

Stadt Altensteig



Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

Bietigheim-Bissingen, März 2026

Auftraggeber

Stadtverwaltung Altensteig
Rathausplatz 1
72213 Altensteig

www.altensteig.de

Auftragnehmer

IBS Ingenieurgesellschaft mbH
Flößerstraße 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen

www.ibs-ing.com

&



Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe

www.smartgeomatics.de

Bietigheim-Bissingen, 9. März 2026

ppa. Dipl.-Ing. (FH) Philipp Fendrich
(IBS Ingenieurgesellschaft)

i. A. Dipl.-Ing. Dennis Hahn
(IBS Ingenieurgesellschaft)

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Beck
(Smart Geomatics)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	4
2.	Bestandsanalyse	5
2.1	Beschreibung der Gemeindestruktur	5
2.2	Erfassung und Darstellung räumlich aufgelöster Wärmebedarfe	9
2.3	Leistungsgebundene Energieversorgungsstrukturen für Heizzwecke.....	20
2.4	Energie- und Treibhausgasbilanz Wärme.....	37
3.	Potenzialanalyse.....	45
3.1	Potenziale zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	45
3.2	Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung	50
3.3	Potenziale erneuerbarer Stromquellen für Wärmeanwendungen.....	72
4.	Beteiligungsprozess.....	77
5.	Zielszenario.....	79
5.1	Flächenhafte Darstellung der geplanten Versorgungsstruktur	79
5.2	Umsetzungsfahrplan / Zielsetzung	88
5.3	Szenario 2040 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung	89
5.4	Szenario zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs für 2040	95
5.5	Zielfoto 2040	97
6.	Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog	101
6.1	Wärmewendestrategie.....	101
6.2	Maßnahmenkatalog.....	101
6.3	Umsetzungshemmnisse und Fortschreibung.....	102
7.	Anhang Maßnahmen Steckbriefe	103
7.1	Erweiterung Wärmenetz Altstadt (Welkerstraße und Burgstraße).....	103
7.2	Erweiterung Wärmenetz im Teilort Wart.....	104
7.3	BEW-Transformationsplan zur Dekarbonisierung von Kernstadt-Netzen.....	105
7.4	Dekarbonisierungsfahrplan Wart (reduziert)	106
7.5	Dekarbonisierungsfahrplan Berneck (reduziert).....	107
7.6	Tabellenverzeichnis.....	108
7.7	Abbildungs- und Quellenverzeichnis.....	108
7.8	Literaturverzeichnis	111

1. Einleitung

Für eine nachhaltige Energieversorgung ist es von zentraler Bedeutung, dass zusammen mit dem Umbau des Stromsektors gleichzeitig eine Mobilitäts- und Wärmewende herbeigeführt wird. Insbesondere die Wärmeversorgung hat mit rund 50 % den größten Anteil am bundesweiten Gesamtenergieverbrauch¹ und wird aufgrund der lokal begrenzten Erzeugungs- und Versorgungscharakteristik in besonderem Maße durch kommunale Entscheidungen beeinflusst.

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg im Jahr 2021 wurden in § 7c und 7d große Kreisstädte und weitere Gebietskörperschaften mit mehr als 20.000 Einwohnern zu einer „kommunalen Wärmeplanung“ verpflichtet.

Im Jahr 2024 wurde mit dem Wärmeplanungsgesetz auf Bundesebene die Verpflichtung zur Wärmeplanung für alle Gemeinden – unabhängig von deren Einwohnerzahl – erlassen.

Die Planungslogik bleibt hierbei vergleichbar zu den vorab bereits in Baden-Württemberg erstellten Wärmeplanungen und umfasst die folgenden Bearbeitungsfelder:

- Eine **Bestandsanalyse** über den Wärmebedarf, die Gebäudetypen, Baualtersklassen sowie die aktuelle Versorgungsstruktur.
- Eine **Potenzialanalyse** zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung.
- Ein klimaneutrales **Zielszenario** für das Jahr 2040 mit Zwischenzielen für das Jahr 2030.
- Eine **Wärmewendestrategie** mit konkreten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie der Klimafreundlichkeit der Energieversorgung.

Der Wärmeplan ist ein Konzeptionsinstrument zur strategischen Ausrichtung der Energie- und insbesondere der Wärmeversorgung einer Kommune. Mit Hilfe des Wärmeplans lassen sich viele komplexe Fragestellungen der Energieversorgung in der Kommune beantworten sowie wichtige Grundlagen für effiziente und nachhaltige Energieversorgungslösungen schaffen.

Ein wesentliches Ziel der räumlichen Wärmeplanung ist es, Energieausbau- und Energieeffizienzstrategien mit der Überplanung bestehender Bauflächen hinsichtlich Nachverdichtung oder Umnutzung sowie der Neuplanung von noch unbebauten Flächen zu verbinden.

Die Firmen Smart Geomatics Informationssysteme GmbH und IBS Ingenieurgesellschaft mbH wurden am 7. November 2024 mit den Arbeiten zur kommunalen Wärmeplanung in Altensteig beauftragt.

Im Rahmen der Untersuchung erhobene Daten, die dem Datenschutz unterliegen (z. B. Energieverbrauchsdaten, Schornsteinfegerdaten), wurden bei der Weiterverarbeitung zu größeren Einheiten, sogenannten Clustern aggregiert oder auf Straßenabschnitte zusammengefasst. Gebäudescharfe Darstellungen derartiger Daten erfolgen weder in schriftlichen Abhandlungen noch in Präsentationsform.

¹ Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>

2. Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurde über das komplette Stadtgebiet eine Wärmebedarfsanalyse, welche den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude sowie die Energieträgerverteilung aufzeigt, durchgeführt. Des Weiteren wurde die vorhandene Wärmenetzinfrastruktur mit Heizzentralen und die leitungsgebundenen Energieversorgungsstrukturen erfasst.

2.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Altensteig liegt im Nordschwarzwald und gehört zum Landkreis Calw. Zur Stadt Altensteig gehören neben Altensteigdorf die räumlich getrennten Stadtteile Berneck, Garrweiler, Hornberg, Spielberg, Überberg, Wart und Walddorf mit Monhardt. Insgesamt verfügt Altensteig über eine Gemarkungsfläche von über 53 km². Im Jahr 2022 waren in Altensteig 10.916 Einwohner*innen gemeldet.

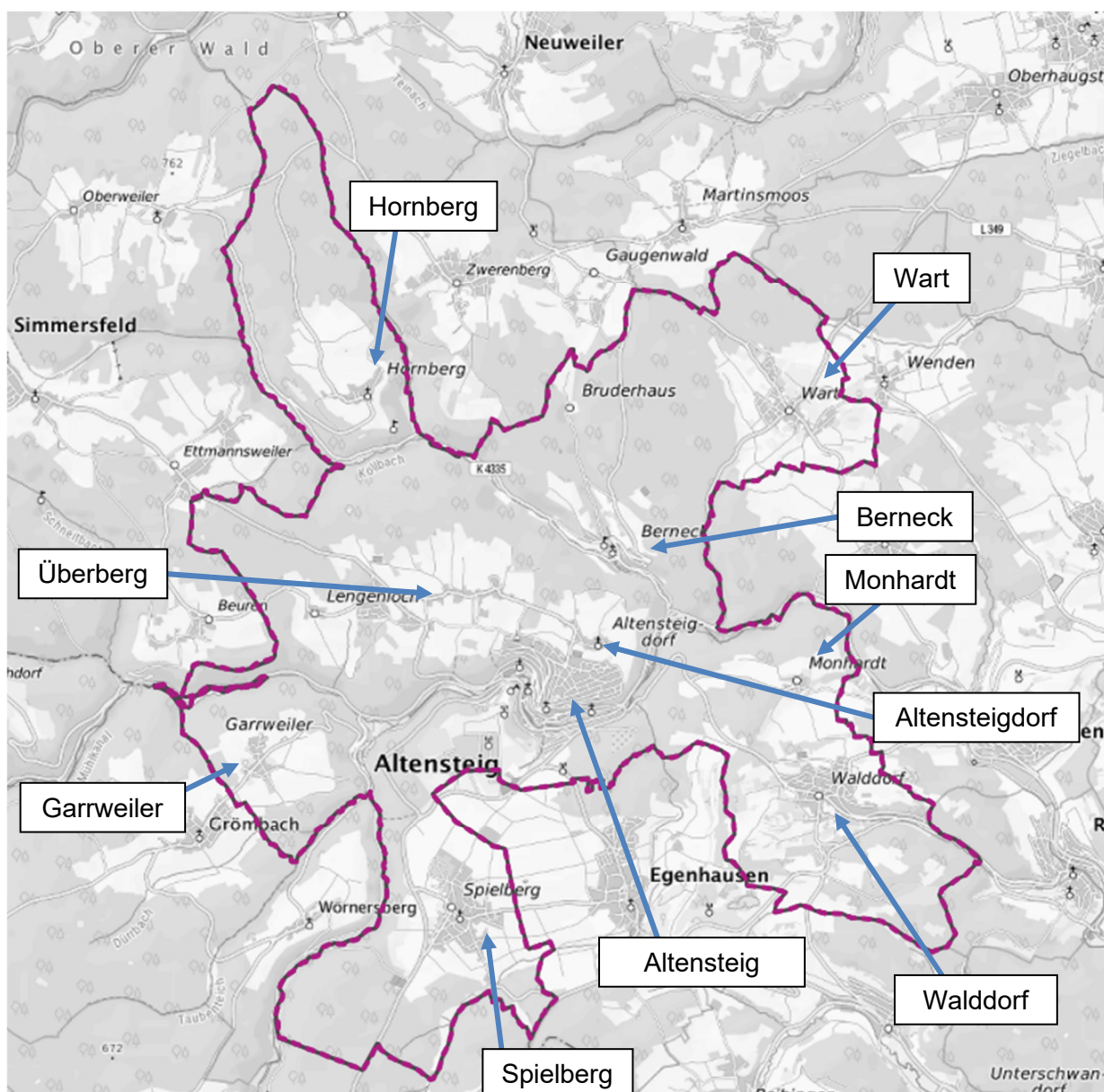


Abb. 1: Gemarkung Stadt Altensteig und ihre Stadtteile

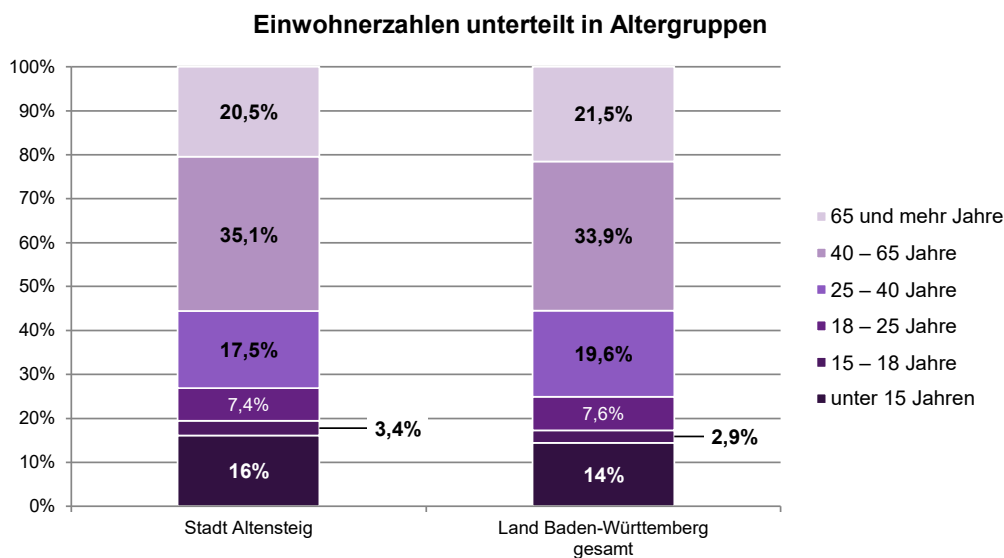


Abb. 2: Altersstruktur der Einwohner Altensteigs

2.1.1 Siedlungsentwicklung

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird die Siedlungsentwicklung nach dem Baujahr der Gebäude ermittelt. In der nachfolgenden Grafik sind die Gebäude farblich ihrer jeweiligen Baualtersklasse zugeordnet, so dass der zeitliche Verlauf der Aufsiedelung ersichtlich ist.

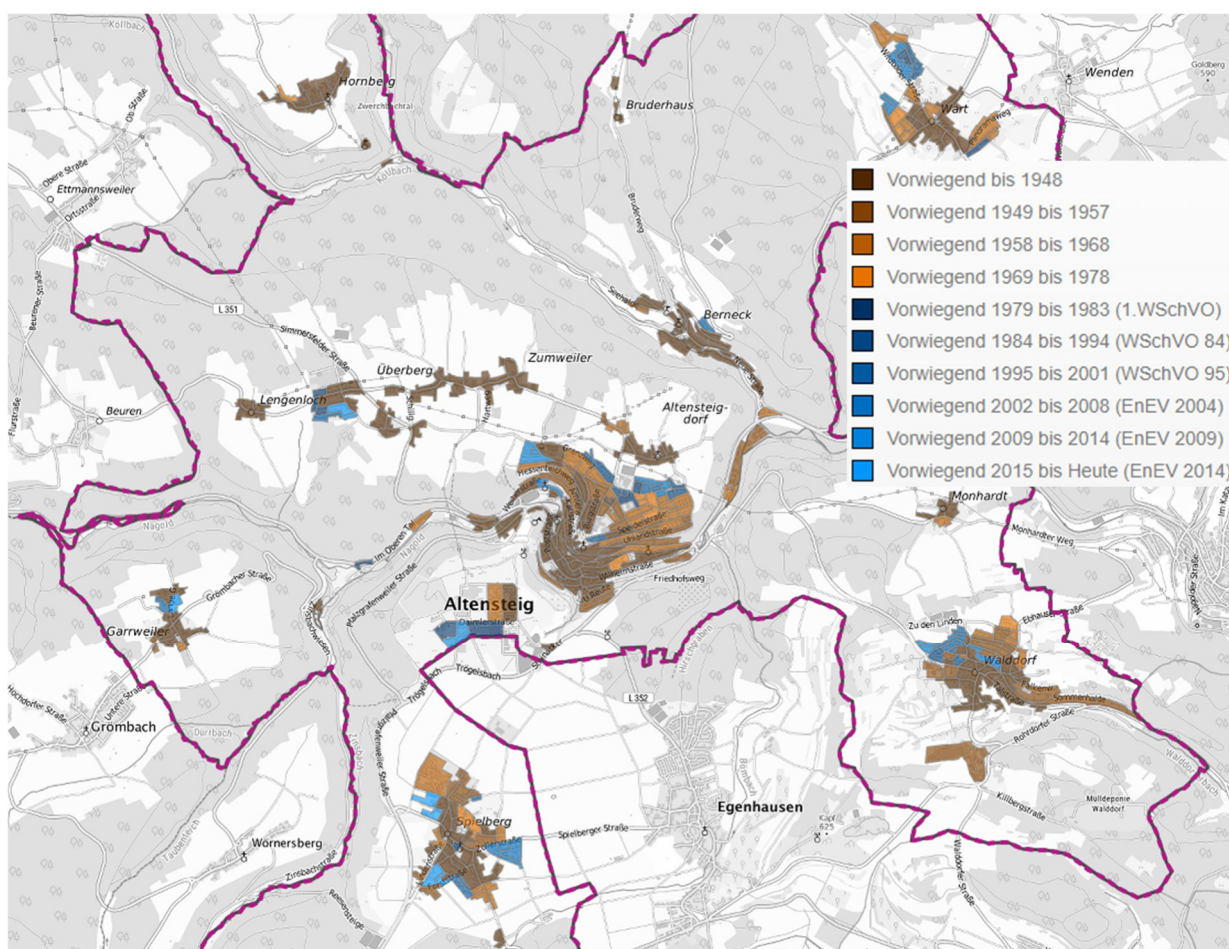


Abb. 3: Entwicklung Bebauung in Altensteig (Gebäudebaujahraggregation auf Baublockebene)

Rund 75 % der Gebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung (1. WSchVO) 1979 erbaut. Auffällig ist ebenfalls, dass mit 40 % ein großer Teil der Gebäude vor 1948 errichtet wurde. Vorwiegend in den Randlagen der Ortsteile sind neuere Gebäude vorhanden, welche damit in die ab diesem Zeitpunkt geltenden Energieeinsparverordnungen (WSchVO über EnEV bis hin zum GEG) fallen.

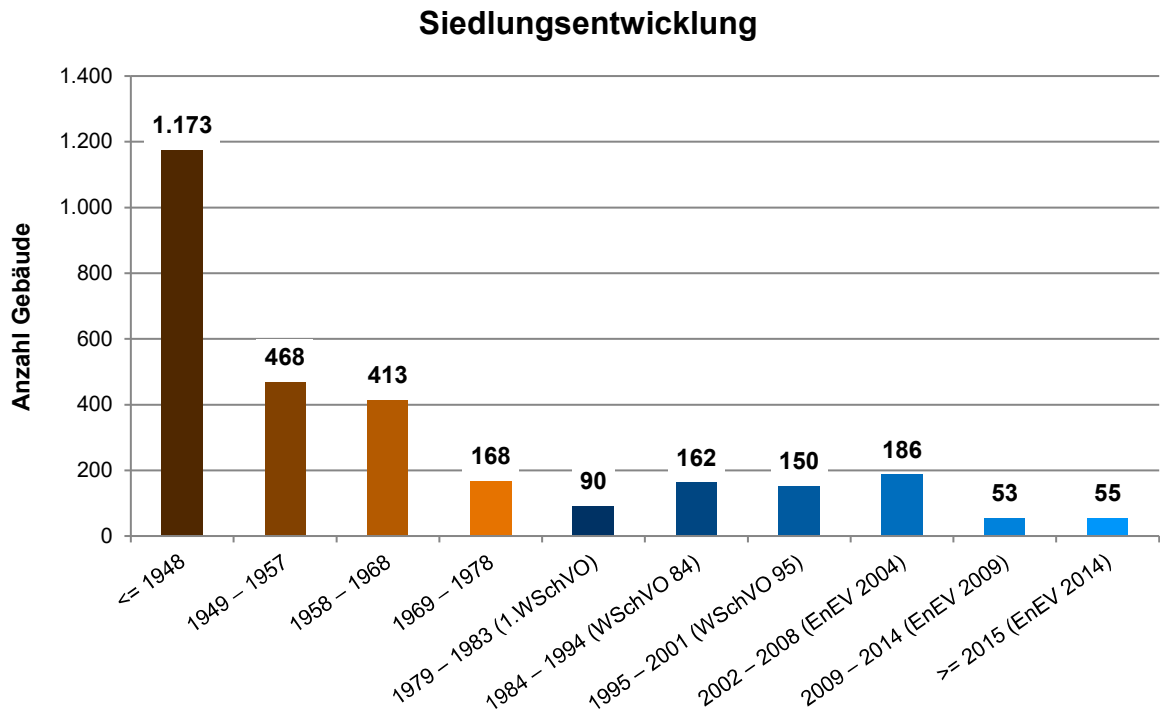


Abb. 4: Siedlungsentwicklung nach Baualtersklassen

2.1.2 Gebäudekategorien- und typen

Im Stadtgebiet Altensteig dominieren die Wohngebäude mit einem Anteil von knapp 81 %. Den nächstgrößeren Sektor bilden die Gebäude mit gewerblicher Nutzung, welche einen Anteil von 11,5 % erreichen. Etwa 2 % der Gebäude werden für öffentliche Zwecke genutzt. Der verbleibende Anteil entfällt auf Gebäude der Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, Gebäude des Hotel- und Gastgewerbes sowie auf sonstige Nutzungen.

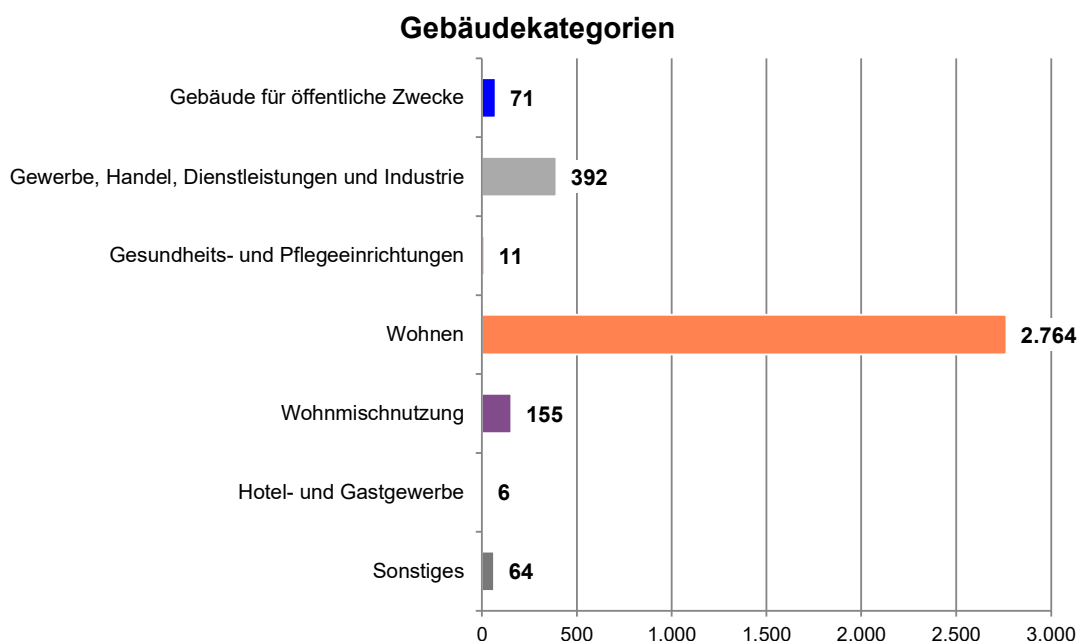


Abb. 5: Gebäudekategorien nach Sektoren (absolut)

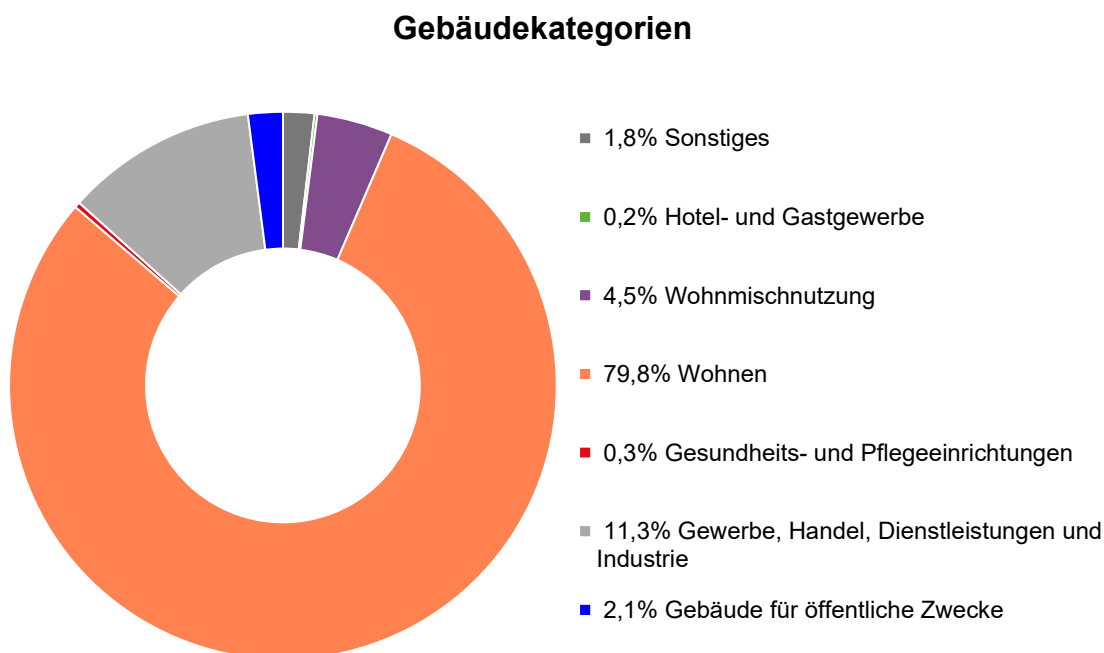


Abb. 6: Gebäudekategorien nach Sektoren (prozentual)

Bei den meisten der rund 2.900 Wohngebäude im Stadtgebiet handelt es sich um freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser. In ähnlicher Anzahl sind jeweils Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser vorhanden. Große Wohnblöcke und Hochhäuser sind kaum vertreten.

Wohngebäudetypen

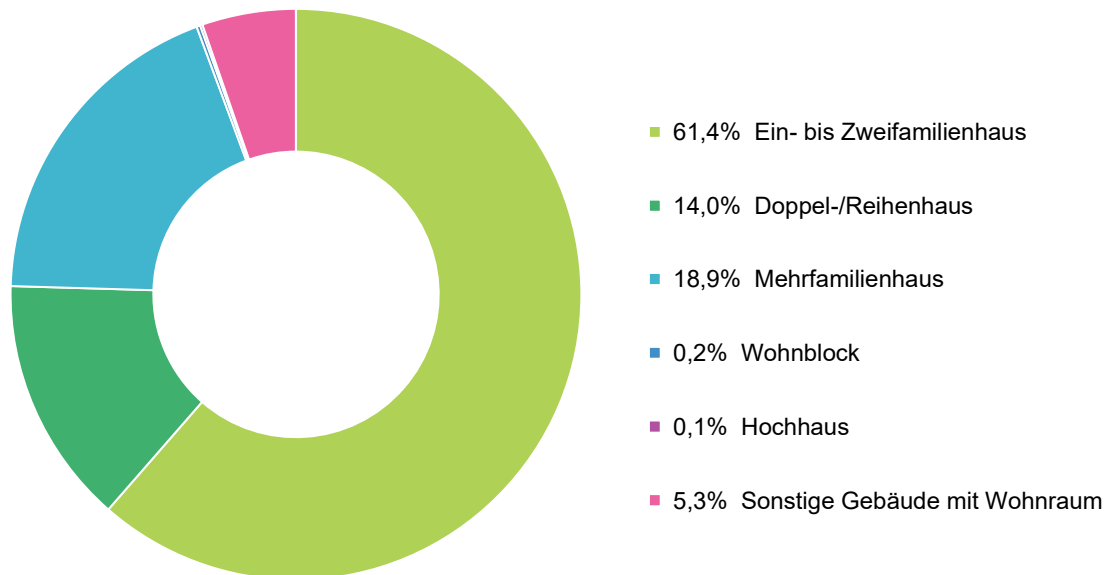


Abb. 7: Kategorisierung nach Wohngebäudetypen

2.2 Erfassung und Darstellung räumlich aufgelöster Wärmebedarfe

2.2.1 Wärmebedarf auf Baublockebene

Die Wärmeversorgung von Wohngebäuden stellt mit etwa 105.000 MWh den größten Energieverbraucher zu Heizzwecken in Altensteig dar. Aus diesem Grund kommt insbesondere der Sanierung von Gebäuden, dem Austausch von Heizungsanlagen und dem Bau bzw. der Erweiterung lokaler Wärmenetze eine große Bedeutung im Rahmen einer klimaneutralen Stadtentwicklung zu.

Einen ersten Überblick dazu vermittelt der Wärmebedarf auf Baublockebene. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Handlungsbedarf identifizieren. Als Grundlage für die Ermittlung des Wärmebedarfs der Wohngebäude werden Merkmale wie Gebäudealter, Gebäudetypen und die Wohnfläche herangezogen und nach energetischen Kennwerten des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) bewertet sowie mit tatsächlichen Verbrauchsdaten der Netzbetreiber angereichert.

Darüber hinaus geben bei leitungsgebunden versorgten Gebäuden die Daten der Netzbetreiber Aufschluss über die eingesetzten Mengen an Erdgas, Fernwärme und Heizstrom.

Einen hohen Wärmebedarf haben generell Gebiete mit einer hohen Bebauungsdichte und älterer Bausubstanz.

Sofern für Nichtwohngebäude keine Angaben der Versorger vorliegen und seitens der Eigentümer oder Betreiber keine Verbrauchsdaten überstellt wurden, wurden diese hinsichtlich des Heizwärmebedarfs nicht berücksichtigt.

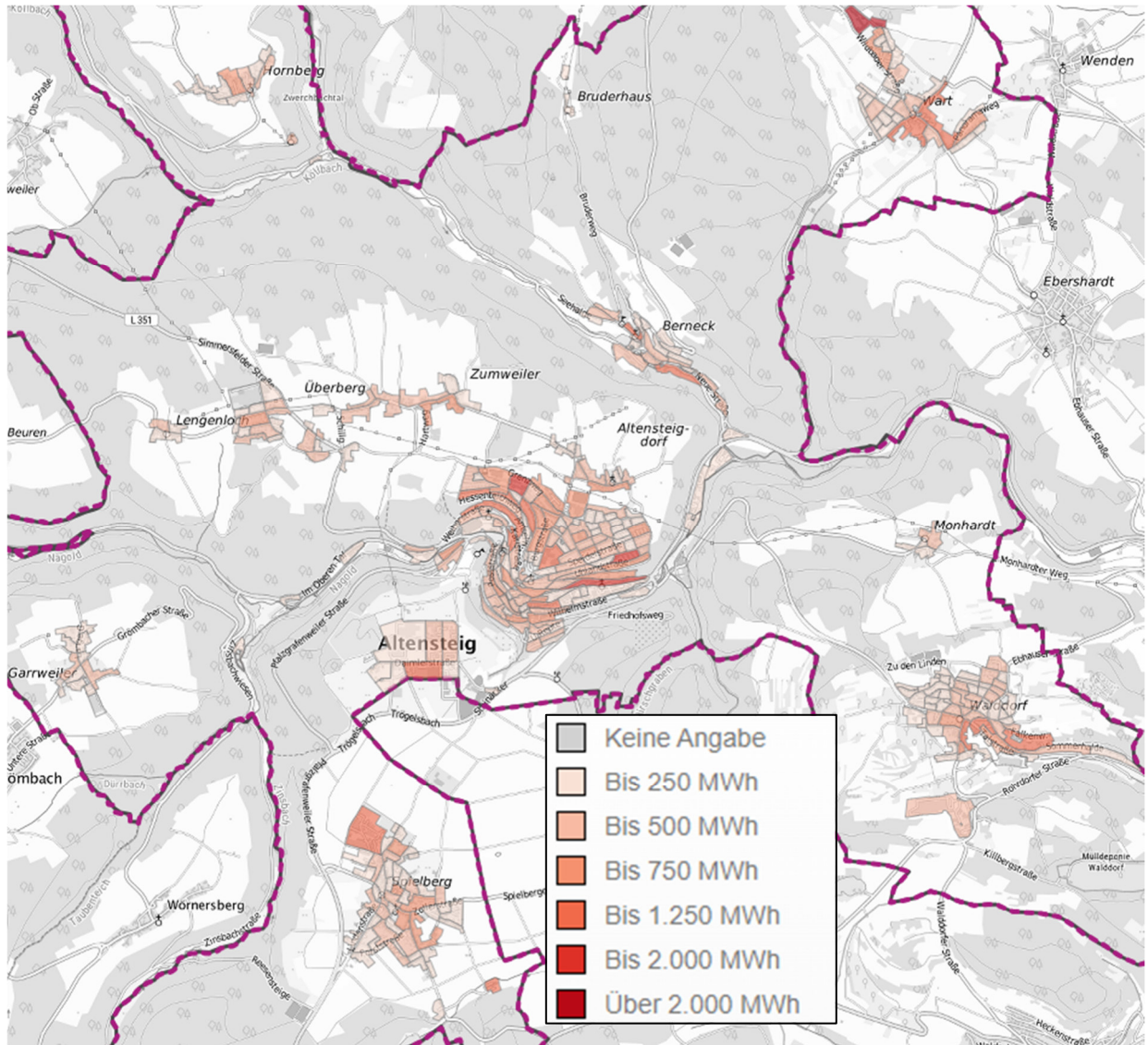
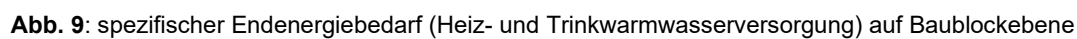


Abb. 8: absoluter Endenergiebedarf (Heiz- und Trinkwarmwasserversorgung) auf Baublockebene



2.2.2 Wärmebedarf auf Straßenabschnittsebene

Die folgenden Abbildungen zeigen die Wärmedichte auf Straßenabschnittsebenen in Kilowattstunden pro laufendem Straßenmeter, neben einem Gesamtüberblick auch für jeden Stadtteil im Detail.

Der Wärmebedarf pro laufendem Meter Straße bildet eine Entscheidungsgrundlage, in welchen Bereichen die Errichtung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung (Fernwärme) aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll sein kann.

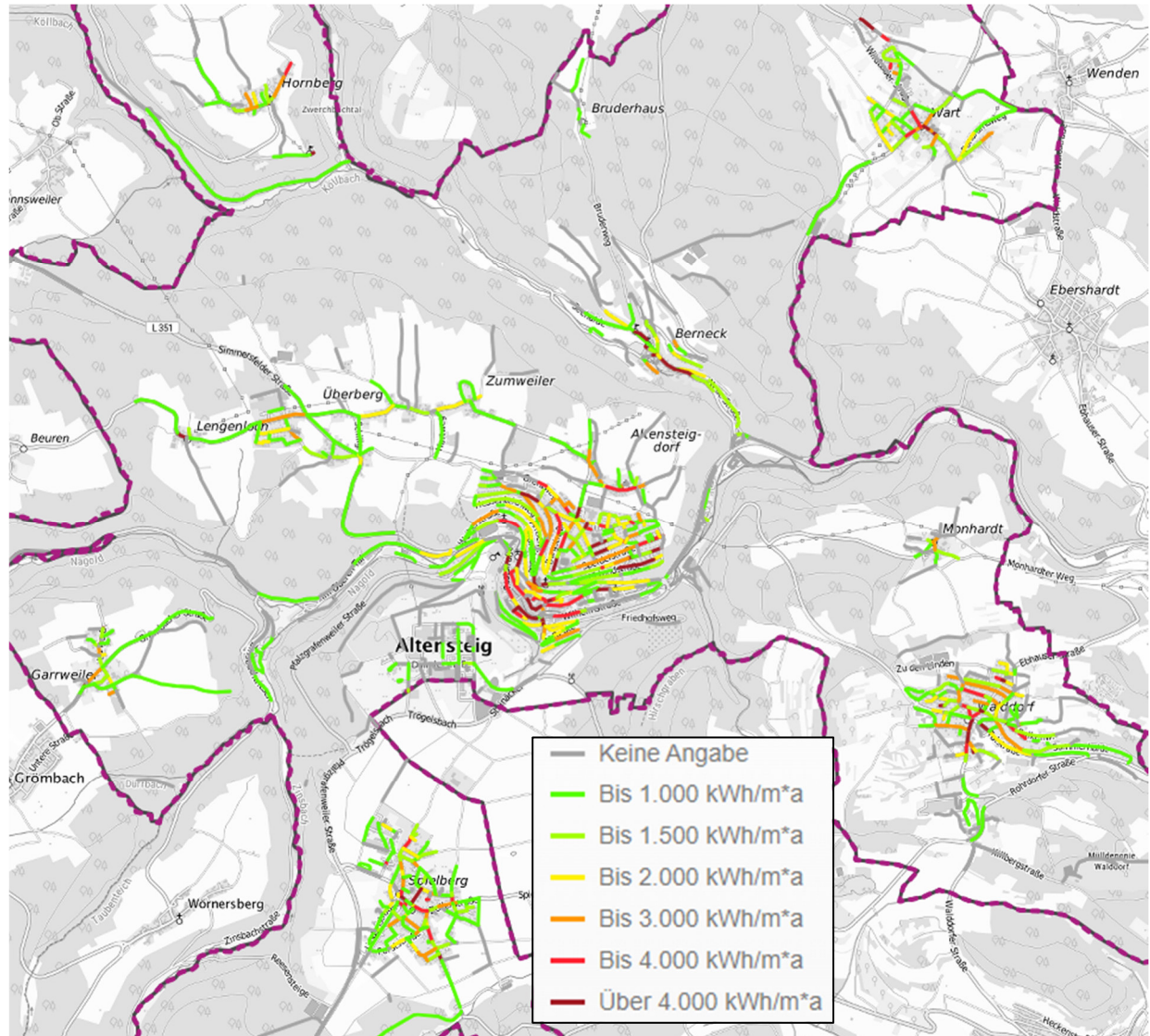


Abb. 10: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen (Gesamtansicht)

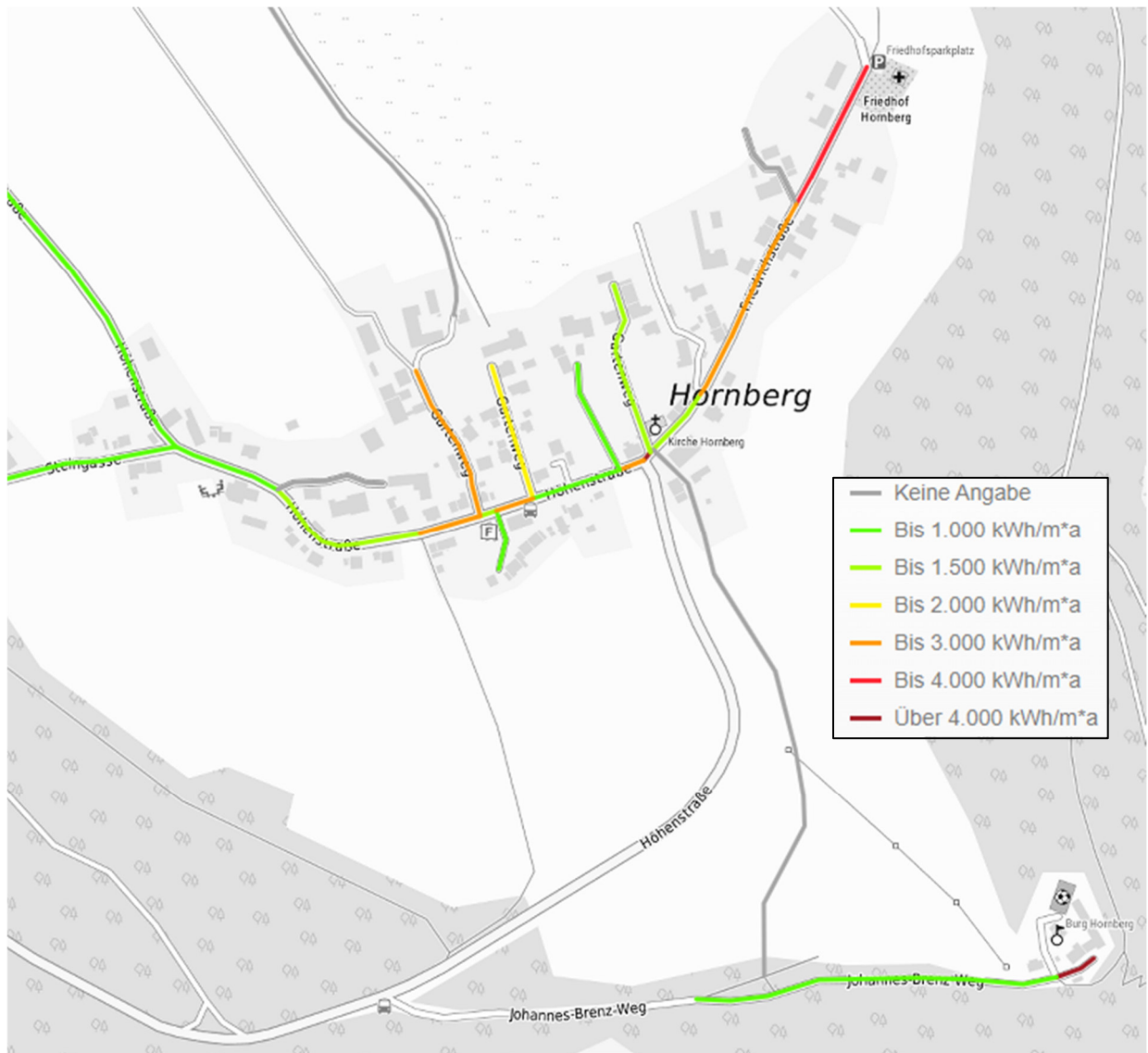


Abb. 11: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Hornberg



Abb. 12: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen (Stadtteile Überberg mit Lengenloch und Zumweiler)

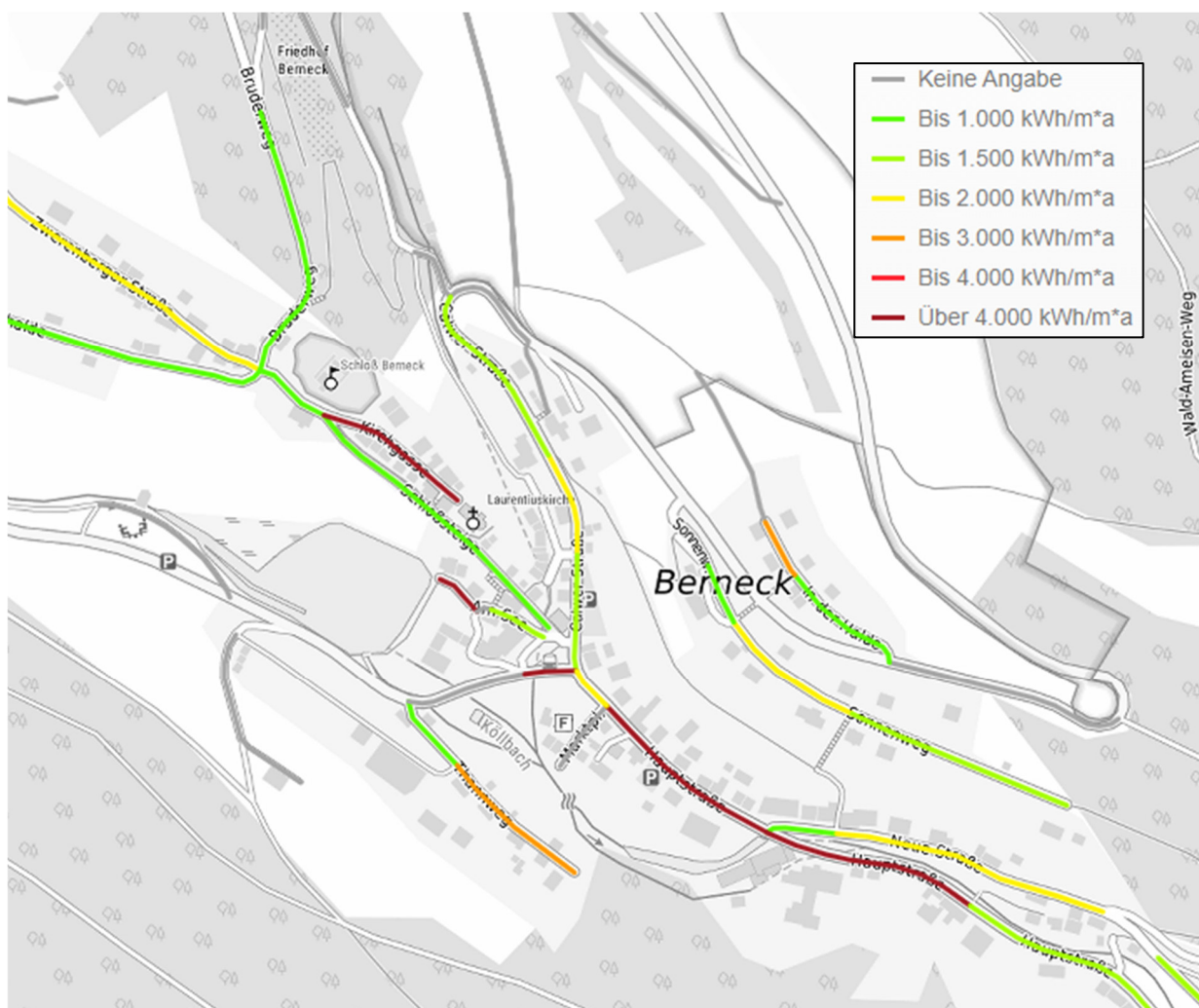


Abb. 13: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Berneck

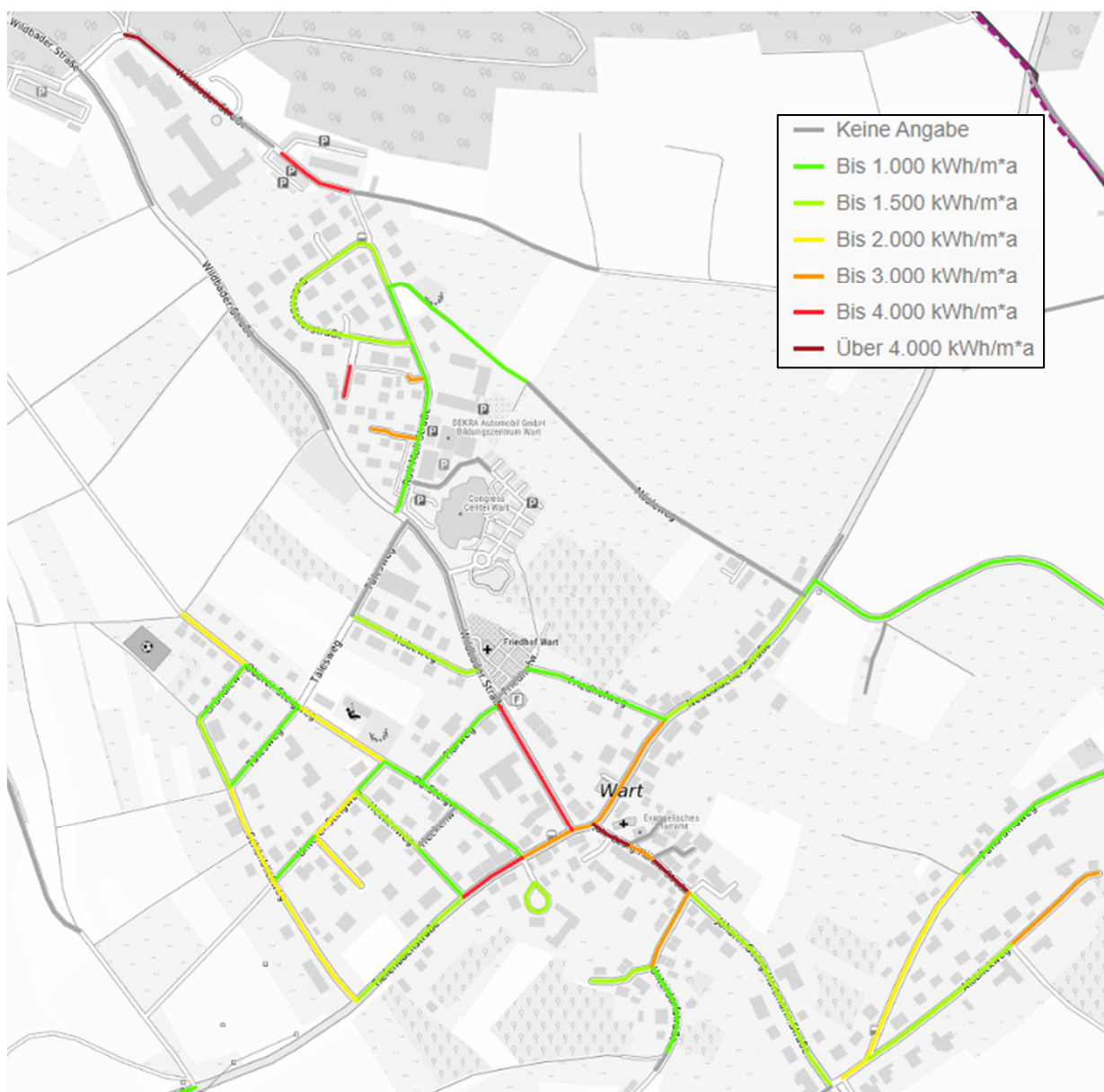


Abb. 14: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Wart

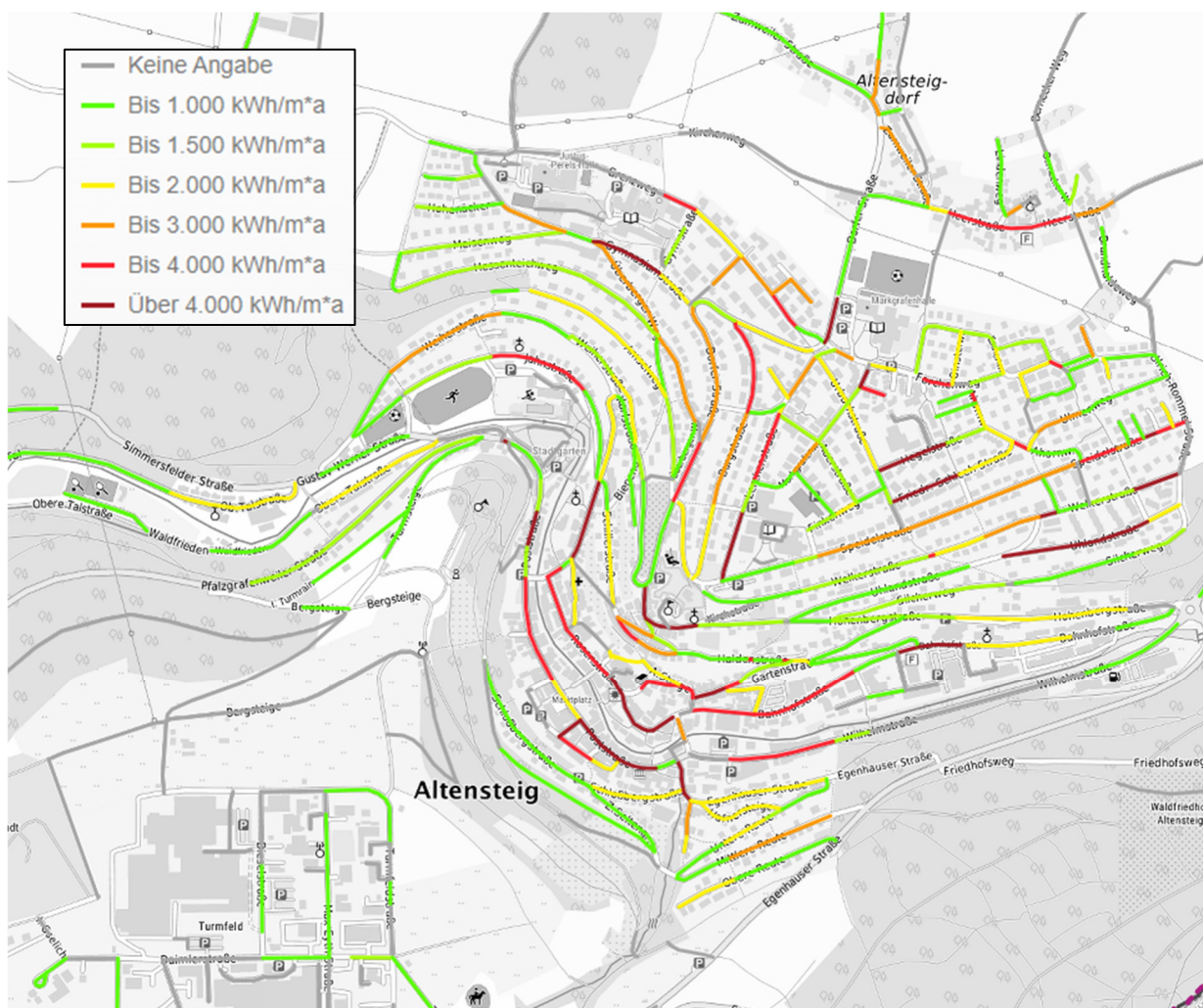
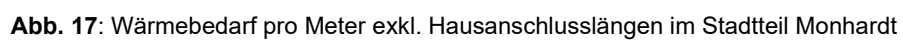
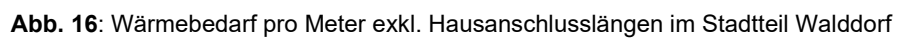


Abb. 15: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen in der Kernstadt und Altensteigdorf



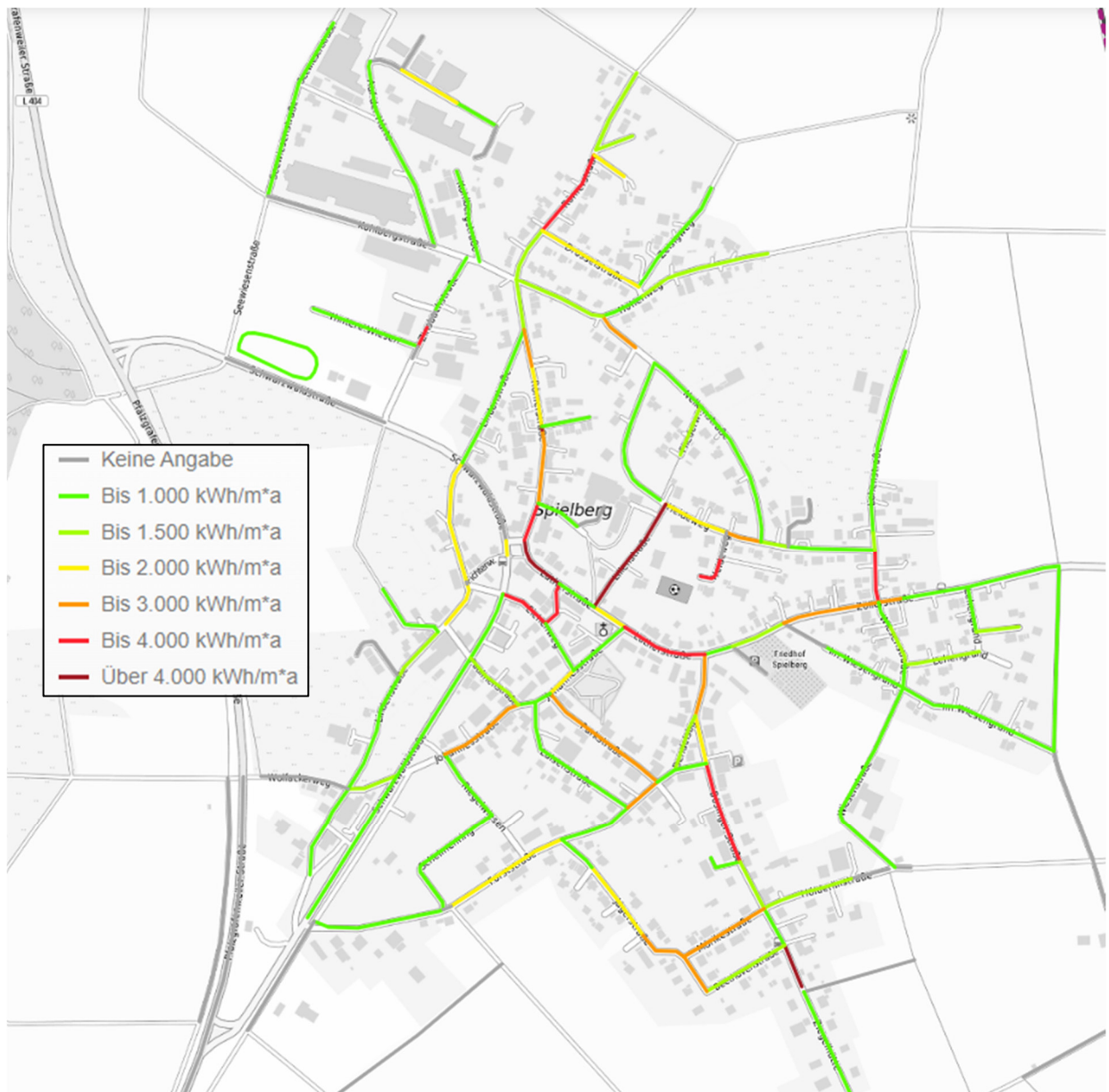
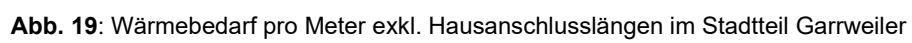


Abb. 18: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Spielberg



2.3 Leitungsgebundene Energieversorgungsstrukturen für Heizzwecke

2.3.1 Erdgasnetz

Teile der Kernstadt, Teile von Altensteigdorf, von Walddorf und Spielberg sind an das Erdgasnetz angeschlossen, jedoch nicht flächendeckend erschlossen. In Monhardt, Berneck, Wart, Garrweiler, Überberg und Hornberg gibt es keine leitungsgebundene Gasversorgung.

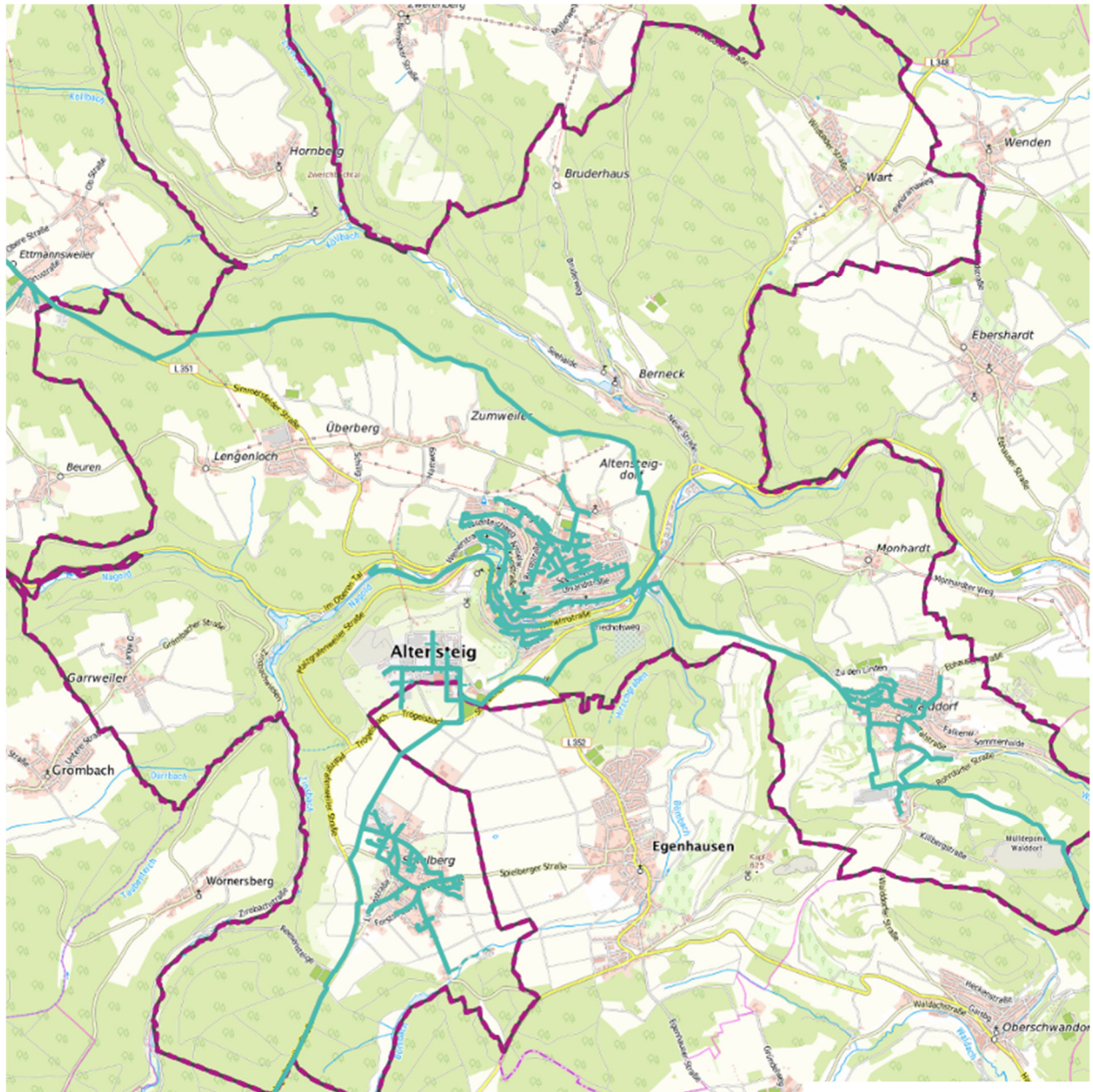


Abb. 20: Erdgasnetz in der Gemarkung Altensteig

2.3.2 Wärmenetze

2.3.2.1 Wärmenetze Altensteig Kernstadt

In der Kernstadt befindet sich ein großes Fernwärmenetz, das sich von der Unteren Stadt über die Hohenbergschule, wo sich die Heizzentrale befindet, zur Markgrafenschule und von dort weiter in östlicher Richtung bis zum Stadtrand erstreckt. Weiterhin wird im Nordwesten der Kernstadt ein Inselnetz vom Christophorus-Gymnasium aus betrieben. Ein kleines Inselnetz wird zudem in der Bahnhofstraße und ein weiterer Wärmeverbund gewerblicher Gebäude im Oberen Tal neben dem Abenteuerspielplatz betrieben.

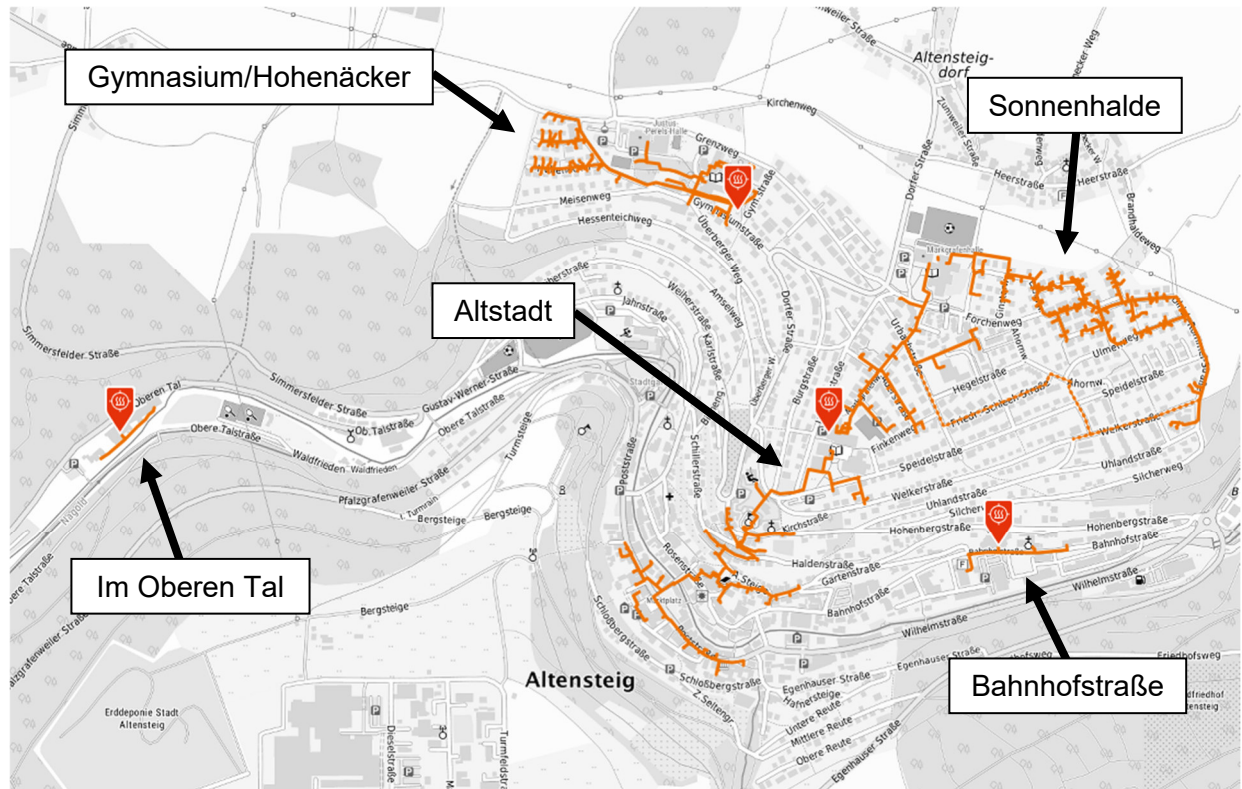


Abb. 21: vorhandene Wärmenetze und ihre Bezeichnung in der Kernstadt

Die Wärmenetze weisen folgende Kennzahlen auf:

Netz	Länge Hauptleitung	Länge Hausanschlussleitungen	Wärme-einspeisung	Wärmeabsatz	Netzverluste
Sonnhalde	2.956 m	2.062 m	6.951 MWh	6.175 MWh	777 MWh (11 %)
Altstadt	1.852 m	832 m			
Gymnasium/ Hohenäcker	1.657 m	1.558 m	2.035 MWh	1.802 MWh	232 MWh (11,4 %)
Bahnhofstraße	161 m	60 m	466 MWh	448 MWh	17,7 MWh (3,8 %)
Im Oberen Tal	166 m	15 m	532 MWh	446 MWh	65,9 MWh (12,4%)

2.3.2.2 Wärmenetz Berneck

Das Wärmenetz Berneck wird von der Kläranlage aus mit Wärme versorgt und verläuft entlang der Neuen Straße. Nördlich zweigt die Wärmeleitung dann in die Hauptstraße ab und gabelt beim Gasthof Rössel in die Calwer Straße und Richtung Thannweg.



Abb. 22: Wärmenetz Berneck

Das Wärmenetz wird derzeit aufgebaut und in Betrieb genommen, daher liegen noch keine Messdaten vor. Mit folgenden Plandaten wird gerechnet.

Netz	Länge Hauptleitung	Länge Hausanschluss- leitungen	Wärme- einspeisung	Wärmeabsatz	Netzverluste
Berneck	1.710 m	467 m	1.970 MWh	1.810 MWh	180 MWh (9 %)

Tabelle 1: Kennzahlen Wärmenetz Berneck

2.3.2.3 Wärmenetz Wart

Das Wärmenetz in Wart erstreckt sich nahezu über den gesamten Ortsteil. Die Heizzentrale befindet sich im Norden.



Abb. 23: Wärmenetz Wart

Das Wärmenetz weist folgende Kennzahlen auf:

Netz	Länge Hauptleitung	Länge Hausanschluss- leitungen	Wärme- einspeisung	Wärmeabsatz	Netzverluste
Wart	2.975 m	1.101 m	3.581 MWh	3.174 MWh	407 MWh (11,4 %)

Tabelle 2: Kennzahlen Wärmenetz Wart

2.3.2.4 Weitere kleinere Wärmeverbünde

Neben den dargestellten Wärmenetzen gibt es noch folgende kleinere Wärmeverbünde im Stadtgebiet:

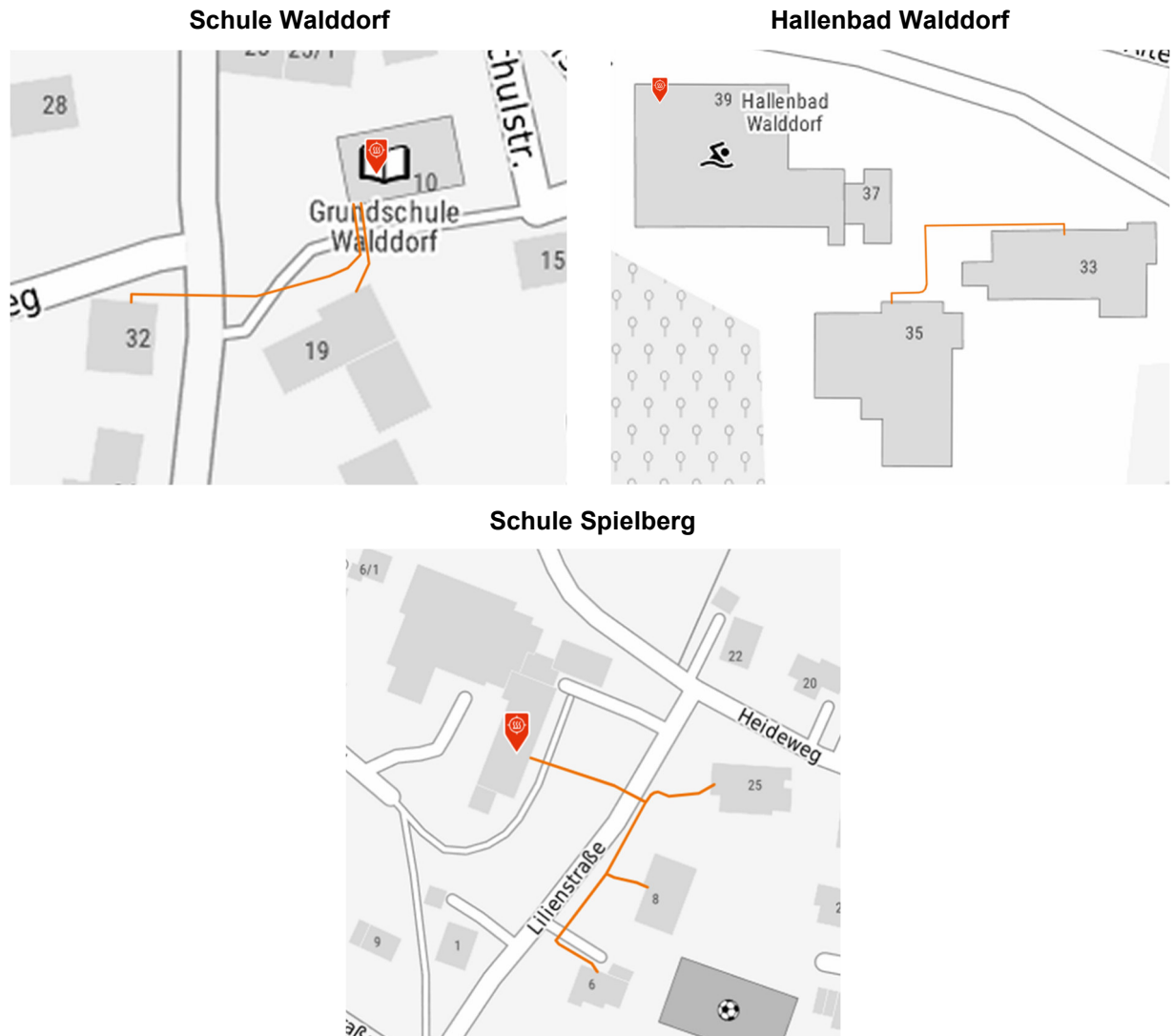


Abb. 24: Kleinere Wärmeverbünde in den Teilorten Walddorf und Spielberg

Die Wärmeverbünde weisen folgende Kennzahlen auf:

Netz	Länge Hauptleitung	Länge Hausanschlussleitungen	Wärme-einspeisung	Wärmeabsatz	Netzverluste
Schule Walddorf	66 m		142 MWh	128 MWh	15 MWh (10,3 %)
Hallenbad Walddorf	63 m		133 MWh		
Schule Spielberg	78 m		278 MWh	245 MWh	33 MWh (12 %)

Tabelle 3: Kennzahlen kleinere Wärmeverbünde

2.3.3 Heizzentralen

Folgende Abbildung zeigt die Heizzentralen der Wärmenetze und Wärmeverbunde in Altensteig:

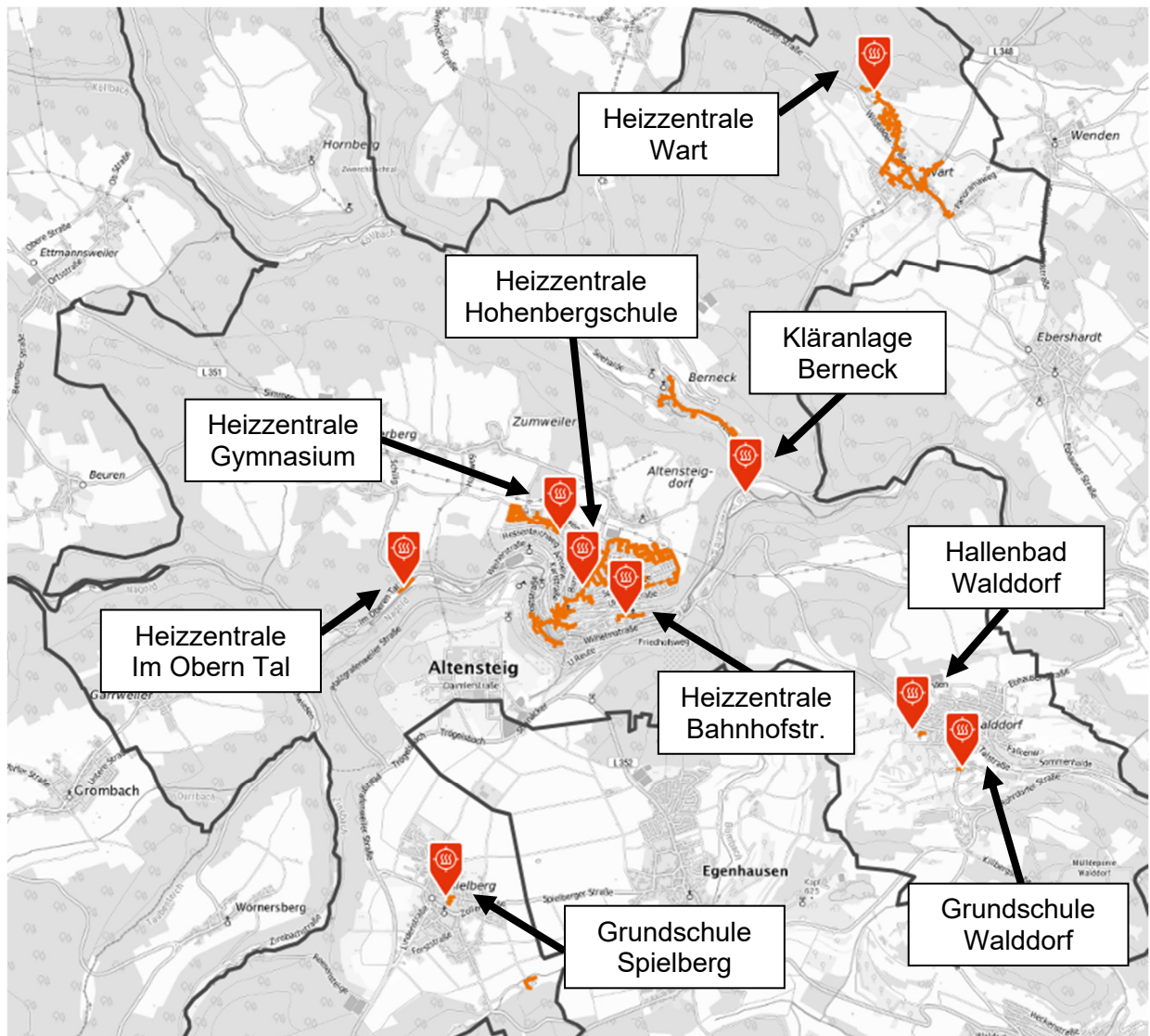


Abb. 25: Heizzentralen in Altensteig mit Ortsteilen

Die größeren Heizzentralen werden im Folgenden detaillierter vorgestellt.

2.3.3.1 Heizzentrale Hohenbergschule

Die Heizzentrale des Wärmenetzes in der Innenstadt von Altensteig befindet sich in der Hohenbergschule. Die Wärmeerzeuger wurden dort größtenteils in den bestehenden Räumlichkeiten untergebracht. Das neueste BHKW wurde neben der Schule in einem Betonfertiggebäude aufgestellt. Das Prinzipschema der Heizzentrale stellt folgende Grafik dar:

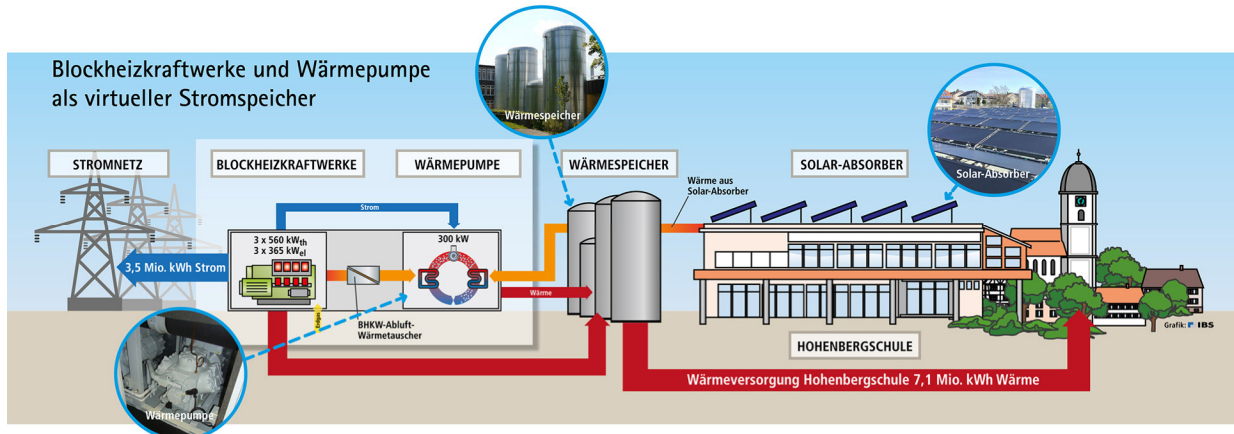


Abb. 26: Prinzipschema Heizzentrale Hohenbergschule

Die Hauptlast der Wärmeerzeugung in der Heizzentrale liefern drei Erdgas-Blockheizkraftwerke, welche stromoptimiert betrieben werden.

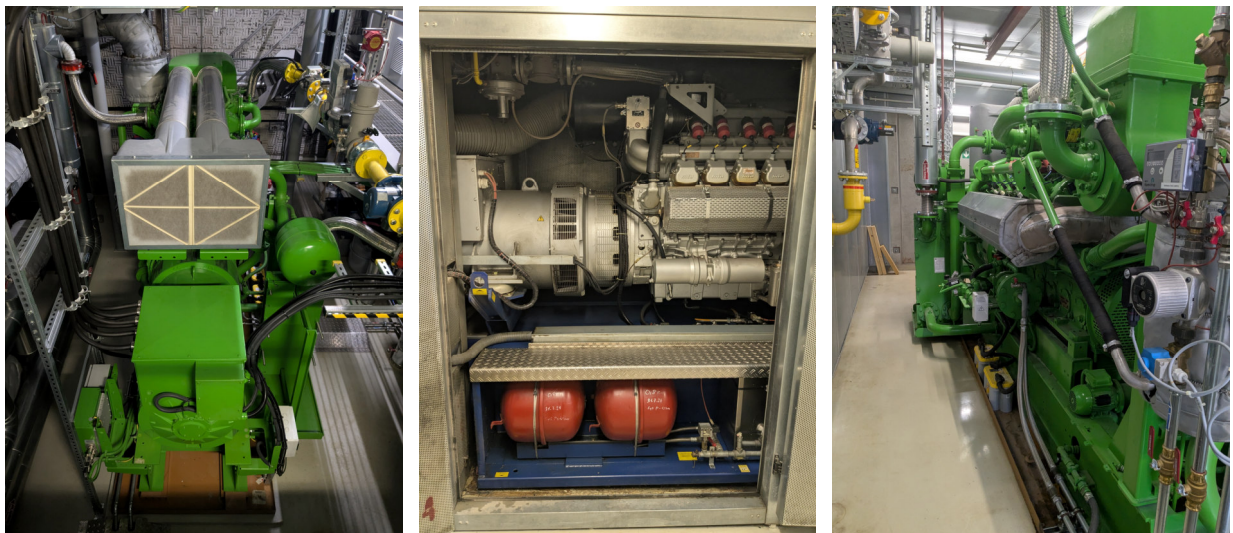


Abb. 27: Blockheizkraftwerke Heizzentrale Hohenbergschule

BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3
499 kW _{el} / 660 kW _{th}	365 kW _{el} / 587 kW _{th}	499 kW _{el} / 660 kW _{th}

Die Abwärme aus den Abgasen der Blockheizkraftwerke wird über Wärmetauscher in einem Wärmequellenspeicher gesammelt und dient als Wärmequelle für eine Wärmepumpe. Zusätzlich befindet sich auf dem Dach der Schule eine Absorberanlage, welche den Quellenspeicher ebenfalls belädt.



Abb. 28: Absorberanlage und Wärmepumpe Heizzentrale Hohenbergschule

Absorberanlage	Wärmespeicher	Wärmepumpe
400 m ²	300 m ³ Wärmespeicher 125 m ³ Wärmequellenspeicher	300 kW _{th}

Die Deckungsanteile an der Wärmeerzeugung stellen sich folgendermaßen dar:

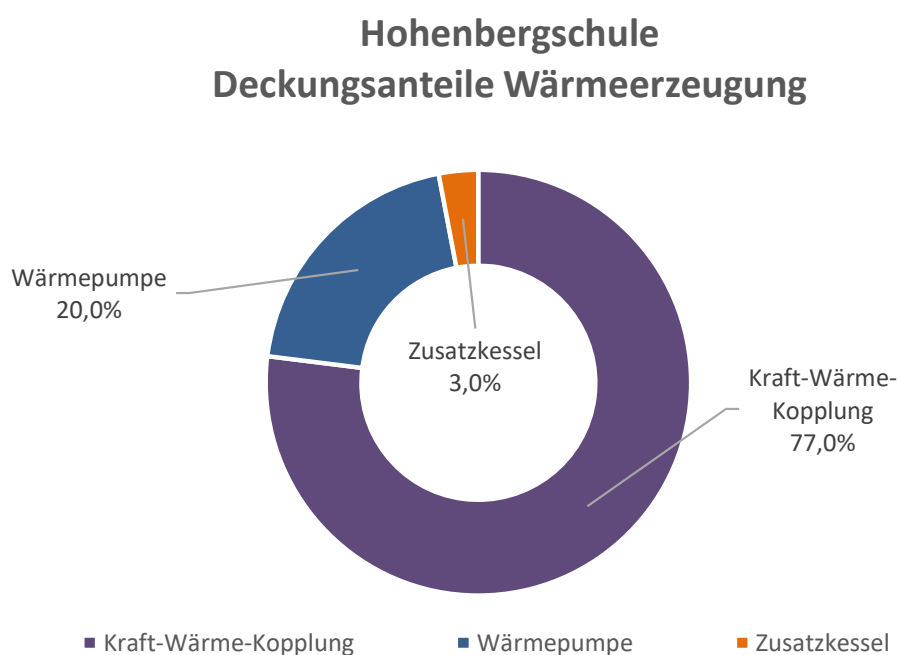


Abb. 29: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Hohenbergschule

2.3.3.2 Heizzentrale Wart

Die Heizzentrale Wart befindet sich im Norden des Ortsteils Wart und Wärmenetz Wart. Das Prinzipschema der Heizzentrale stellt folgende Grafik dar:

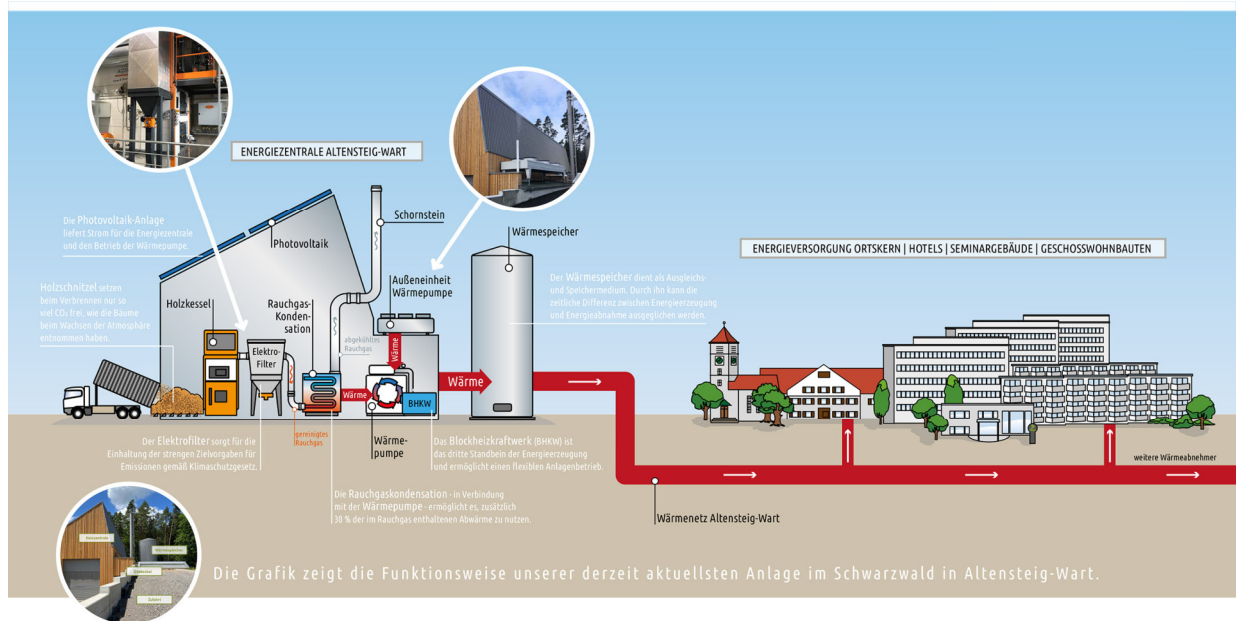


Abb. 30: Prinzipschema Heizzentrale Wart

In der Heizperiode übernimmt der Holzessel die Hauptlast. Dabei wird das Abgas über einen Wärmequellenkreis kondensiert und damit eine Wärmepumpe angetrieben. Das Blockheizkraftwerk unterstützt den Holzessel und wird stromoptimiert betrieben. Im Sommer wird die Wärme mit den Außenluftkühlern und PV-Strom betrieben.



Abb. 31: Wärmeerzeuger Heizzentrale Wart

Holzessel	Wärmepumpe	BHKW
800 kW _{th}	375 kW _{th}	50 kW _{el} / 100 kW _{th}



Abb. 32: Außenansicht Heizzentrale Wart

Wärmespeicher	Außenluftkühler
95 m ³	260 kW _{th}

Die Deckungsanteile an der Wärmeerzeugung stellen sich folgendermaßen dar:

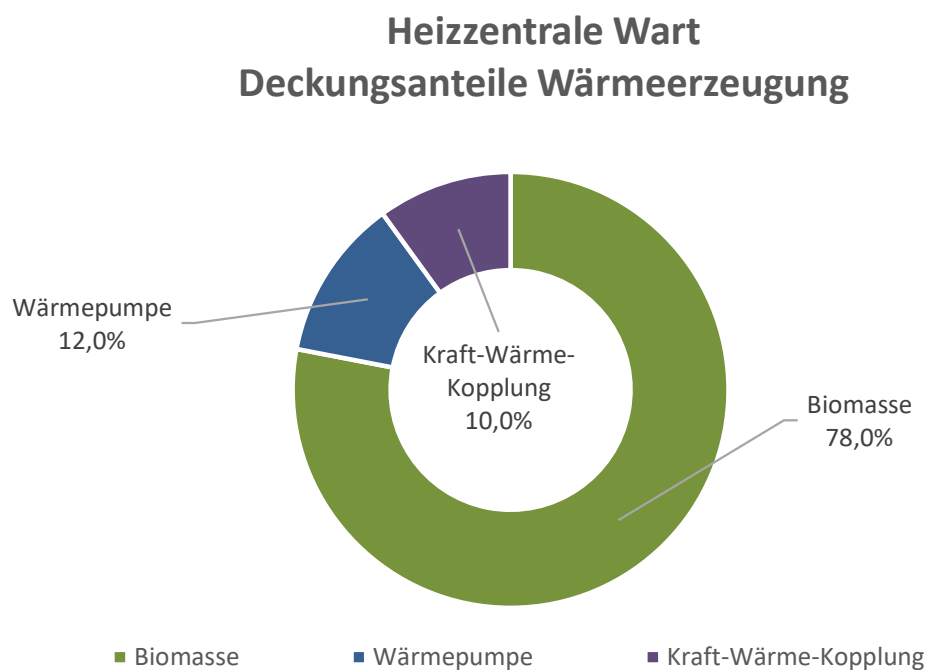


Abb. 33: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Wart

2.3.3.3 Kläranlage Berneck

Das Wärmenetz Berneck von der Kläranlage Berneck aus versorgt. Der Zweckverband betreibt dort ein Klärgas-BHKW zur Eigenstromdeckung. Die Wärme wird nur teilweise genutzt, sodass Abwärme für das Wärmenetz eingesetzt werden kann. Darüber hinaus gibt es einen Überschuss an Klärgas, sodass ein weiteres Blockheizkraftwerk zugebaut wird. Das Klärgas, was dann nicht in den BHKWs genutzt werden kann, wird in einem Kessel mit einem Zweistoffbrenner verbrannt. Die überschüssige Wärme aus den BHKW und Kessel, welche nicht auf der Kläranlage genutzt wird, wird in einem Wärmespeicher mit 42 m³ zwischengespeichert. Die Spitzenlast und Ausfallreserve erfolgt über den Heizölbetrieb des Kessels.



Abb. 34: Wärmeerzeuger Kläranlage Berneck

Zweistoffkessel (Klärgas / Heizöl)	Klärgas-BHKW Bestand	Wärmespeicher
295 kW _{th}	155 kW _{el} / 166 kW _{th}	42 m³

Das Netz und die Wärmeversorgung befinden sich derzeit noch im Aufbau. Es wird von folgenden Deckungsanteile an der Wärmeerzeugung ausgegangen:

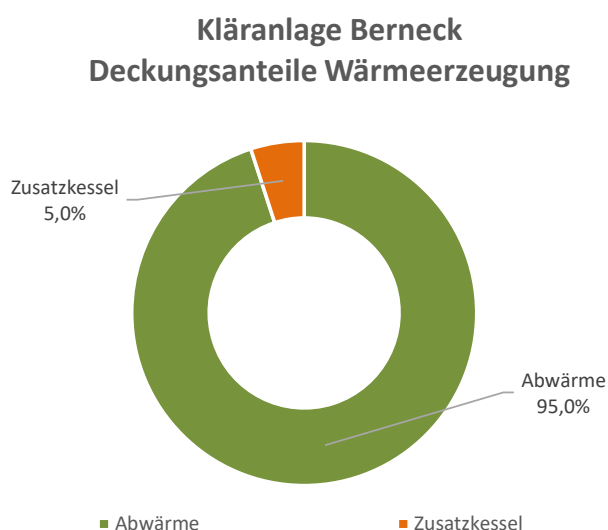


Abb. 35: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Berneck

2.3.3.4 Heizzentrale Gymnasium

Das Wärmenetz Gymnasium/Hohenäcker wird von der Heizzentrale Gymnasium versorgt. Die Wärmeerzeuger wurden dort in mehreren Garagen untergebracht. Neben drei stationären BHKW wird über die Heizperiode ein mobiles BHKW betrieben, welches im Sommer am Freibad steht. Zur Spitzenlastversorgung ist ein Gaskessel installiert.

In 2026 wird die Heizzentrale um ein fünftes BHKW ergänzt.



Abb. 36: Wärmeerzeuger Heizzentrale Gymnasium

Blockheizkraftwerke	Gaskessel
4 x 50 kW _{el} / 100 kW _{th}	1.120 kW _{th}

Die Deckungsanteile an der Wärmeerzeugung stellen sich folgendermaßen dar:

Heizzentrale Gymnasium Deckungsanteile Wärmeerzeugung

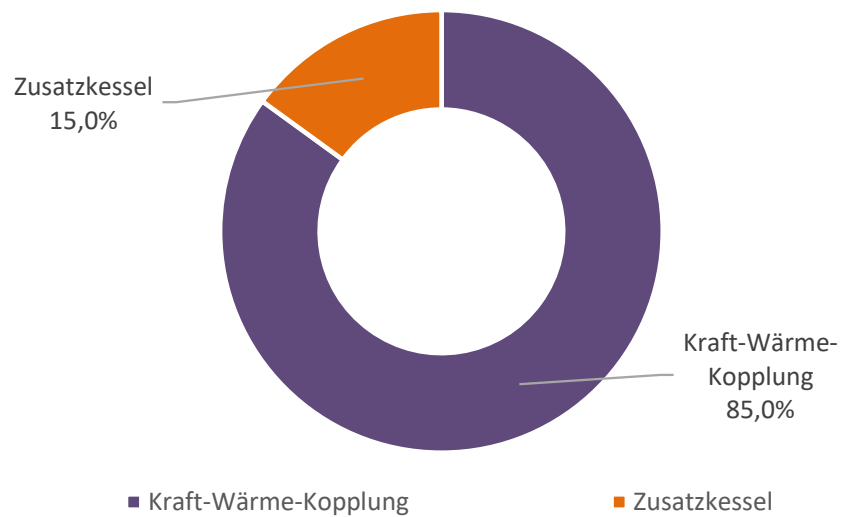


Abb. 37: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Gymnasium

2.3.4 Transformation der Heizzentralen

Vor dem Hintergrund der fossilen Anteile in Teilen der Wärmenetze wird der Transformationsbedarf der Fernwärmeerzeugung hinsichtlich der Klimaschutzziele erkennbar. Die Transformation der Erzeugungsanlagen zugunsten einer Erhöhung des erneuerbaren Energieanteils erreicht direkt alle bestehenden und künftigen Anschlussnehmer und stellt somit ein großes Potenzial hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung dar. Aufgaben ergeben sich hier im Zubau erneuerbarer Wärmeerzeuger (z. B. Wasser/Wasser- und Luft/Wasser-Wärmepumpen zur Erhöhung der erneuerbaren Grundlast sowie zur Reduktion von Laufzeiten der fossil befeuerten Spitzenlastkessel. Der Zubau von großen Wärmespeichern kann ebenfalls Lastspitzen kappen. Sobald verfügbar, kann Wasserstoff für den strombedarfsgeführten Betrieb der Blockheizkraftwerke eingesetzt werden.

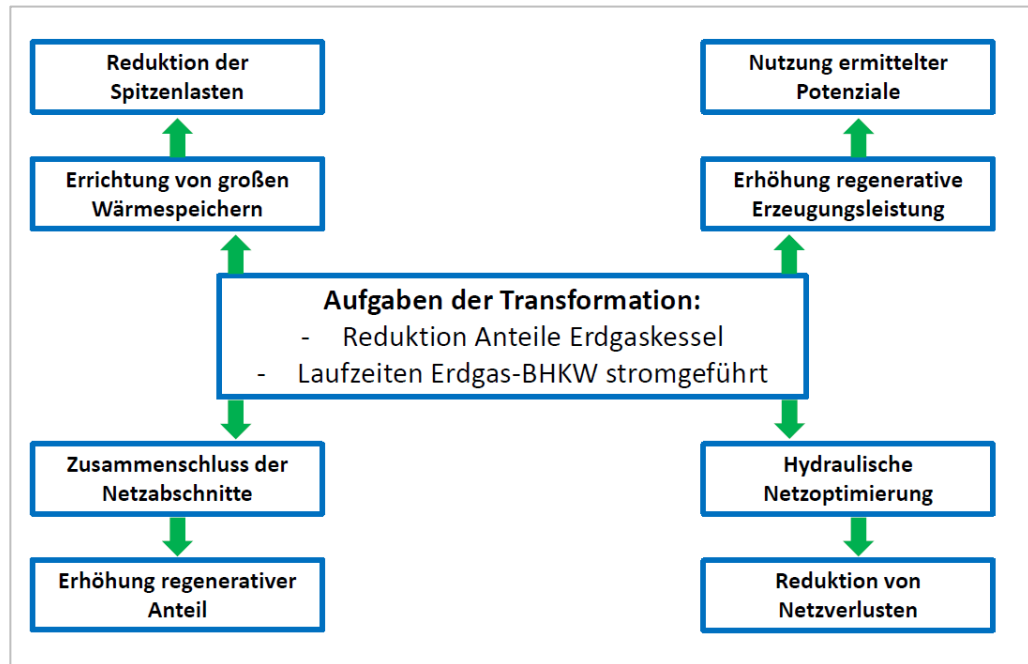


Abb. 38: Aufgaben der Transformation bestehender Heizzentralen und Wärmenetze

Zu den Aufgaben der Transformation zählen maßgeblich:

- Wärmespeicherkapazitäten zur Reduktion des Betriebs von Spitzenlastkesseln
- Optimierungsarbeiten am Wärmenetz (Hydraulik, Netztemperaturen, Netzverluste)
- Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen
- Ausbau und Zusammenschluss der Wärmenetzabschnitte

2.3.5 Energieträgerverteilung und Stand der Heizungstechnik

Wie in Abschnitt 2.3.1 vorgestellt, gibt es in Monhardt, Berneck, Wart, Garrweiler, Überberg und Hornberg keine leitungsgebundene Gasversorgung. Die anderen Ortsteile wurden teilweise mit Erdgas erschlossen, sodass auch hier Gebiete ohne Gasversorgung vorzufinden sind.

Nachfolgend wird die Verteilung der häufigsten Energieträger in den Baublocken dargestellt. In grau hinterlegten Blöcken ist der überwiegende Energieträger nicht bekannt, da die Schornsteinfegerdaten nicht übermittelt wurden.

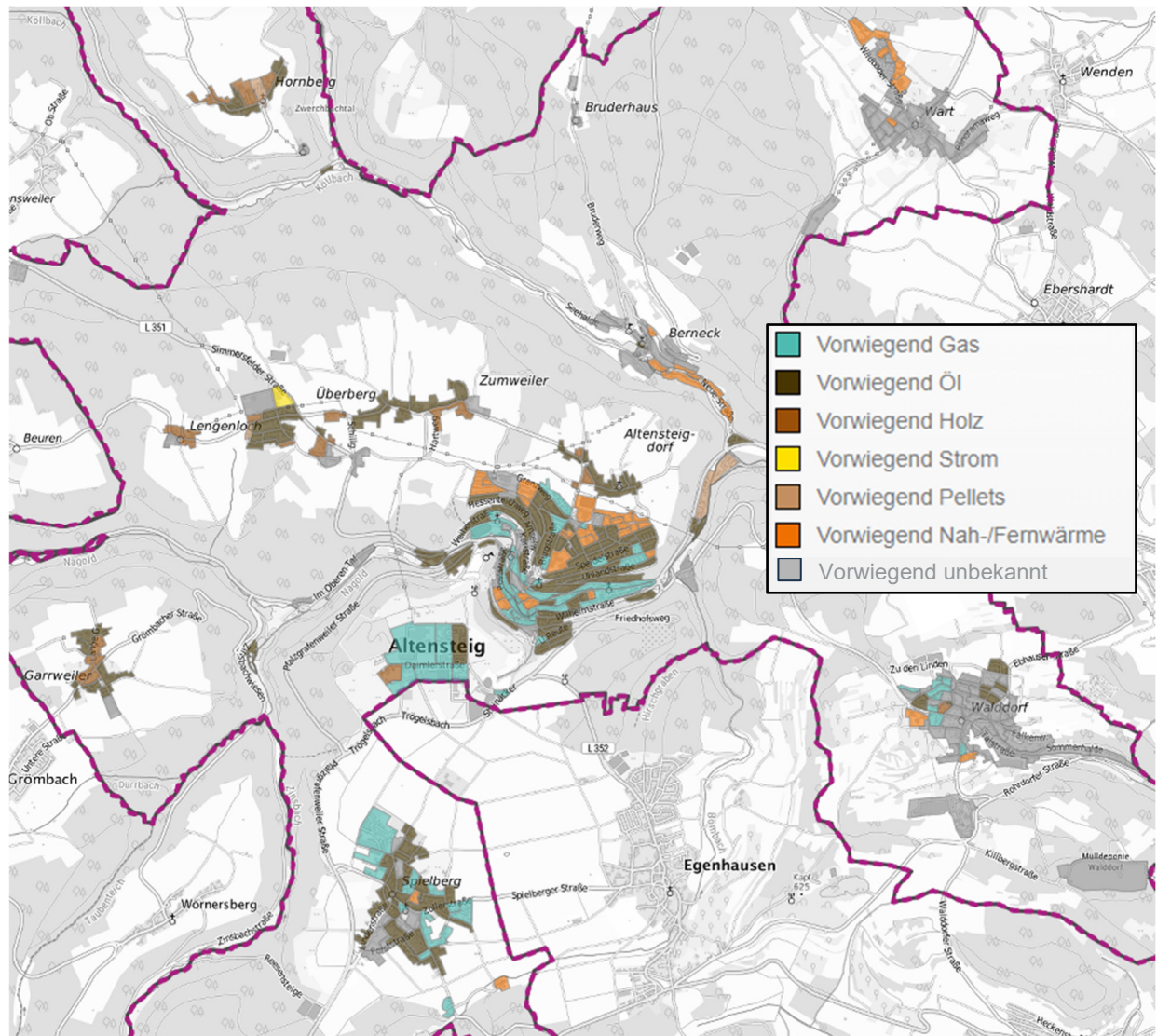


Abb. 39: Energieträgerverteilung der Heizungen in Altensteig (vorwiegender Energieträger auf Baublockebene)

Die Informationen zum Einbaujahr der Heizungen in Gebäuden, die nicht an Fernwärmenetze angeschlossen sind, stammen aus den Kkehrbüchern der Bezirksschornsteinfeger. In der Auswertung wird deutlich, dass etwa die Hälfte der Heizungen (vorwiegend Gas- und Ölheizungen) vor dem Jahr 2000 eingebaut wurden und diese kurzfristig ausgetauscht werden müssen.

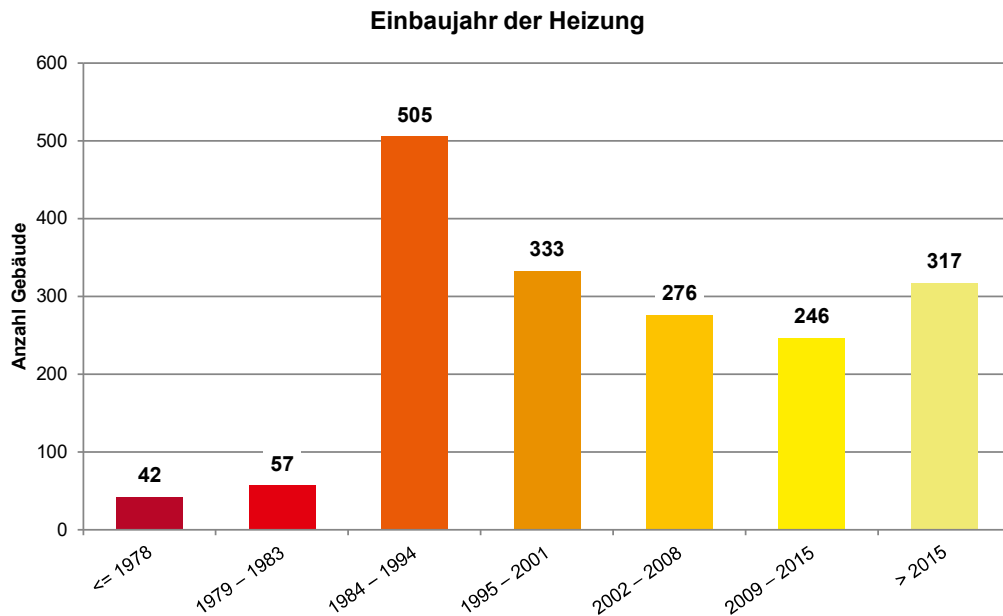


Abb. 40: Verteilung der Einzelheizungsanlagen nach Einbaujahr

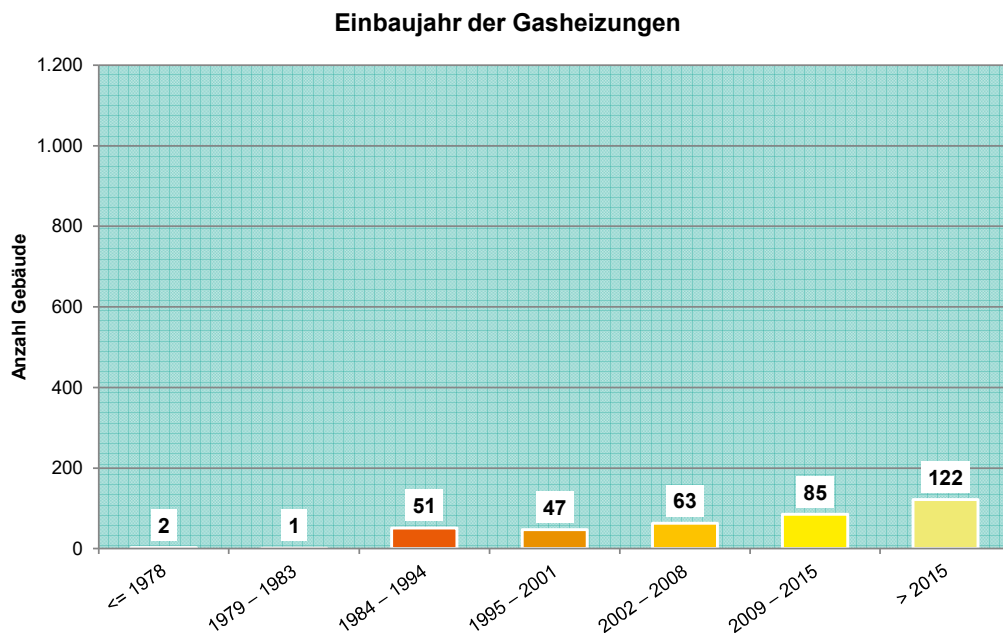


Abb. 41: Verteilung der Gasheizungsanlagen nach Einbaujahr

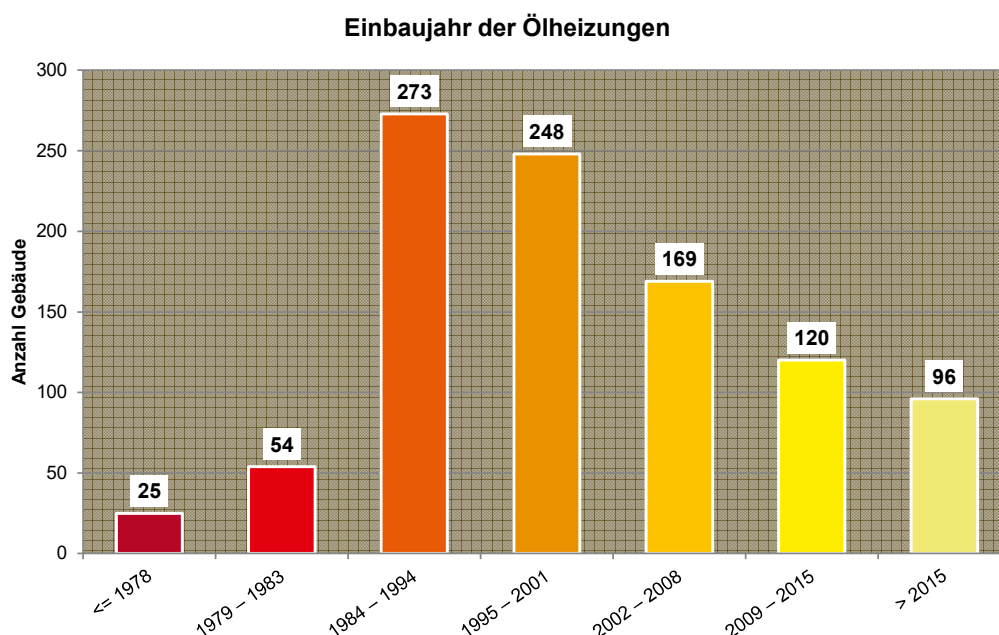


Abb. 42: Verteilung der Ölheizungsanlagen nach Einbaujahr

Die aus den Netzanschlüssen und Schornsteinfegerdaten erfassten, zur Gebäudebeheizung eingesetzten Heizkessel, Übergabestationen, Öfen etc. werden nachfolgend quantitativ aufgeschlüsselt dargestellt. Bei etwa einem Drittel der Gebäude ist die Heizungsart unbekannt. Davon entfallen rund 470 auf Nichtwohngebäude und 792 auf Wohngebäude. Gründe hierfür sind fehlende Schornsteinfegerdaten und Gebäude ohne Beheizung bzw. Gebäude ohne eigene Heizung, welche über andere Gebäude mitbeheizt werden. Für die unbekannten Heizungen mit Verbrauch wird ein Energieträgermix aus Öl (82 %), Scheitholz (11 %) und Pellets (7 %) angesetzt, welcher sich aus den Anteilen der nichtleitungsgebundenen Heizungen ergibt.

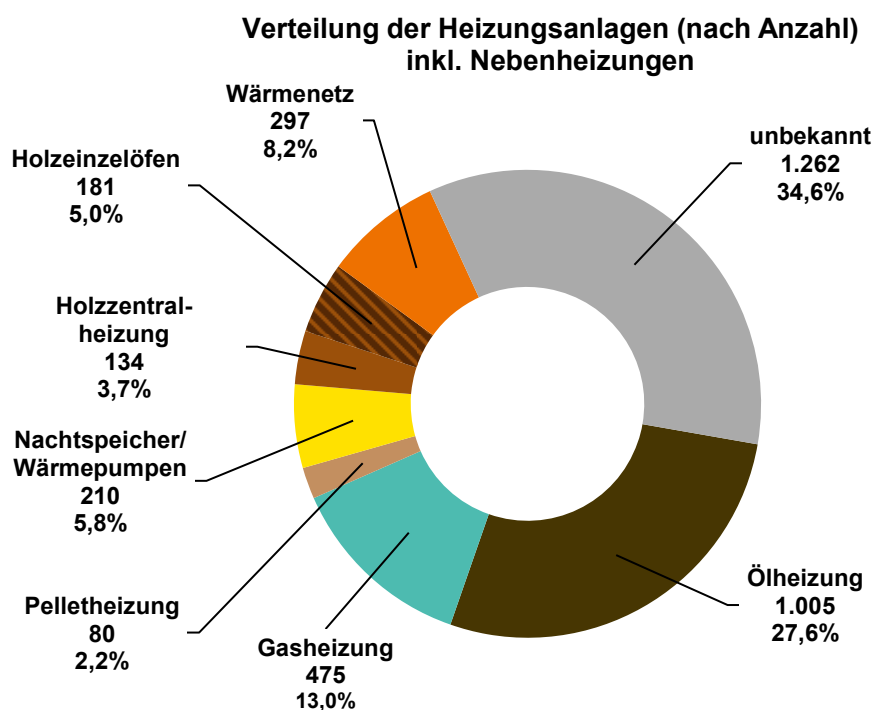


Abb. 43: Verteilung der Heizungsanlagen nach Anzahl

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz Wärme

Für die Beurteilung der Ist-Situation und die Entwicklung von Klimaschutzzielen ist es wichtig, den Ist-Stand bei Wärmeverbrauch und Treibhausgas-Emissionen zu ermitteln. Die Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) ist die Grundlage, um Maßnahmen und Schritte zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung zu bewerten, zu priorisieren sowie einen effizienten Ressourceneinsatz zu planen. Zudem ermöglicht die Bestandsanalyse auch, die Einsatzmöglichkeiten der ermittelten erneuerbaren Erzeugungspotenziale aufzuzeigen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird nach folgenden Sektoren aufgeschlüsselt:

- private Haushalte
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie
- kommunale Einrichtungen

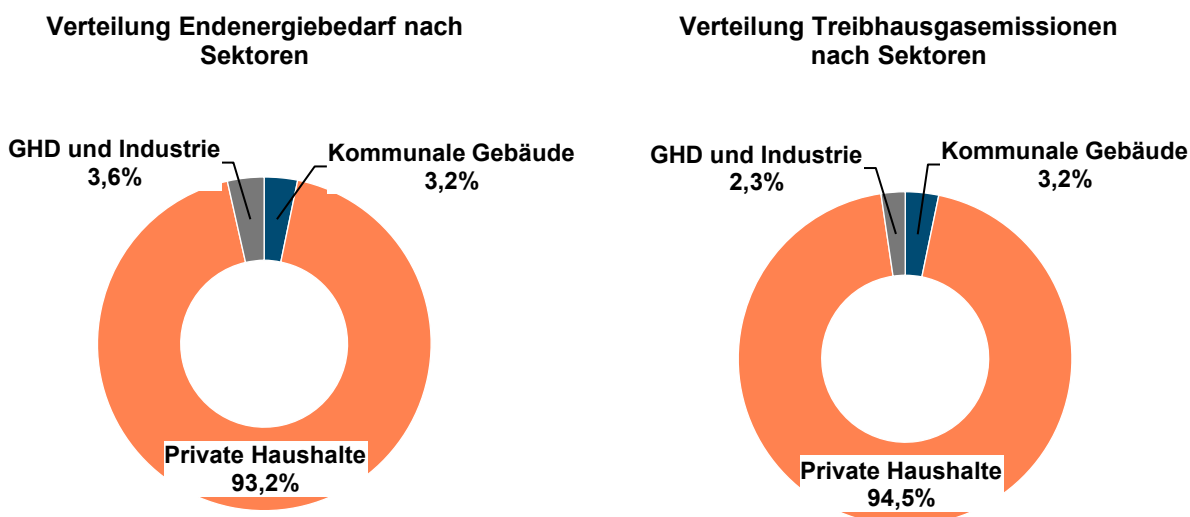


Abb. 44: Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen Wärmeerzeugung nach Sektoren

Zur Deckung des Wärmebedarfs werden in Altensteig hauptsächlich fossile Energieträger eingesetzt. Dabei sind größtenteils dezentrale Einzelfeuerungsstätten im Einsatz, die entweder durch Heizöltransporte oder über das verzweigte Gasnetz versorgt werden.

Sektor	Endenergiebedarf [MWh/a]	CO ₂ -Emissionen [t/a]
Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude	3.758	982
GHD und Industrie	4.174	705
Private Haushalte	109.328	28.750

Tabelle 4: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf und resultierende Emissionen nach Sektoren

Im Folgenden werden die Endenergieträgerverteilungen der Ortsteile und anschließend der Gesamtstadt aufgeführt:

Altensteig & Altensteigdorf Energieträgerverteilung nach Endenergieverbrauch

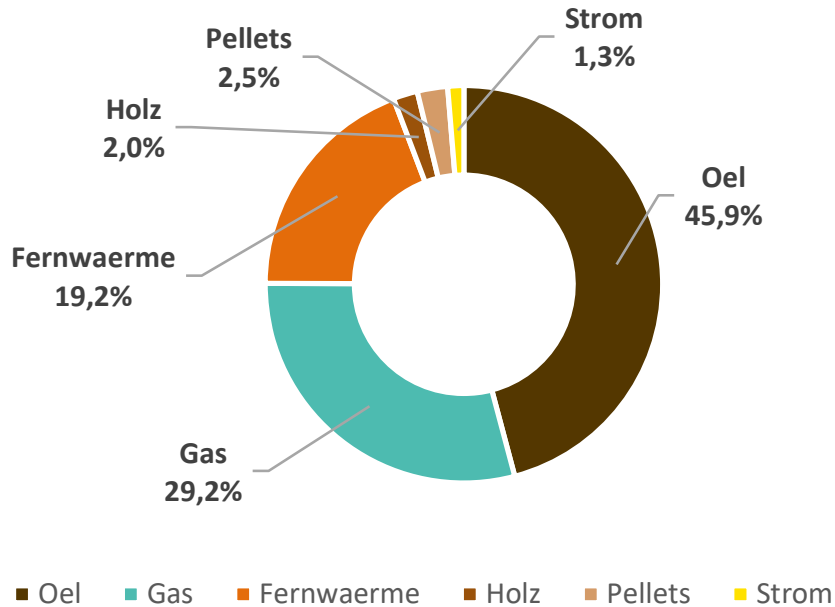


Abb. 45: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeherzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Altensteig & Altensteigdorf

Wart Energieträgerverteilung nach Endenergieverbrauch

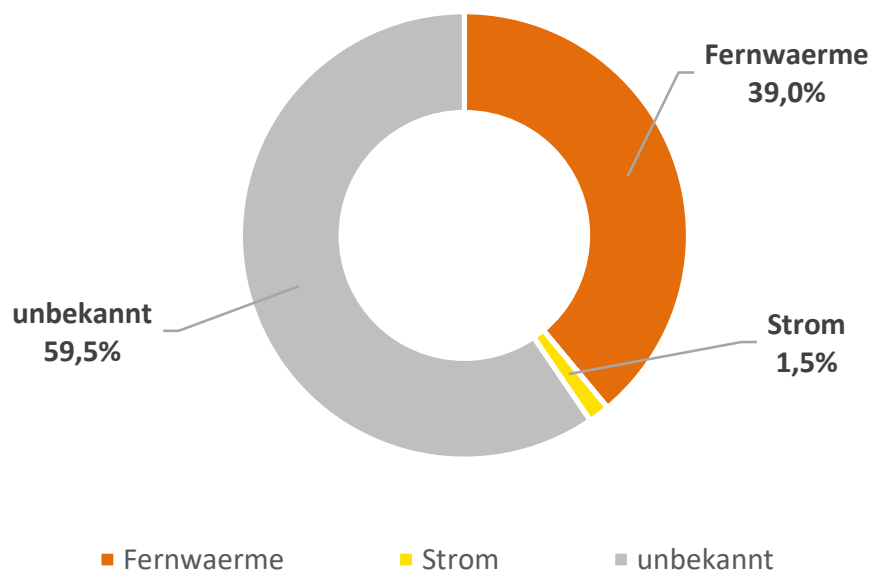


Abb. 46: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeherzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Wart

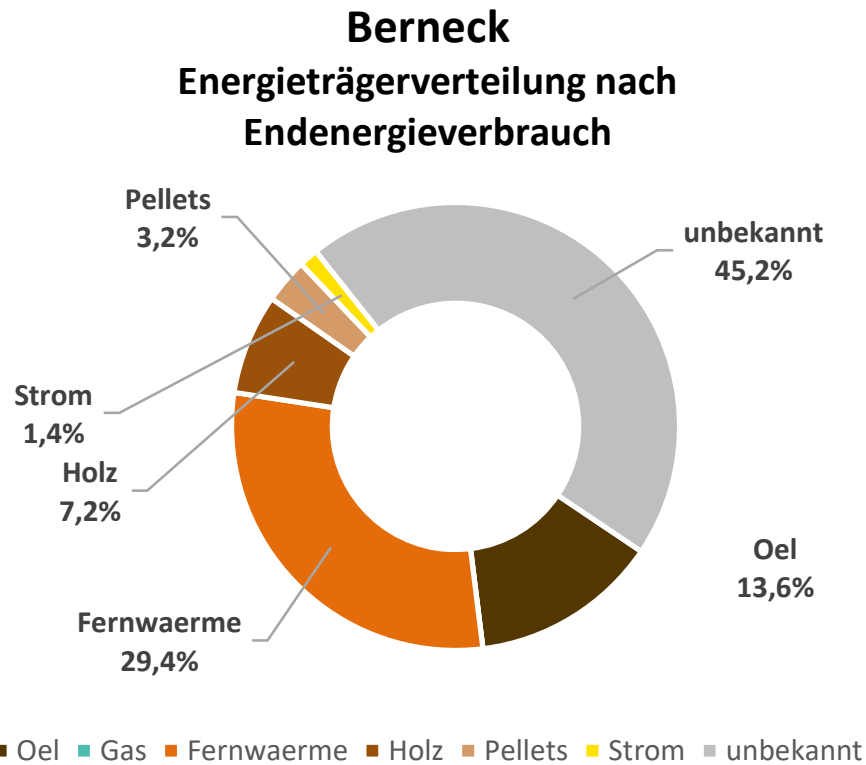


Abb. 47: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Berneck

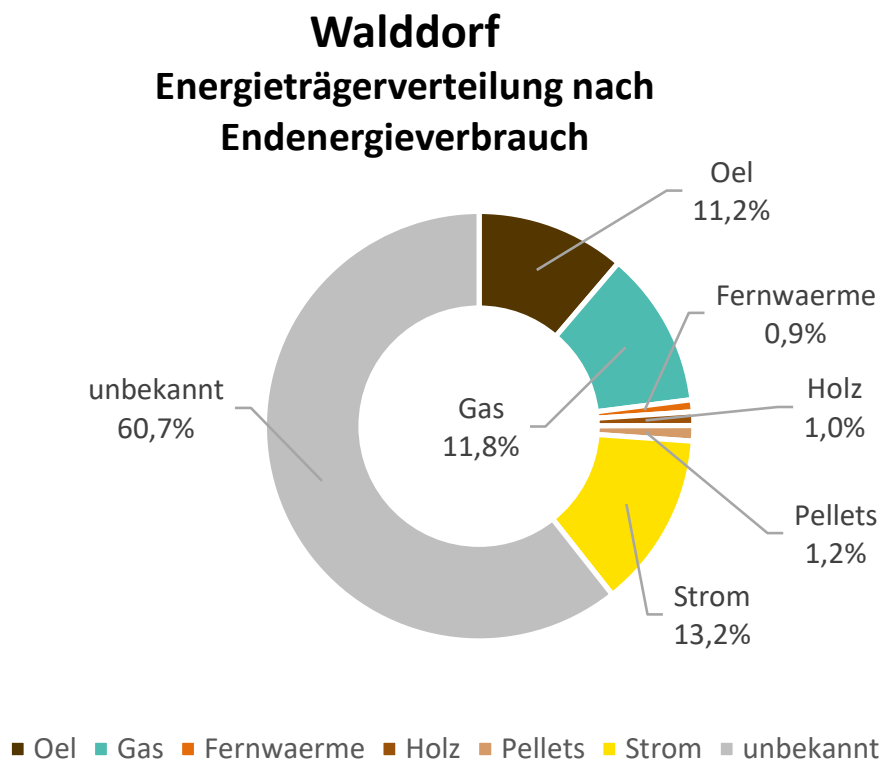


Abb. 48: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Walddorf

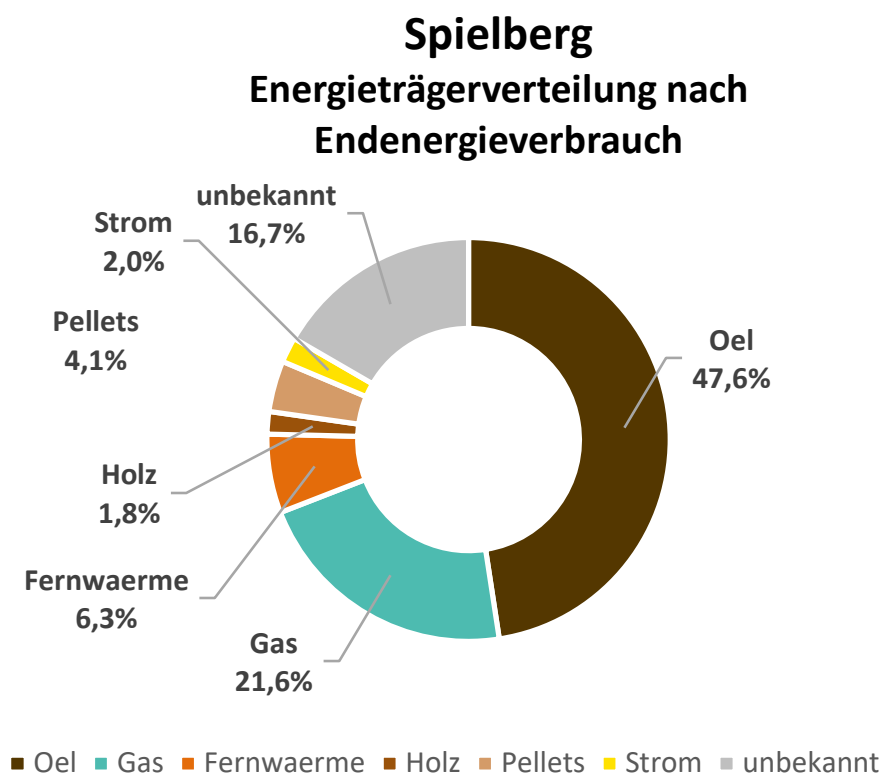


Abb. 49: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Spielberg

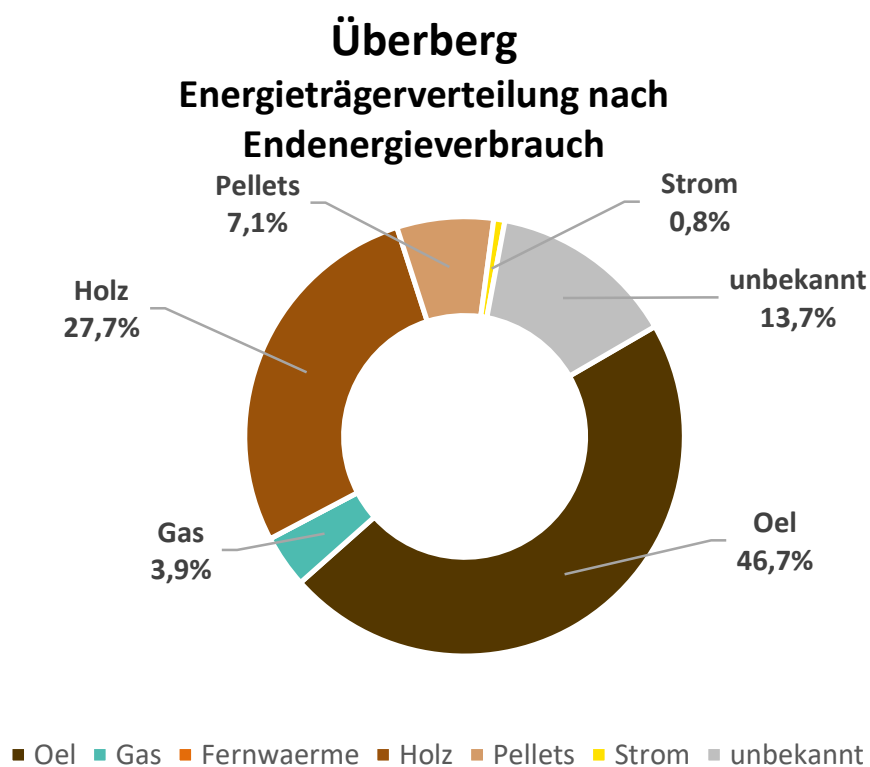


Abb. 50: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Überberg

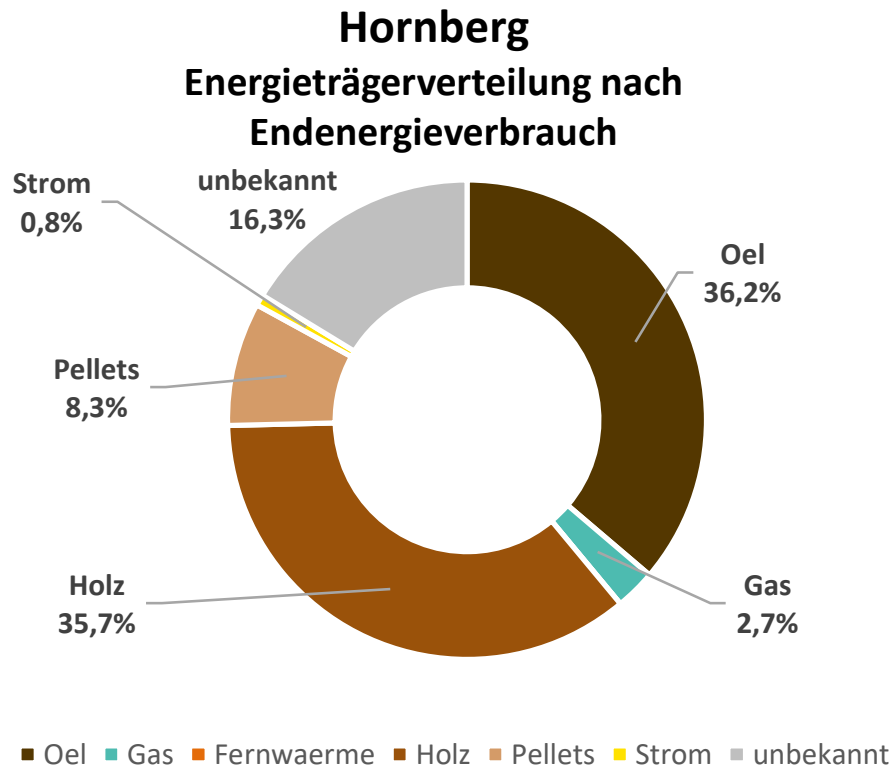


Abb. 51: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Hornberg

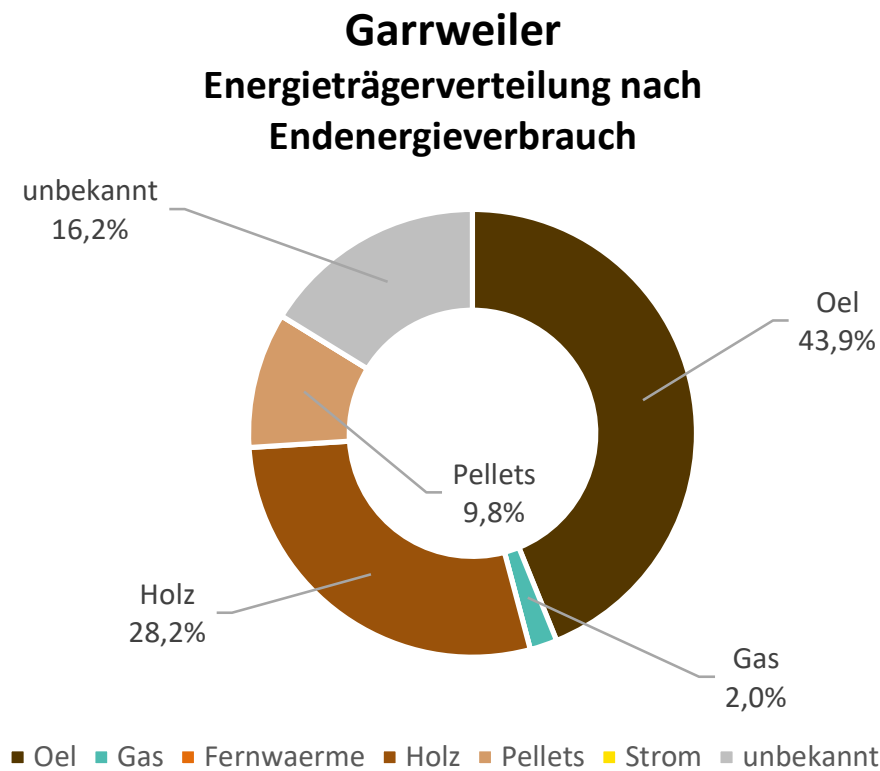


Abb. 52: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Garrweiler

Gesamtstadt

Energieträgerverteilung nach Endenergieverbrauch

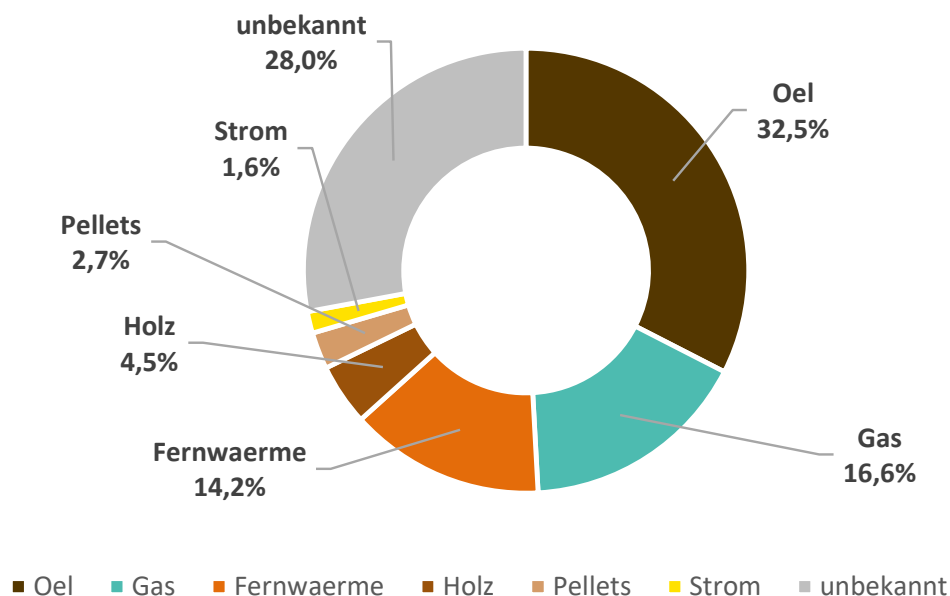


Abb. 53: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Gesamtstadt

Gesamtstadt

Energieträgerverteilung nach Endenergieverbrauch - Annahme Energieträgermix für Unbekannte -

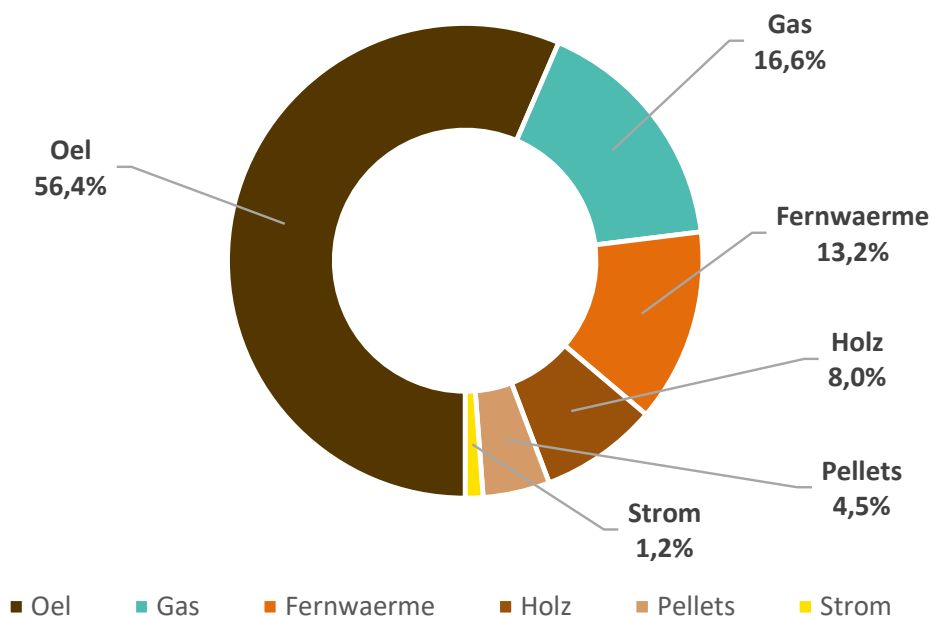


Abb. 54: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Gesamtstadt
Annahme Energieträgermix für Unbekannte

Mit etwa 56 % nehmen die ölasierten Wärmeerzeugungsanlagen den größten Teil ein. Zudem spielen Gasheizungen mit rund 17 % und die Wärmenetze mit 13 % eine wesentliche Rolle bei der Versorgung. Daneben stellen Holzheizungen (Holz und Holzpellets) mit rund 12 % einen weiteren Baustein der Wärmeerzeugung dar. Strombetriebene Wärmeerzeuger (Nachtspeicherheizungen, Wärmepumpen etc.) tragen aktuell einen Anteil von rund 1 % zur Wärmeversorgungssituation bei.

Für die Gebäude, für die der Energieträger aufgrund nicht übermittelter Schornsteinfegerdaten nicht bekannt ist, wurde ein Energieträgermix auf Basis der nicht leitungsgebundenen Energieträger angesetzt. Dieser orientiert sich am nachweislich vorhandenen Energieträgermix aus Teilorten ohne Gas- und Fernwärmeversorgung.

Energieträger	Endenergiebedarf (Unbekannte berücksichtigt) [kWh/a]	Prozent	Endenergiebedarf (Annahme Energieträgermix) [kWh/a]	Prozent
Öl	38.824.000	32 %	67.815.000	56 %
Gas	19.968.000	17 %	19.968.000	17 %
Fernwärme	15.816.000	13 %	15.816.000	13 %
Holz	5.654.000	5 %	9.640.000	8 %
Pellets	3.053.000	3 %	5.443.000	5 %
Strom	1.462.000	1 %	1.462.000	1 %
unbekannt	35.366.000	29 %	-	-
Summe	120.143.000	100%	120.143.000	100%

Tabelle 5: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf nach Energieträger

Bei den genannten Gas- und Fernwärmedaten handelt es sich um Verbrauchswerte. Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z. Heizöl und Holzpellets) wurden die gebäudespezifischen Bedarfswerte auf Basis der Gebäudekubatur, des Baujahres und einer alterstypischen Sanierungsquote berechnet.

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung des Endenergiebedarfs nach Teilorten dargelegt:

Energieträger	Endenergiebedarf [kWh/a]	Prozent
Altensteig	58.113.000	48%
Walddorf	17.076.000	14%
Spielberg	14.297.000	12%
Wart	10.267.000	9%
Überberg	7.435.000	6%
Berneck	6.732.000	6%
Hornberg	3.236.000	3%
Garrweiler	2.634.000	2%
Summe	120.143.000	100%

Tabelle 6: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf nach Teilorten

Hieraus geht hervor, dass die Kernstadt Altensteig inklusive Altensteigdorf und Gewerbegebiet rund die Hälfte des Endenergiebedarfs benötigt, gefolgt von Walddorf, Spielberg und Wart. Die anderen vier Teilorte nehmen in Summe einen Anteil von 17 % ein.

Dies wird in folgender Grafik nochmal dargestellt.

Verteilung Endenergiebedarf nach Teilorten

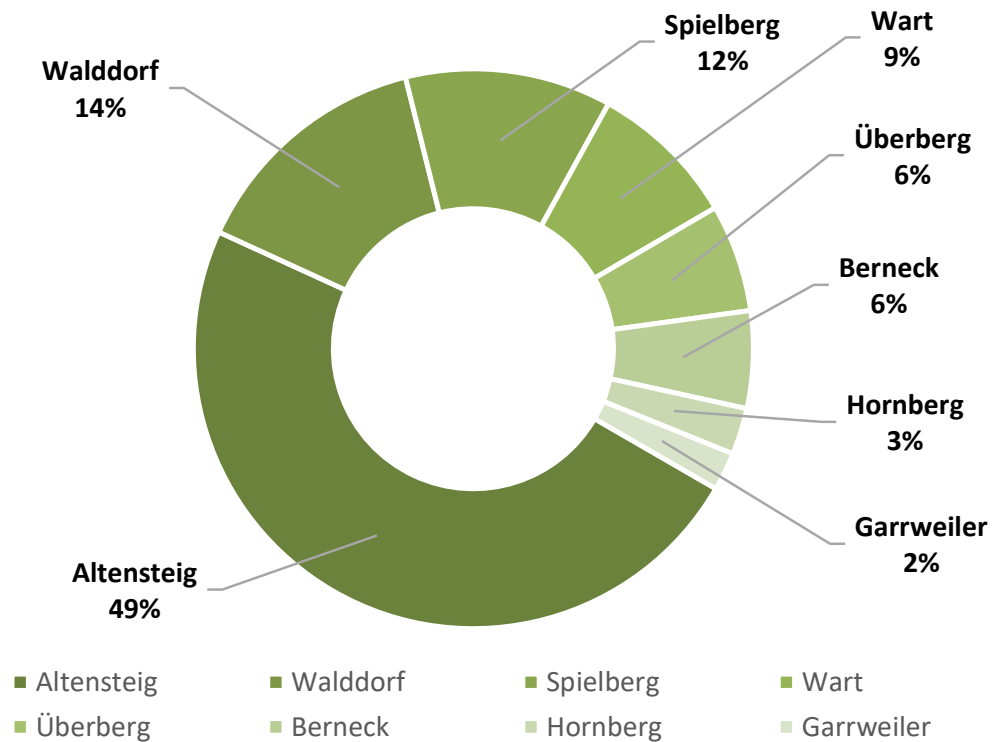


Abb. 55: Verteilung des derzeitigen Endenergiebedarf nach Teilorten

3. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse betrachtet die für Altensteig ermittelten Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien sowie Abwärme und stellt sie räumlich aufgelöst dar.

3.1 Potenziale zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Die Realisierung und Umsetzung von Effizienz- und Einsparpotenzialen im Rahmen der Energiewende ist über alle Energiesektoren technisch machbar. Jedoch weichen gerade im Gebäudesektor die realisierten Erfolge weit von den Zielvorstellungen ab. Seit Jahren beläuft sich die Sanierungsquote auf unter 1 %².

Um die Klimaziele erreichen zu können, sollte die Quote jedoch auf über 3 % steigen. Das Land Baden-Württemberg plant sogar eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Gebäudesektor um insgesamt 49 % gegenüber 1990 bis zum Jahr 2030³. Je nach Gebäudealter und Gebäudesubstanz ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten, das eigene Haus „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der Wärmeplanung wurde für jedes einzelne Wohnhaus das Einsparpotenzial (nach Bauteilkatalog) berechnet. Damit ergibt sich ein erster Eindruck, welche Einsparpotenziale erreichbar sind und somit, wo es sich besonders lohnt, Einsparmaßnahmen umzusetzen.

In vielen Fällen können daraus auch wirtschaftliche Anreize resultieren, die in der Regel eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Umsetzung darstellen. Insbesondere die nun steigende CO₂-Besteuerung wird Einfluss auf private Investitionen zur Gebäudeenergieeffizienz und auf Einsparmaßnahmen haben.

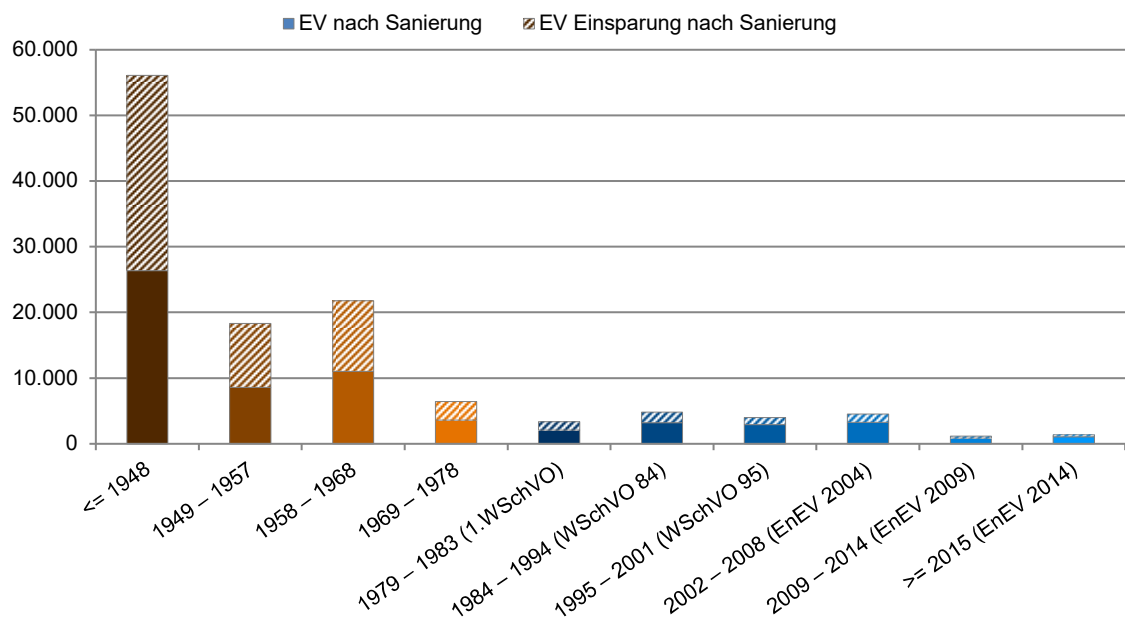
Auf Basis des GIS-basierten Analyseverfahrens ließen sich für Wohngebäude wesentliche Merkmale zur Gebäudegeometrie sowie der beheizten Wohnfläche ermitteln. Nach diesen Merkmalen sowie Informationen zum Gebäudebaualter werden Gebäudetypen abgeleitet und energetische Kennwerte aus der deutschen Gebäudetypologie zugeordnet. Daraus lässt sich der jährliche Endenergiebedarf bestimmen.

Für die Prognose der Energieeinsparungseffekte von Sanierungsmaßnahmen sind Vorgaben der Wärmedurchgangskoeffizienten (Wärmedämmwert) der einzelnen Bauteile aus dem Gebäudeenergiegesetz GEG berücksichtigt. Die Ausweisung des Endenergiebedarfs nach Sanierungsmaßnahmen basiert auf der Annahme einer ganzheitlichen Sanierung der Wohngebäude. Je nach Gebäudealter werden Annahmen getroffen, dass bereits Teilsanierungsmaßnahmen, wie etwa der Austausch von Fenstern oder die Modernisierung von Dächern, durchgeführt wurden.

² Quelle: <https://www.vdi-nachrichten.com/technik/bau/sanierungsquote-im-gebaeudebestand-zu-niedrig-und-weiter-sinkend/>

³ Quelle: <https://www.landesrecht-bw.de/perma?d=jlr-KlimaSchGBW2023pAnlage1>

Einsparungen Energiebedarf (EV) durch ganzheitliche Sanierung der Wohngebäude nach Baujahrsklassen



EV: verbrauchsorientierter Endenergiebedarf (Wärme) vor Sanierung [MWh/a]

Abb. 56: Einsparpotenziale Gebäudesanierung nach Baualtersklassen (Wohngebäude)

Folgende Karte zeigt die Einsparpotenziale infolge Sanierung auf Baublockebene:

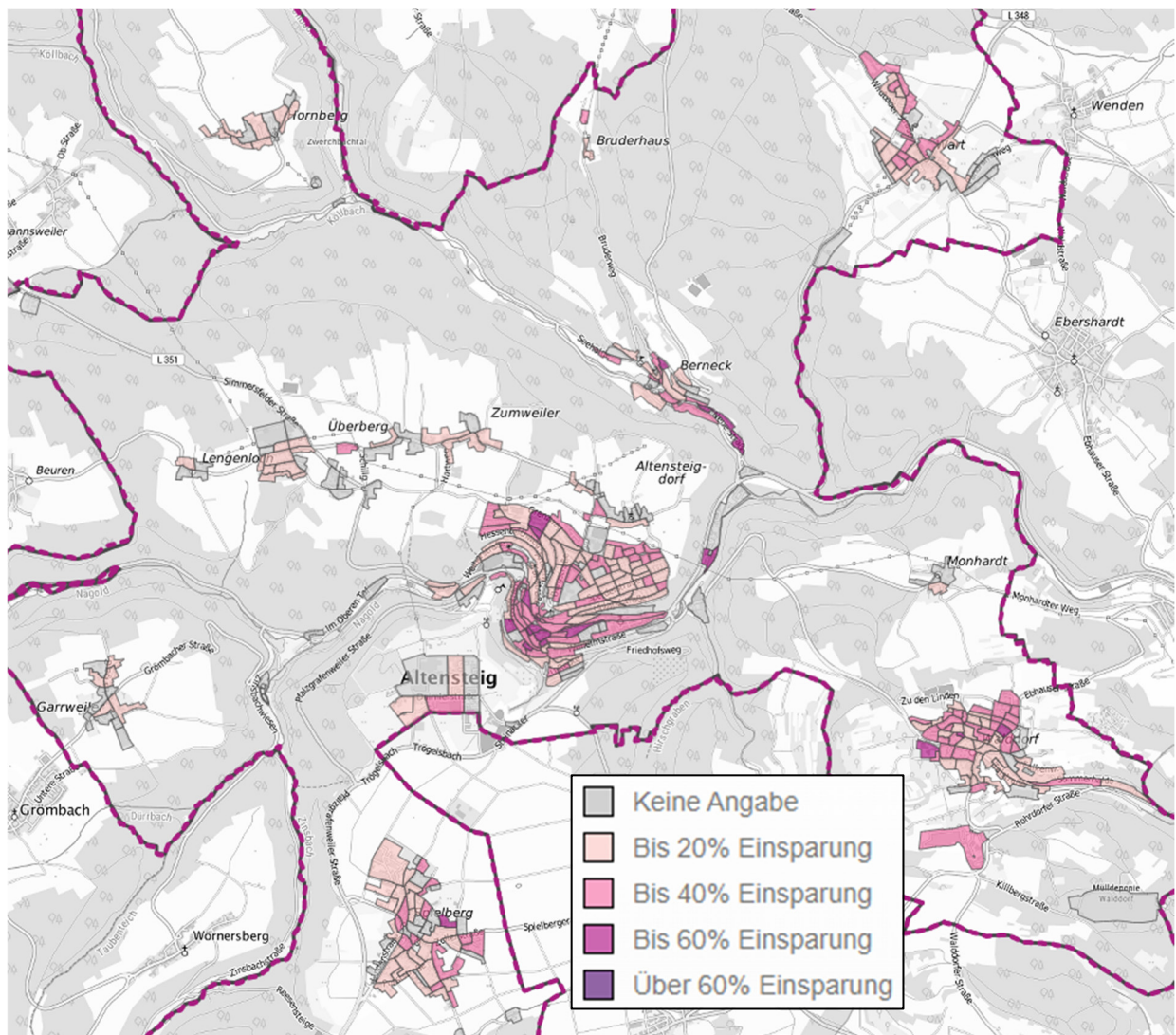


Abb. 57: Einsparpotenziale durch Sanierung (Wohngebäude)

Demnach lässt sich der aktuelle Wärmebedarf zur Beheizung der Wohngebäude in Altensteig noch um knapp 40 % senken.

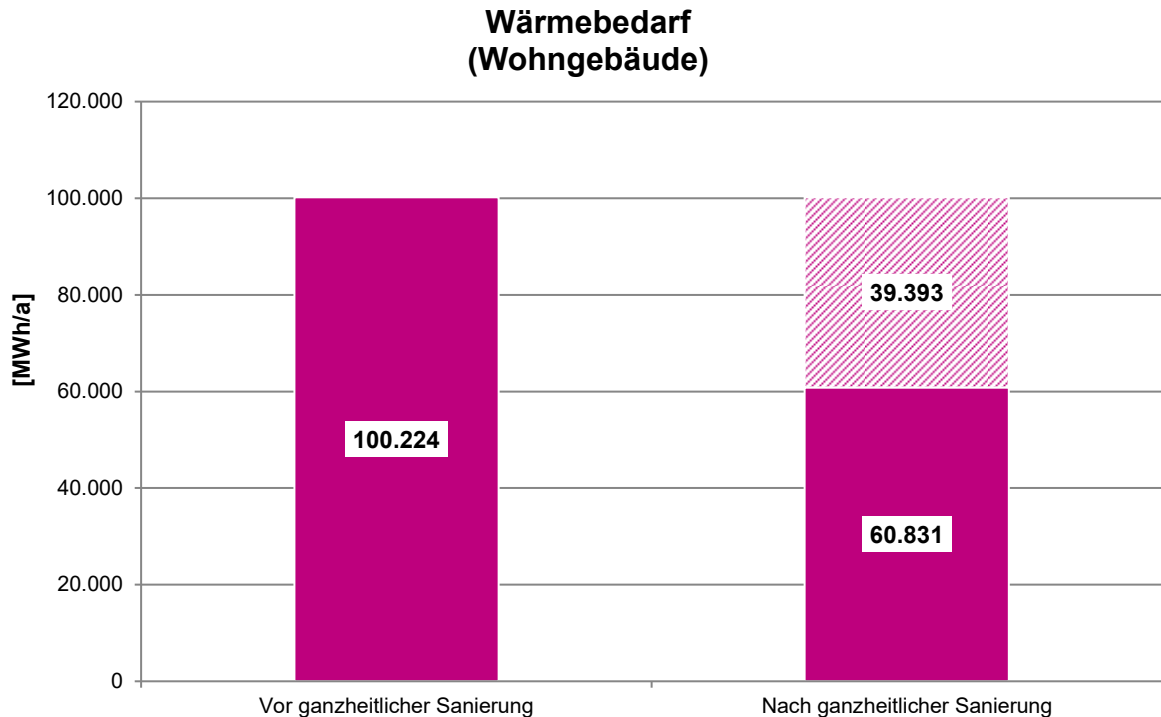


Abb. 58: Einsparpotenzial Wärmebedarf Wohngebäude (für Wärme) durch bauliche Gebäudemodernisierung

Der derzeitige Wärmebedarf der Wohngebäude für die Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung lässt sich auf die vorhandenen Wohngebäudetypen aufteilen. Auf die einzelnen Wohngebäudetypen lässt sich dann auch der verbleibende Energiebedarf nach ganzheitlicher, energetischer Modernisierung berechnen und damit auch das Einsparpotenzial ausweisen.

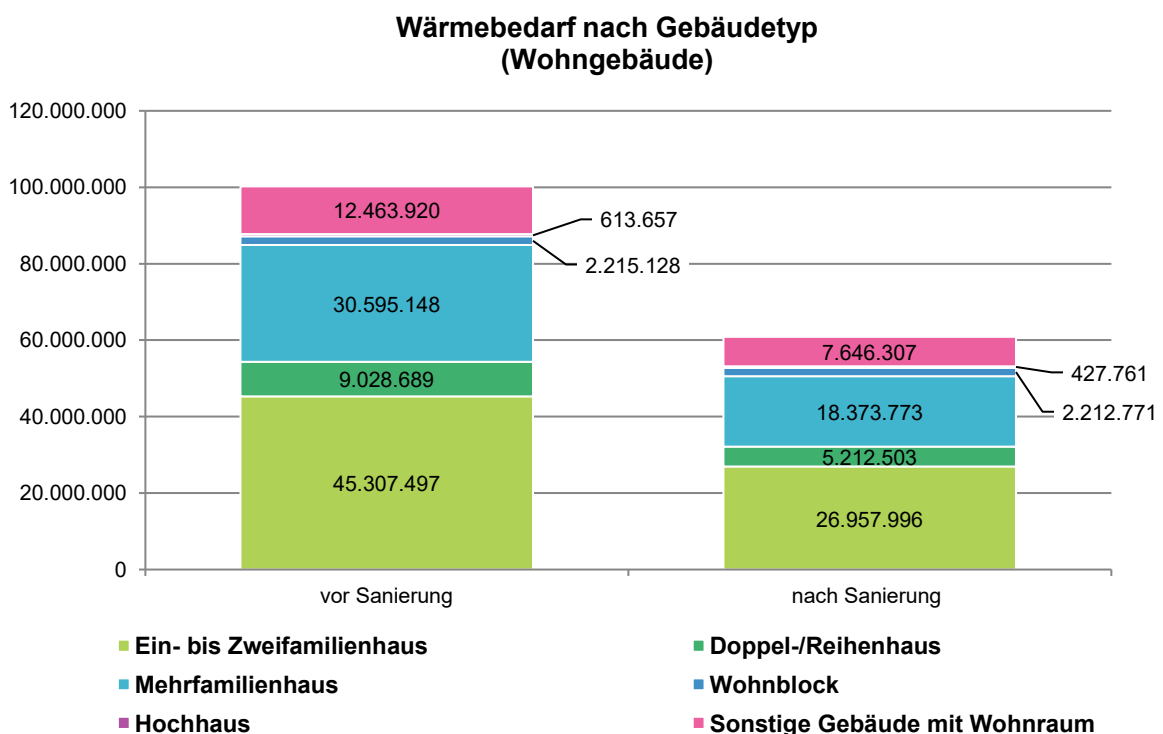


Abb. 59: Anteile am Wärmebedarf der Wohngebäude nach Gebäudetypus, derzeit und ganzheitlich energetisch modernisiert

Die hohe Anzahl an Ein-/Zweifamilienhäusern in Altensteig führt dazu, dass in diesem Bereich ein großes Einsparpotenzial liegt. Die Einsparpotenziale bei diesen Gebäudetypen sind je Quadratmeter hoch, da die Gebäude im Vergleich zu größeren Mehrfamilienhäusern entsprechend der Gebäudekubatur ein hohes Verhältnis von Außenfläche (Transmissionsverluste) zu Innenraumvolumen aufweisen. Auch die Mehrfamilienhäuser stellen aufgrund der größeren Wohnflächeninhalte einen erheblichen Anteil an der Gesamtwohnfläche wie auch am Energieverbrauch dar. Diese Gebäude weisen den Vorteil auf, dass die spezifischen Modernisierungskosten je Wohneinheit oder bezogen auf den Quadratmeter Wohnfläche niedriger liegen als im Bereich von Ein- und Zweifamilienhäusern. Zudem sind Fördermittel des BAFA und der KfW, bezogen auf die Anzahl der Wohneinheiten im jeweiligen Gebäude, gedeckelt, so dass bei Mehrfamilienhäusern die Obergrenze im Zuge einer Vollmodernisierung nicht erreicht und die Maßnahmen zur Dämmung dieser Gebäude daher vollumfänglich entsprechend des effizienzklassenbezogenen, prozentualen Fördersatzes gewährt werden können⁴.

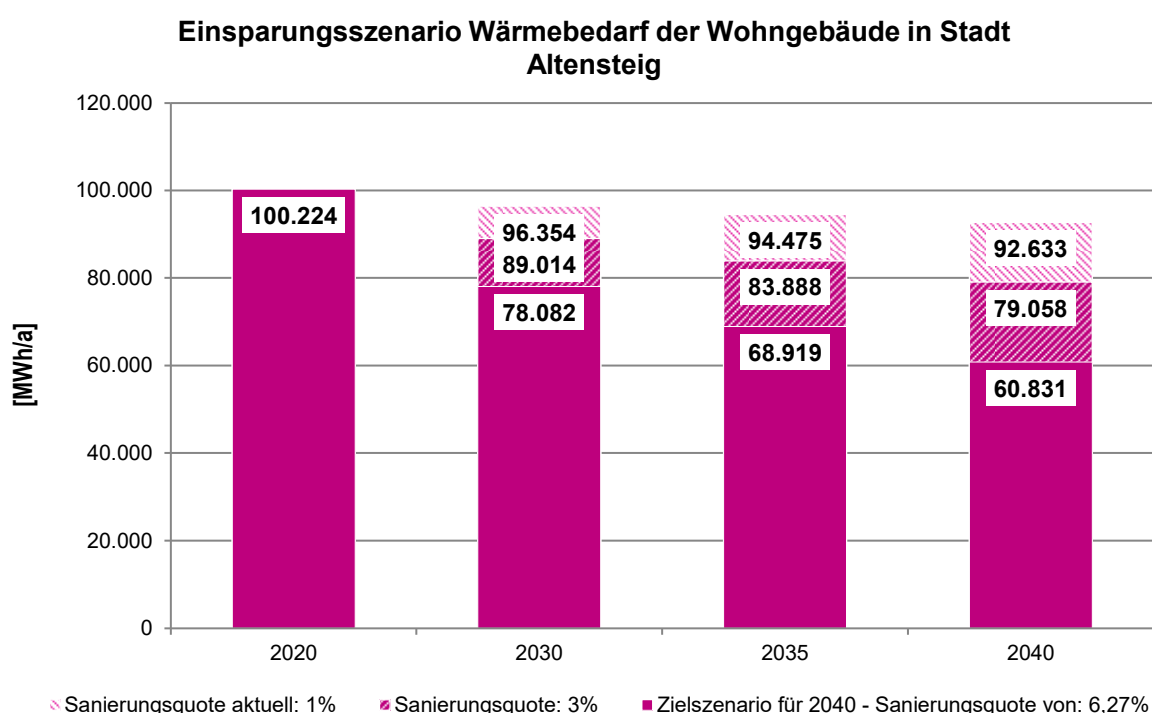


Abb. 60: Einsparung Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung (Wohngebäude) durch Gebäudesanierung bei unterschiedlichen Sanierungsquoten

Bei einer Sanierungsquote von 1 % könnte der Wärmebedarf zur Wärmeversorgung der Wohngebäude bis 2040 auf rund 92.000 MWh/a abgesenkt werden (Reduktion um rund 9 %). Mit einer Erhöhung der Sanierungsquote auf 3 % könnte der Bedarf auf rund 80.000 MWh/a reduziert werden (Reduktion um rund 25 %). Um bis 2040 bereits einen ganzheitlich energetisch modernisierten Wohngebäudebestand zu erreichen, bedürfte es einer Sanierungsquote von etwa 6,7 %. Für die Darstellung im Zielfoto 2040 (s. Abschnitt 5) wird zugrunde gelegt, dass bis 2040 bei 50 % aller Gebäude eine ganzheitliche energetische Modernisierung umgesetzt wird. Dies entspricht einer Sanierungsquote von rund 2,0 %. Hierbei verbleibt 2040 ein Wärmebedarf der Wohngebäude von rund 86.000 MWh/a.

⁴ Quelle: [https://www.kfw.de/partner/KfW-Partnerportal/Architekten-Bauingenieure-Energieberater/F%C3%B6rderprodukte/Wohngeb%C3%A4ude-%E2%80%93-Kredit-\(261-262\)/index.jsp](https://www.kfw.de/partner/KfW-Partnerportal/Architekten-Bauingenieure-Energieberater/F%C3%B6rderprodukte/Wohngeb%C3%A4ude-%E2%80%93-Kredit-(261-262)/index.jsp)

3.2 Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung

3.2.1 Solarthermie

Über Solarthermieranlagen kann die solare Strahlungsenergie zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Solarthermieranlagen werden in der Objektversorgung zumeist auf Dachflächen installiert. In der Objektversorgung werden Solarthermieranlagen fast ausschließlich in Kombination mit einem weiteren Wärmeerzeuger (beispielsweise Pelletheizung oder Gas-/Ölkessel) eingesetzt. Zumeist wird so der Warmwasserbedarf im Sommerhalbjahr gedeckt und teilweise auch eine Heizungsunterstützung in der Übergangs- oder Winterzeit erreicht.

Neben der Möglichkeit zur Installation von solarthermischen Anlagen auf Gebäudedächern rückte in der jüngeren Vergangenheit die Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen zunehmend in den Fokus. Die in großen Solarthermie-Freiflächenanlagen erzeugte Wärme kann in Nah- und Fernwärmenetzen verwendet werden.

Die bislang größte Solarthermieranlage in Baden-Württemberg befindet sich auf Ludwigsburger und Kornwestheimer Gemarkung. Die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) haben den Bau der seinerzeit größten Solarthermie-Anlage in Deutschland Ende Mai 2020 abgeschlossen⁵. Die Anlage weist eine Kollektorfläche von 14.800 Quadratmeter auf. Das warme Wasser wird entweder im 20 Meter hohen Wärmespeicher (rund 2.000 m³ Fassungsvermögen) zwischengespeichert oder direkt in das Wärmenetz geliefert.



Abb. 61: Solarthermieranlage auf Ludwigsburger und Kornwestheimer Gemarkung (Quelle: SWLB)

Da solarthermische Anlagen ihre Hauptertragsmengen im solarstrahlungsreichen Sommerhalbjahr liefern - während der Wärmebedarf im Winterhalbjahr (Gebäudebeheizung) deutlich überwiegt - können die Anlagen ohne saisonale Wärmespeicherung etwa 10 bis 30 % des Bedarfs decken. Grundsätzlich könnten bei entsprechender ortsnahe Flächenverfügbarkeit theoretisch auch die insgesamt benötigten Wärmemengen weitgehend mit solarthermischen Anlagen erzeugt werden, allerdings bedarf es hierfür sehr großer Wärmespeicher. Zur

⁵ Quelle: Broschüre „Wärme aus Sonne – Das kommunale Klimaschutz-Modellprojekt SolarHeatGrid“, Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH, August 2020

Speicherung einer Wärmemenge von 1.000 MWh bedarf es bei einer Temperaturspreizung von 30 °C beispielsweise ein Wasservolumen von rund 30.000 m³.

Der größte Erdbeckenwärmespeicher befindet sich aktuell in Vojens (Dänemark) und umfasst rund 200.000 m³ Wasservolumen (s. Abb. 62).



Abb. 62: Solarthermieranlage mit Erdbeckenwärmespeicher (Wärmespeicher oben rechts im Bild/ Quelle: www.vojensfjernvarme.dk)

Mit 12.900 m² Kollektorfläche nahezu so groß wie die Anlage in Ludwigsburg wurde 2025 ein Solarfeld in Rauschenberg-Bracht errichtet. Die Wärme der Solarkollektoren wird direkt im angeschlossenen Wärmenetz verwendet, die sommerlichen Überschüsse in einem saisonalen Grubenspeicher mit einem Fassungsvermögen von 20.500 m³ für die anschließende Heizperiode „gelagert“.



Abb. 63: Solarthermiefeld, Grubenspeicher und Heizzentrale in Bracht (Quellen: www.solarwaerme-bracht.de, Google Earth)

Grundsätzlich bieten Freiflächenanlagen in Form von Solarthermieanlagen zur Wärmeerzeugung für Fernwärmenetze oder in Form von Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung ein großes Potenzial zur kommunalen Energieerzeugung. Dieser Strom kann auch für den Betrieb von Großwärmepumpen verwendet werden.

In der Abbildung auf der nächsten Seite wird dargestellt, welche Freiflächen für solare Energiegewinnung nach dem Regionalplan des Regionalverbands Nordschwarzwald möglich wären.

	Freifläche	Solarthermiepotenzial
PC29	4,6 ha	9.857 MWh/a
PC30	2 ha	4.286 MWh/a
PC31	2,5 ha	5.357 MWh/a
PC32	7,5 ha	16.071 MWh/a
PC33	5,2 ha	11.143 MWh/a
PC34	0,9 ha	1.929 MWh/a
PC36	8,1 ha	17.357 MWh/a
PC10	8,8 ha	18.857 MWh/a
SUMME	39,6 ha	84.857 MWh/a

Tabelle 7: Theoretisches Solarthermiepotenzial Vorbehaltsgebiete

Die Gesamtgröße der theoretisch möglichen Freiflächen beträgt rund 40 ha. Bei Nutzung aller Freiflächen ergäbe sich ein möglicher solarthermischer Ertrag von rund

85.000 MWh.

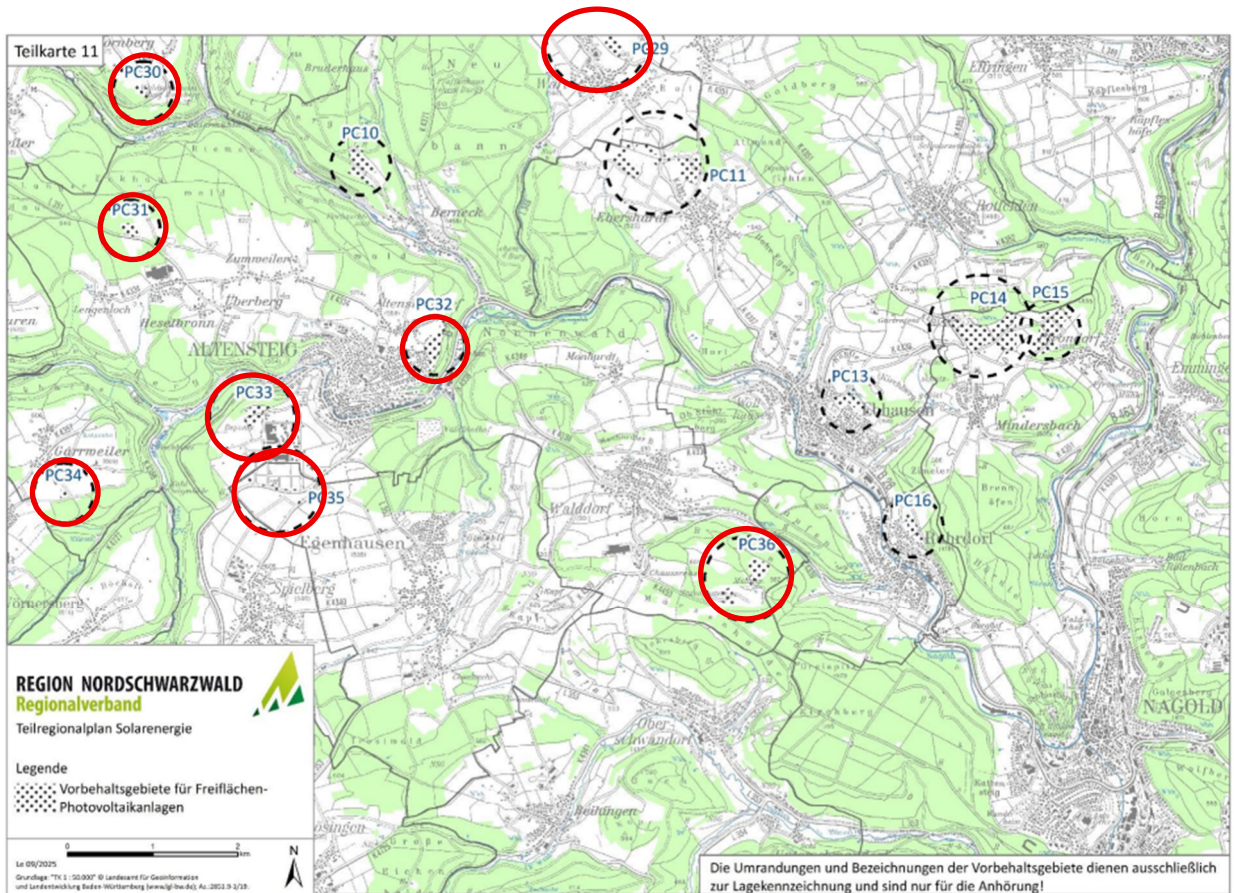


Abb. 64: Vorbehaltsgebiete für solare Energiegewinnung Altensteig

(Quelle: Regionalverband Nordschwarzwald)

3.2.2 Biomasse

In der Versorgung von Einzelobjekten mit meist kleineren Anlagen werden im Bereich der Biomassenutzung klassischerweise Pelletheizungen oder manuell bestückte Stückholz-Zentralheizungen verwendet. Wird Holz stattdessen in Kaminöfen genutzt, geschieht dies oft ergänzend zu einer Zentralheizung mit anderem Energieträger (z.B. Heizöl oder Wärmepumpe).

Biogene Festbrennstoffe, z. B. Holzhackschnitzel, stellen auch einen wichtigen regenerativen Brennstoff für Fernwärmesysteme dar. Da Holzhackschnitzel nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen bzw. nur dann klimaneutral sind, wenn sie aus nachhaltiger Forstwirtschaft, aus Landschaftspflege- oder aus Verkehrswegebegleitholz bestehen, sollten sie in Fernwärmanwendungen ressourcenschonend nur dann angewendet werden, wenn besonders hohe Vorlauftemperaturen im Netz benötigt werden. Das gilt auch dann, wenn andere Wärmequellen wie Solarthermieranlagen im Winter nicht genügend Wärme liefern oder Wärmepumpen aufgrund zu niedriger Quellentemperaturen nicht mit gutem Wirkungsgrad betrieben werden können. Gleichzeitig gilt es, den Brennstoff möglichst effizient zu nutzen und Feinstäube im Abgas durch Filteranlagen zu entfernen.

Neben bestehenden, holzbasierten Einzelheizungen und dem bestehende Hackschnitzelkessel der Heizzentrale Wart finden sich in Altensteig keine größeren Holzheizungen. Neben der Nutzung zur alleinigen Wärmeerzeugung kann Holz auch zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Dies erfolgt aktuell beispielsweise im Biomasseheizkraftwerk in Ludwigsburg.

Auf der Gemarkung Altensteig befinden sich große Waldflächen. Darunter staatlicher Wald, Privatwald und Kommunalwald. Eigentumsbezogen ergibt sich die Aufteilung der Waldflächen wie folgt:

	Waldfläche [m ²]	Prozent
Staatsforst	7.246.512	32,6%
Privatwald (groß)	2.916.481	13,1%
Kommunalwald	12.074.271	54,3%
Sonstige Waldflächen	3.207	< 0,1%

Tabelle 8: Aufteilung Waldflächen nach Eigentumsverhältnissen

Folgende Karte zeigt die vorhandenen Waldflächen und deren Besitzverhältnisse:

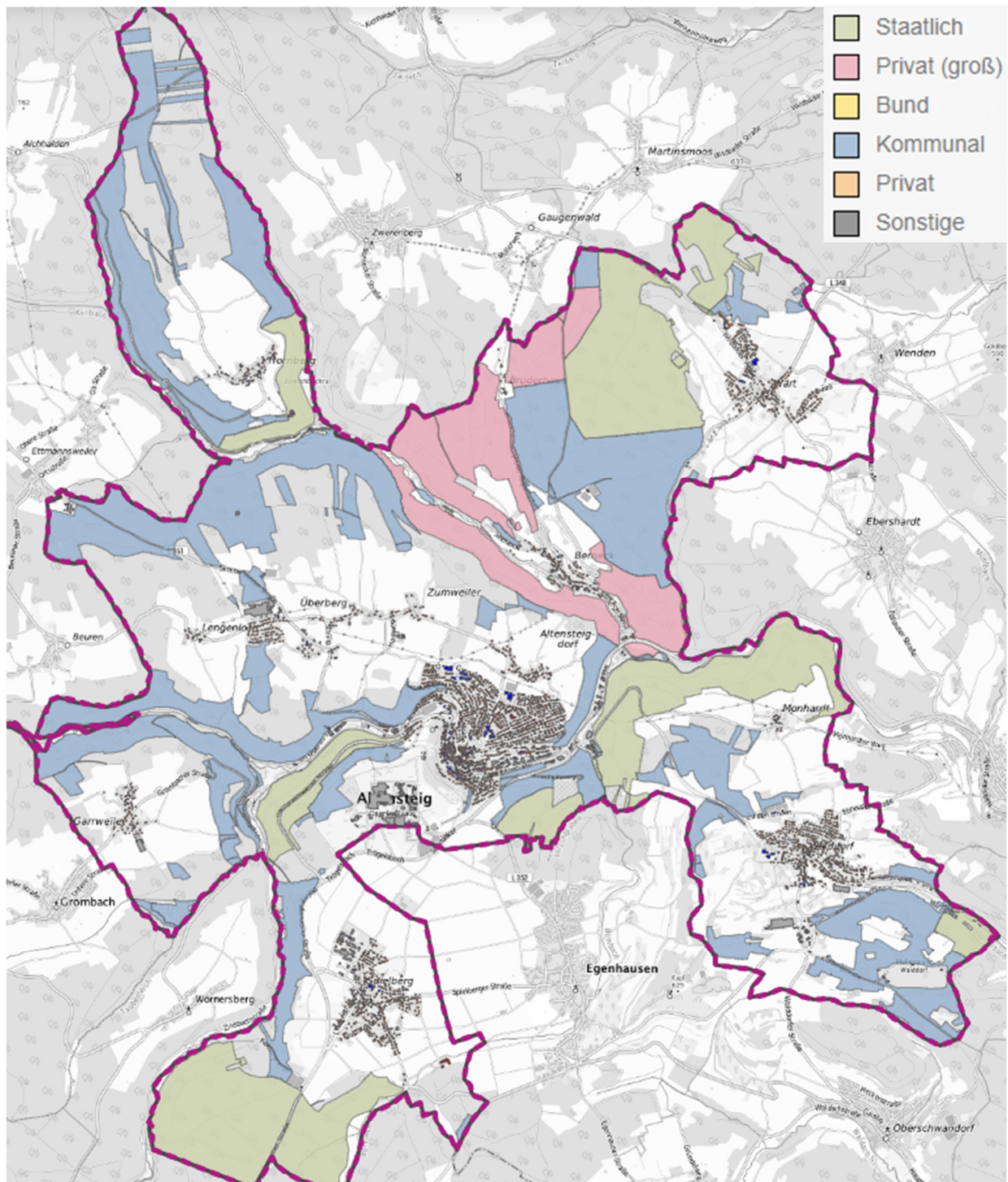


Abb. 65: Waldbesitzkarte – Gesamtmarkierung Altensteig

(Quelle: lgl-bw.de)

Die Stadt Altensteig verfügt über rund 1.200 ha eigenen, kommunalen Stadtwald. Bei einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von rund 10 m³/ha entspricht der jährliche Zuwachs auf den Flächen des Stadtwalds einem Wärmeerzeugungspotenzial von insgesamt rund 24.000 MWh/a.

Etwa 60 % des zuwachsenden Holzes wird in der Regel einer stofflichen Nutzung zugeführt (z. B. Bauholz, Möbelholz, Papierindustrie etc.). Der qualitativ schlechtere, für die energetische Nutzung vorgesehene Anteil (40 %) birgt einen Energiegehalt von rund 9.600 MWh/a. In

modernen Heizzentralen mit Abgaswärmenutzung kann bei der Umwandlung zu nutzbarer Wärme ein Nutzungsgrad von 98 % erreicht werden. Die jährlich nutzbare und in den kommunalen Wäldern Altensteigs zuwachsende „Wärmemenge“ beträgt somit rund

9.400 MWh/a.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auch Biomasse aus Staatswäldern oder Privatwäldern zu nutzen. In größeren Holzfeuerungen können zudem auch Materialien wie Straßenbegleitgrün o. ä. energetisch genutzt werden. Die berücksichtigte Wärmeerzeugungseffizienz berücksichtigt beispielsweise Wärmepumpen zur Nutzung der Rauchgaskondensation, so wie dies in der Heizzentrale Wart bereits realisiert wurde.

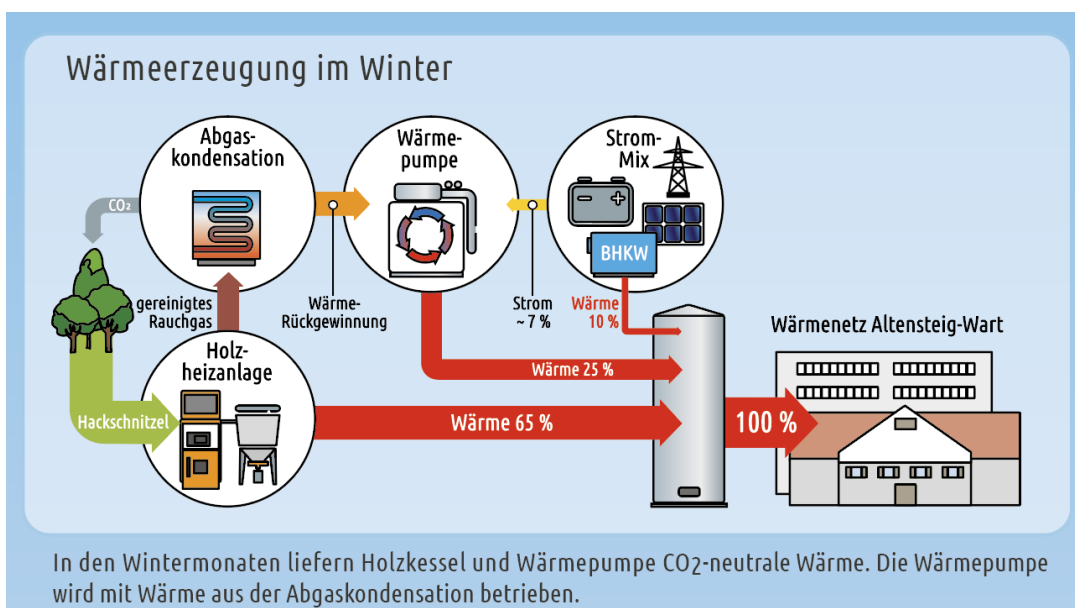


Abb. 66: Prinzipschema Hackschnitzelheizung und Wärmepumpe

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Altensteig eine Deckung von 21 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Holz hackschnitzel berücksichtigt. Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

5.800 MWh/a.

Auch bei den Einzelheizungen wird davon ausgegangen, dass teilweise Biomasse zum Einsatz kommt (Holzheizungen, Holzpellettheizungen). Der im Zielfoto 2040 hinterlegte Anteil dieser Anlagen entspricht einer Wärmemenge von rund

18.000 MWh/a.

Folglich ist im Zielfoto insgesamt eine Nutzung von Biomasse zur Wärmeerzeugung hinterlegt von rund

23.800 MWh/a.

Das übersteigt das Biomassepotenzial aus den städtischen Waldflächen zzgl. weiterer Potenziale anderer Flächen (Privat- und Staatswald). Es sollte vor allem Biomasse aus den Bereichen Straßenbegleitgrün und Landschaftspflegeholz eingesetzt werden.

Neben der Nutzung von Holz kann auch landwirtschaftliche Biomasse in Biogasanlagen zur Energieerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Blockheizkraftwerke zur Strom- und Wärmeerzeugung) eingesetzt werden. Biogas kann zudem auch auf Erdgasqualität aufbereitet werden, ins Erdgasnetz eingespeist und an anderer Stelle als „Biomethan“ bilanziell bezogen werden.

3.2.3 Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein effizientes Prinzip, die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme zu Heizzwecken einzusetzen. Als Blockheizkraftwerke (BHKW) bezeichnet man Anlagen mit Verbrennungsmotor zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung⁶. Aktuell werden Blockheizkraftwerke überwiegend mit Erdgas, gelegentlich auch mit Biogas oder Biomethan betrieben.

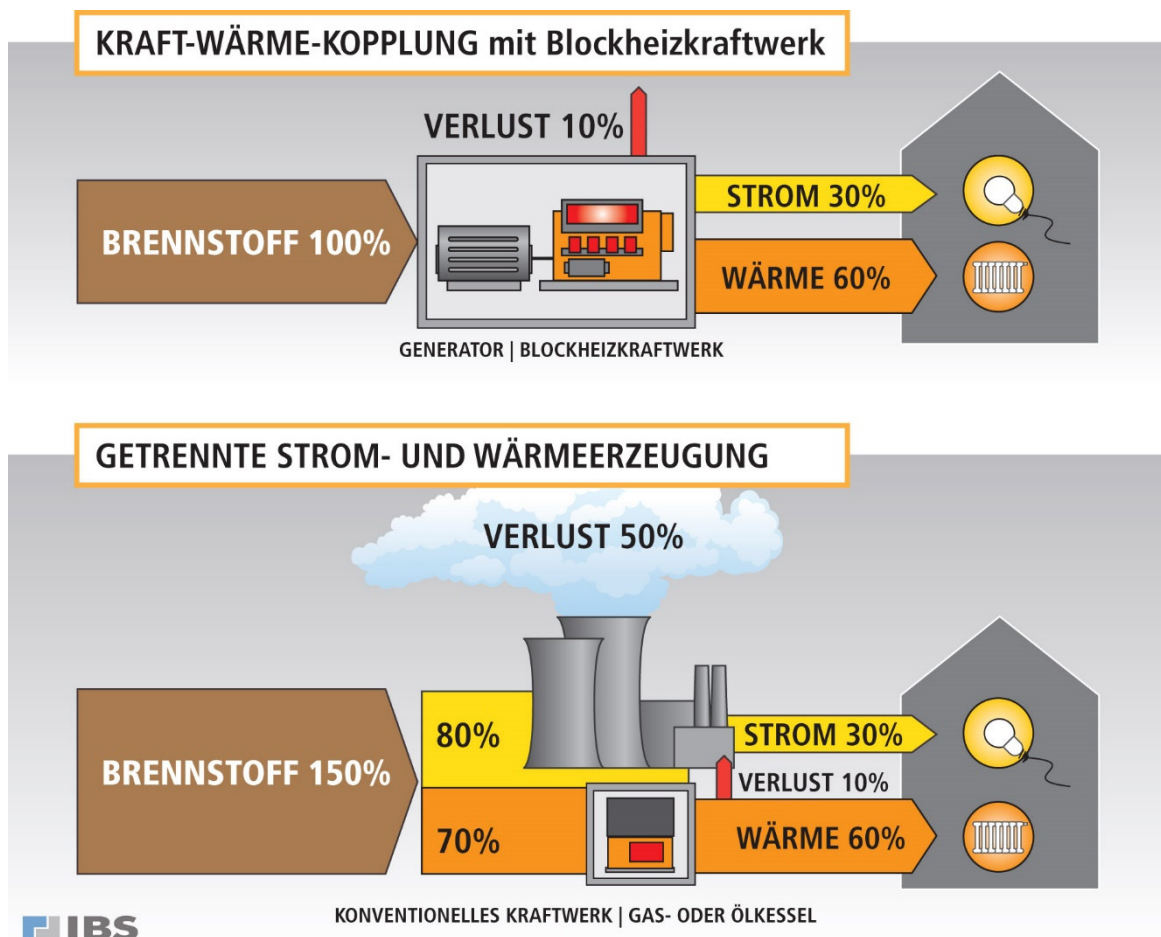


Abb. 67: Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich zu getrennter Strom- und Wärmeerzeugung

Blockheizkraftwerke können grundsätzlich, bei entsprechender technischer Ausstattung, auch andere Brennstoffe nutzen. So sind am Markt bereits Blockheizkraftwerke verfügbar, die beispielsweise mit Wasserstoff betrieben werden können. Zudem kann das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung unter anderem auch mit Biomasse als Brennstoff (meist größere Biomassefeuerungen) umgesetzt werden.

Blockheizkraftwerke sollten möglichst stromoptimiert betrieben werden. Bei Stromüberschuss im Netz werden die BHKW abgeschaltet, da die Vergütung am Strommarkt in diesen Zeiten niedrig ist. Steigt der Strombedarf im Netz wieder an, erhöhen sich auch die Strompreise, wodurch die Blockheizkraftwerke wirtschaftlich betrieben werden können. Hierzu können für die BHKW Grenzpreise definiert werden, ab welchem Börsenpreis die BHKW hochgefahren und/oder abgeschaltet werden. Durch dieses preisorientierte Lastmanagement wird das Stromnetz bei Unterlast entlastet und bei Überlast kann die kurzfristige Erzeugungskapazität im Netz erhöht werden.

⁶ Literatur: Grundlagen Gasmotoren, Dr. DI Günther Herdin, Professional Gas Engine Solutions GmbH

Folgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Stromverbrauchskurve mit dem Einfluss von Photovoltaik und Windkraft sowie die stromnetzdienliche Fahrweise eines BHKWs mit Speicher.

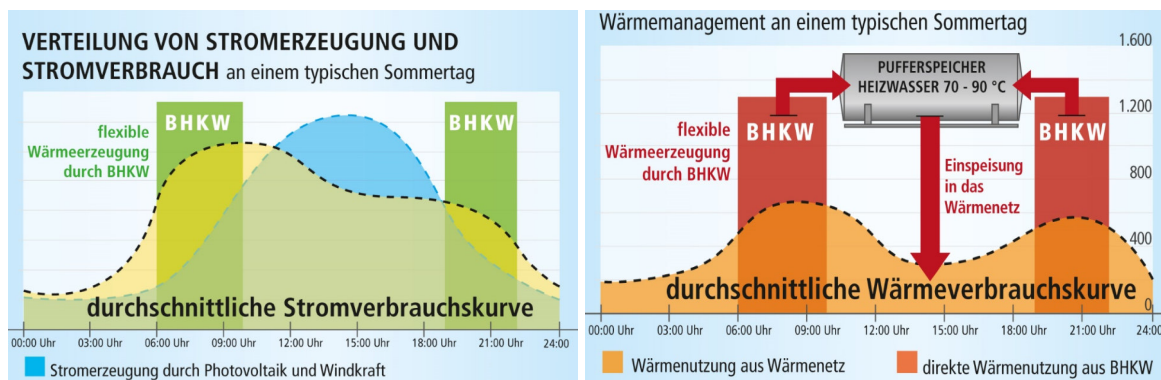


Abb. 68: Prinzip netzdienliche Fahrweise BHKW

Das Wärmemanagement erfolgt über den Speicher: In den Zeiten ohne BHKW-Betrieb wird das Wärmenetz aus dem Speicher versorgt. Durch ausreichend dimensionierte Speicher kann somit die Wärmeversorgung in den Zeiten ohne BHKW garantiert werden. Durch die Erhöhung der Speichergröße wird zeitgleich auch die Flexibilität der Gesamtanlage erhöht.

Alternativ kann der erzeugte Strom auch in Wärmepumpen oder Objekten direkt verwendet werden, sodass nur der überschüssige Strom ins Netz eingespeist wird.

In mehreren Heizzentralen in Altensteig werden BHKW für die Wärmegrundlast und Gaskessel für Lastspitzen und zur Ausfallsicherung betrieben. Für das Zielszenario 2040 wird davon ausgegangen, dass die Blockheizkraftwerke mit Wasserstoff betrieben werden, wie in Abschnitt 3.2.4 beschrieben.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Altensteig eine Deckung von 19 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch erneuerbare Kraft-Wärme-Kopplung berücksichtigt. Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

5.300 MWh/a.

3.2.4 Wasserstoff als zukünftiger Energieträger

Bei ausreichenden technischen Voraussetzungen könnten zukünftig gegebenenfalls Netzabschnitte des Erdgasnetzes auch auf den Betrieb mit Wasserstoff umgestellt werden. Voraussetzung hierfür ist die Anbindung an überregionale Wasserstoffverteilnetze sowie die Verfügbarkeit des Energieträgers zu einem auf dem Wärmemarkt konkurrenzfähigen Preis. Die terranets bw GmbH gibt auf Ihren Internetseiten an, ab 2040 nur noch Wasserstoff zu transportieren. Nach den an gleicher Stelle veröffentlichten Ausbauplänen der überregionalen Wasserstoffinfrastruktur ist ein Anschluss der Region Altensteig (roter Punkt in Abbildung) erst ab etwa 2040 angegeben, während zudem auf hinreichende Bedarfsmeldungen verwiesen wird.

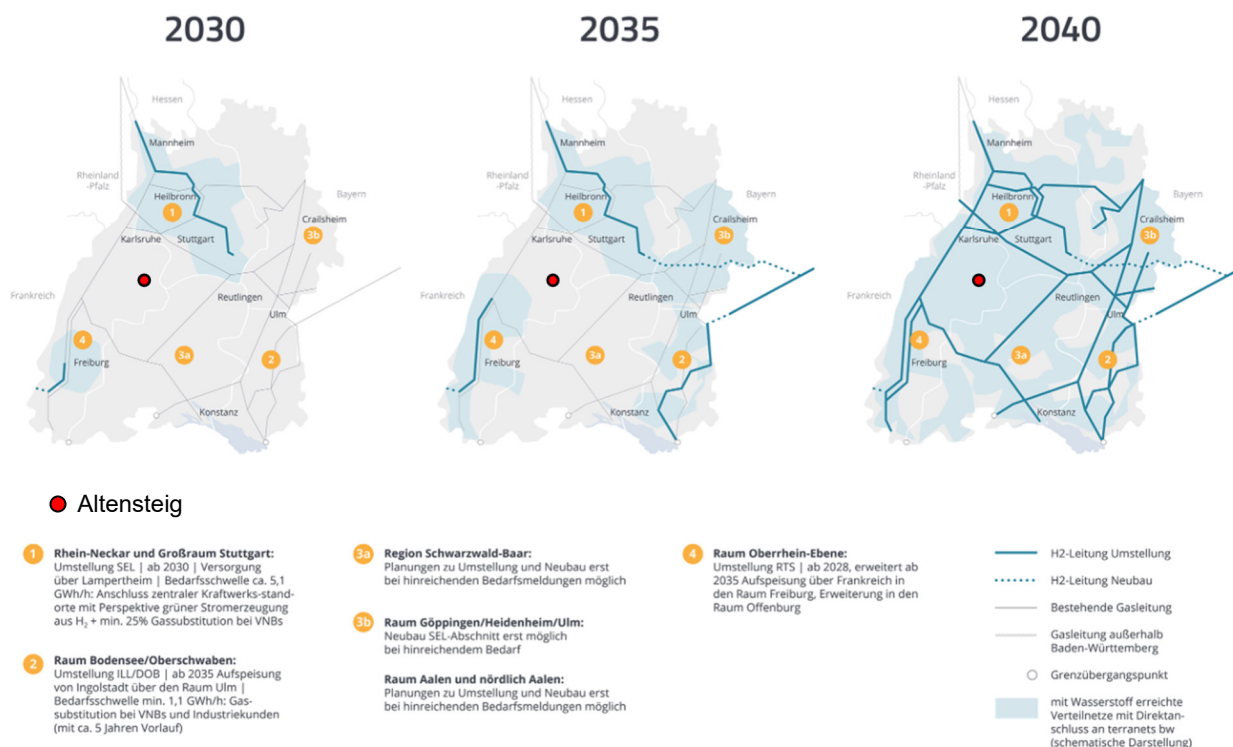


Abb. 69: Umstellungspfad zur Netztransformation Wasserstoff (Quelle: www.terranets-bw.de)

In Beimischungen zum Erdgas können kleinere Anteile Wasserstoff bereits direkt eingesetzt werden. Erneuerbar hergestelltes Methan (beispielsweise Biomethan) kann je nach Verfügbarkeit auch heute bereits in Erdgasnetzen eingesetzt werden und wird zumeist bilanziell gehandelt. Da Wasserstoff nach bisherigem Stand insbesondere für Anwendungen eingesetzt werden soll, bei denen bislang von fehlenden oder schwer umsetzbaren Alternativen ausgegangen wird (z. B. industrielle Prozesse, Fernverkehr, Transportgewerbe, ...), sollten gegebenenfalls auch Verfügbarkeit und Preissituation weiter beobachtet werden um sich versorgerseitig entsprechend aufzustellen. Aufgrund des Herstellungspfads mit hohem erneuerbaren Strombedarf ist zudem möglicherweise ein höheres Preisniveau als bei anderen Heizsystemen oder bei hohen Importanteilen eine entsprechende Abhängigkeit vom Lieferpfad und der globalen Marktsituation zu erwarten.

Für das Zielszenario der Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass ein Anschluss an das überregionale Wasserstoffnetz der terranets bw bis 2040 erfolgt. Dabei wird der Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff in der Kraft-Wärme-Kopplung vorausgesetzt. Von einer Versorgung der privaten Haushalte mit Wasserstoff wird nicht ausgegangen.

3.2.5 Abwärme aus industriellen und gewerblichen Prozessen

Industrielle Abwärme bezeichnet Wärme, die in Industrieprozessen oder Gewerbebetrieben als Nebenprodukt anfällt und derzeit ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird.

Neben dem Vorhandensein erschließbarer Abwärme-Potenziale von ausreichender Größe und geeigneten technischen Rahmenbedingungen zur Auskopplung der Wärme muss bei den entsprechenden Unternehmen die grundsätzliche Bereitschaft vorliegen, sich an kommunalen Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen. Die Priorität der Unternehmen wird dabei stets auf der Betriebssicherheit der Prozesse liegen, die durch eine beabsichtigte Wärmebereitstellung nicht gefährdet werden darf. Letztendlich können Abwärmenutzungen in Fernwärmeversorgungen jedoch beiderseitige wirtschaftliche und ökologische Vorteile hervorbringen. Zudem kann auch für Gewerbebetriebe ein Anschluss an eine Fernwärmeversorgung für den Bezug von Wärme vorteilhaft sein.

Nach Angabe der Stadtwerke bestehen im Stadtgebiet keine wesentlichen Abwärmepotenziale, die unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten für die Fernwärmeversorgung nutzbar gemacht werden könnten.

3.2.6 Wärmepumpenanwendungen

Wärmepumpen können unter Energieeinsatz (meist Strom) der Umwelt Wärme entziehen und diese auf dem benötigten Temperaturniveau zur Nutzung im Gebäude bereitstellen. Als Umweltwärmequellen kommen in der Objektversorgung überwiegend die Außenluft, aber auch Erdreich (Geothermie – s. Abschnitt 3.2.6.1), Grundwasserbrunnen, Flusswasser, Abwasser, Solarabsorber oder andere Lösungen zum Einsatz⁷.

Auch in Heizzentralen der Fernwärmeversorgung kommen immer häufiger Wärmepumpenanwendungen zum Einsatz. Neben den bereits beschriebenen Anwendungen im Bereich der Abwasserwärmenutzung oder der Nutzung von industrieller Abwärme können hierbei auch Abgase (beispielsweise Abgaskondensation von Holzheizungen oder Abgasnutzung von Blockheizkraftwerken), Flusswasser, Grundwasser, Seewasser, Erdwärme, Solarstrahlung oder auch die Außenluft genutzt werden. Beim Einsatz von Großwärmepumpen können die Anlagen auch bei guten Wärmenetztemperaturen effizient betrieben werden. Zudem bieten Heizzentralen, die Wärmepumpen mit anderen Erzeugern und Wärmespeichern kombinieren, die Möglichkeit, die Wärmepumpen strommarktgeführt zu betreiben und damit aktiv im Strommarkt und Stromnetz zu agieren (u. a. Stromangebot, Preise, Stromnetzkapazitäten). Perspektivisch können in Altensteig neben Luft-, Solar- oder Abgaswärmepumpen insbesondere auch Flusswasserwärmepumpen und Abwasserwärmepumpen zur Fernwärmeerzeugung beitragen.

⁷ Literatur: Wärmepumpen in Haushalt, Gewerbe und Industrie, Thomas Hackensellner, VDE Verlag GmbH, 2023

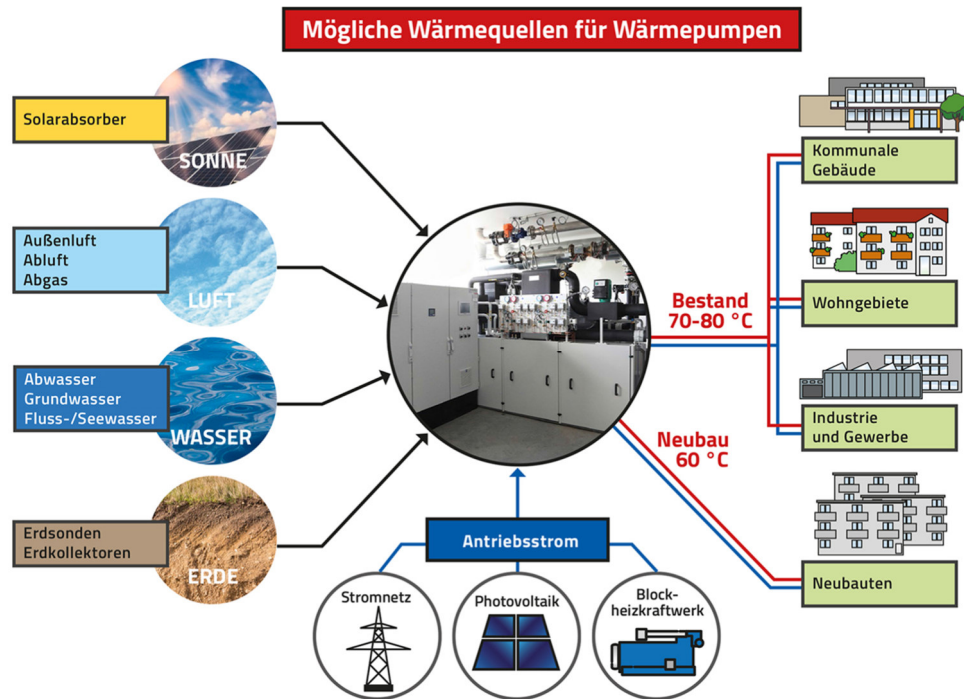


Abb. 70: Wärmequellen für Wärmepumpen

Da mit dem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen (dezentral und zentral) ein Anteil der Wärmewende auch den Stromsektor betrifft und von einem steigenden Gesamtstrombedarf auszugehen ist (u. a. Wärmepumpen, Elektromobilität, ggf. Wasserstoffherstellung u. a. m.), leitet sich hieraus der Bedarf ab, entsprechende erneuerbare Stromerzeugungsanlagen aufzubauen, die Stromnetzkapazitäten zu prüfen und gegebenenfalls auszubauen.

Im Folgenden werden für die Stadt Altensteig die Wärmequellen Außenluft, oberflächennahe Geothermie, Abwasser und Flusswasser für Großwärmepumpen in Wärmenetzen näher betrachtet.

3.2.6.1 Außenluft

Über Wärmepumpen kann der Außenluft Wärme entzogen werden. Insbesondere im Sommer ist dies mit hoher Effizienz möglich.

Der Wärmeentzug aus der Außenluft kann über Außenkühler mit Zwischenkreislauf (Wasser-Glycol) oder über einen Direktverdampfer erfolgen. Bei der Direktverdampfung wird Luftstrom an den Registern abgekühlt, indem Wärme auf das Kältemittel übergeht und verdampft. In der Wärmepumpe wird das dampfförmige Kältemittel verdichtet, bevor es sich im Kondensator wieder verflüssigt und dabei die Wärme an das Wärmenetz abgibt. Eine Ausführung ist sowohl als Splitvariante – nur Verdampfer im Außenbereich – oder als Kompaktanlage – komplette Wärmepumpe im Außenbereich – möglich.

Beim Einsatz eines Zwischenkreislaufs beträgt die minimale Außentemperatur, bei der die Wärmepumpe betrieben werden kann, ca. 5 - 8 °C. Bei Direktverdampfern ist ein Betrieb auch bei niedrigeren Temperaturen möglich (bei entsprechend niedrigem COP). Es besteht auch die Möglichkeit, eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (Direktverdampfer) mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe zu kombinieren, um die Betriebsstunden zu erhöhen. Dabei stellt die Luft-Wasser-Wärmepumpe (25 bis 30 °C) die Wärmequelle für die Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Zieltemperatur bis zu 80 °C) dar. Das Wärmeerzeugungspotenzial aus Außenluft hängt von der installierten Anlagenleistung und den Betriebsgrenzen