1 beschrieben.

Sanierungsziele festsetzen		**Priorität:**	**hoch**
Maßnahmentyp:	**strategisch**	**Handlungsfeld:**	**Effizienz**

Beschreibung und Ziel:

Um die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 bzw. bis zum Jahr 2045 zu erreichen, ist, neben dem Ausbau Erneuerbarer Energien, eine Effizienzsteigerung durch die Senkung des Wärmebedarfs der Kommune notwendig. Dafür ist es sinnvoll, Sanierungsziele festzulegen, z.B. die Definition individueller Sanierungsquoten für jedes Quartier des Wärmeplans. Außerdem ist über weitere Anreize für Gebäudeeigentümer zu diskutieren, wie z.B. eine kommunale Sanierungsförderung neben den bereits existierenden Fördermöglichkeiten. Hierbei ist auch die Expertise des eigenen Personals gefragt, weshalb diese Maßnahme mit der nachfolgenden Maßnahme "Fachkompetenzen in Kommune aufbauen" verknüpft ist.

Umsetzung:

- Sanierungsziele einführen
- Sanierungsgebiete ausweisen
- Sanierungsquote festlegen

Zeitraum:	mittel- bis langfristig
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer
Kosten:	Sachkosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Steigerung der Effizienz, Verringerung des Wärmeverbrauchs, Verringerung des CO_2-Ausstoßes

Fachkompetenzen in Kommune aufbauen		Priorität:	hoch
Maßnahmentyp:	**personell**	**Handlungsfeld:**	**Rahmenbedingungen**

Beschreibung und Ziel:

Zur Umsetzung und zum Controlling der Maßnahmen ist eine wie in der Verstetigungsstrategie beschriebene Stelle in der Kommune einzurichten. Dafür sind neue Positionen zu schaffen oder bestehendes Personal ist fortzubilden. Diese koordinierende Stelle ermöglicht den Rahmen für die Verstetigung der Wärmeplanung. Sie begleitet Maßnahmen unterstützend, wie beispielsweise Flächensicherung und Festlegung von Sanierungszielen. Zudem koordiniert sie die Kommunikation zu Stakeholdern, Presse, etc.

Umsetzung:

- Einrichtung der Stelle
- Einarbeitung und Fortbildung des Personals
- ggf. weiterer Kompetenzaufbau durch Einstellung weiteren Fachpersonals
- Unterstützung und Koordination anderer Maßnahmen

Zeitraum:	kurzfristig (nach der Wärmeplanung)
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	alle an den Maßnahmen beteiligten Akteure
Kosten:	Personal- und Sachkosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Steigerung der Effizienz anderer Maßnahmen, Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit einzelner Maßnahmen

Kommunikationskonzept entwickeln und anwenden		Priorität:	hoch
Maßnahmentyp:	**strategisch**	**Handlungsfeld:**	**Rahmenbedingungen**

Beschreibung und Ziel:

Alle Maßnahmen werden durch Kommunikation nach außen begleitet. Die Art und Weise der Mediennutzung, sowie anzusprechende Themen und deren Bewerbung ist im Rahmen eines Kommunikationskonzeptes zu erarbeiten. Dessen Umsetzung ist ein wichtiger Punkt in Rahmen der Wärmewende. Die Kommune entwickelt hierfür ein Konzept, in welchem der Umfang und der Zeitpunkt der Maßnahmenkommunikation festgelegt wird.

Umsetzung:

- Erarbeitung und Vorstellung Konzept
- Organisation und Durchführung von Vorträgen, Aktionstagen, Diskussionsrunden, Informationsabenden, etc.
- Schulung Mitarbeiter
- Pressemitteilungen und Social Media
- Evaluation und ggf. Anpassung des Kommunikationskonzepts

Zeitraum:	kurz- bis langfristig, regelmäßiger Turnus sinnvoll
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Mitarbeiter der Kommune, Bürger, Gebäudeeigentümer
Kosten:	Sachkosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Unterstützung und Optimierung anderer Maßnahmen

Informationskampagne für dezentral versorgte Quartiere		Priorität:	hoch
Maßnahmentyp:	**kommunikativ**	**Handlungsfeld:**	**dezentrale Versorgung**

Beschreibung und Ziel:

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

Umsetzung:

- Informationsveranstaltung zu Wärmetechnologien, Aufzeigen verschiedener Möglichkeiten und Darstellung der wirtschaftlichen Vor-/Nachteile
- Partnerschaft mit Energieberater-Netzwerken
- Informationsveranstaltung zu technischer Umsetzung eines Heizungstausches in Zusammenarbeit mit Handwerkskammer
- Informationsveranstaltung zu Sanierungsmöglichkeiten
- Informationsveranstaltung zu Förderprogrammen bezüglich Heizungstausch und Gebäudesanierung

Zeitraum:	Beginn Umsetzungsphase
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Gebäudeeigentümer, Bürger
Kosten:	Sach- und Reisekosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Eigen- und ggf. Fördermittel; Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Erhöhung der Sanierungsquote, Senkung des Wärmebedarfs und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an Wärmeerzeugung

Jährliche Erstellung eines Controlling-Berichts		Priorität:	mittel
Maßnahmentyp:	**strategisch**	**Handlungsfeld:**	**Rahmenbedingungen**

Beschreibung und Ziel:

Durch die Erstellung eines jährlichen Controlling-Berichts wird der tatsächliche Fortschritt der einzelnen Maßnahmen überwacht und mit dem geplanten Fortschritt verglichen. Dadurch lassen sich im Prozess Abweichungen frühzeitig feststellen und bei Bedarf anpassen.

Umsetzung:

- Verantwortlichkeiten für die Erstellung festlegen
- Organisation regelmäßiger Abstimmungen mit relevanten Akteuren zum aktuellen Stand und Fortschritt der Umsetzung

Zeitraum:	jährlich (stetig)
Verantwortliche Stakeholder:	Gebäudeeigentümer, (potenzielle) Netzbetreiber und Energieträgerlieferanten
Betroffene Akteure:	alle an den Maßnahmen beteiligten Akteure
Kosten:	Personal- und Sachkosten
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**

Beschreibung und Ziel:

Die Kommune hat eine Vorbildfunktion im Rahmen der Wärmeplanung. Deshalb ist es wichtig, kommunale Liegenschaften möglichst klimaneutral zu bauen, zu sanieren und zu betreiben. Darüber hinaus ist es sinnvoll, diese Projekte transparent und verständlich in der Bevölkerung zu kommunizieren. Diese Maßnahme ist im Bereich der Bestandsgebäude eng mit der Maßnahme "Sanierungsziele festlegen" verknüpft.

Einige kommunale Liegenschaften in Solnhofen, wie z.B. das Gebäude Rathaus/Museum/Feuerwehr und die Schule werden bereits klimaneutral beheizt. Eine Umstellung der übrigen, noch fossil beheizten kommunalen Liegenschaften (z.B. Sola-Halle und Jugendtreff) sollte sukzessive erfolgen.

Umsetzung:

- Potenziale identifizieren
- Sanierungsziele der Kommune berücksichtigen
- Einbindung von Energieberater o.Ä.
- falls erforderlich: Ausschreibung und Vergabe von Leistungen an Planer und ausführenden Unternehmen

Zeitraum:	mittel- und langfristig
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Kommune, Planer, Beratungsunternehmen
Kosten:	Investitionskosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushaltsmittel und ggf. Fördermittel / Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Verringerung Wärmebedarf und CO_2-Ausstoß

Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1: Schritt 1 für Wärmenetzneubaugebiete Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum		Priorität:	mittel
Maßnahmentyp:	**strategisch**	**Handlungsfeld:**	**Wärmenetzausbau**

Beschreibung und Ziel:

Für die im Wärmeplan als Wärmenetzneubaugebiete definierte Quartiere Altort südlich der Altmühl und Solnhofen Zentrum ist zur weiteren Analyse und Beurteilung eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur Neuerrichtung eines Wärmenetzes durchzuführen. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit wird dabei konkreter untersucht.

Bereits zu einem früheren Zeitpunkt wurde in Solnhofen mittels eines Teil-ENP die Wärmenetzeignung in ähnlichen Gebietsumgriffen prinzipiell festgestellt. Damals scheiterte eine weitere Umsetzung an der Betreiberfrage. Sollte sich ein Betreiber finden, kann eine Untersuchung der potenziellen Wärmenetzgebiete jederzeit wieder aufgenommen werden und durch eine BEW-Machbarkeitsstudie aktualisiert und vertieft werden.

Umsetzung:

- Antragsstellung auf Förderung der Machbarkeitsstudie
- ggf. Ausschreibung
- Beauftragung eines Beratungsunternehmens oder eines Ingenieurbüros
- Durchführung der Machbarkeitsstudie

Zeitraum:	kurzfristig
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune, potenzielle Netzbetreiber
Betroffene Akteure:	Kommune, Netzbetreiber, Gebäudeeigentümer, Großverbraucher
Kosten:	Sachkosten (für Machbarkeitsstudie), ggf. Personalkosten (je nach Umfang und Einbindung von Mitarbeitern)
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushalts- bzw. Eigenmittel, Förderung nach BEW / Kommune, potenzielle Netzbetreiber
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Nachschärfung der ermittelten wirtschaftlichen Parameter der Wärmenetzgebiete im Rahmen der Wärmeplanung, Konkretisierung der Parameter des Wärmenetzes und der Wärmeerzeuger

Förderung interkommunaler Zusammenarbeit		Priorität:	mittel
Maßnahmentyp:	**organisatorisch**	**Handlungsfeld:**	**Rahmenbedingungen**

Beschreibung und Ziel:

Da die Wärmeplanung in jeder Kommune Pflicht ist, ist es sinnvoll sich untereinander bei der Umsetzung zu beraten. Dafür soll ein jährliches Treffen zwischen benachbarten Kommunen einberufen werden, um Erfolge, Misserfolge, Fortschritt und Koordination untereinander zu besprechen. Die Ergebnisse helfen jeder beteiligten Kommune bei der Fortschreibung des Wärmeplans und verbessern die Effizienz von anderen Maßnahmen.

Umsetzung:

- Organisation und Durchführung jährlicher Treffen
- Erstellen eines Ergebnisberichts, inkl. Evaluation der Ergebnisse und Umsetzungsempfehlung
- bei Bedarf: Umsetzung vorgeschlagener Maßnahmen

Zeitraum:	in Abstimmung mit beteiligten Kommunen
Verantwortliche Stakeholder:	Kommune
Betroffene Akteure:	Nachbarkommunen
Kosten:	Sachkosten
Finanzierung/Träger der Kosten:	Haushaltsmittel / Kommune
Positive Auswirkungen auf die Erreichung des Zielszenarios:	Effizienzsteigerung der erarbeiteten Maßnahmen, Identifikation weiterer Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität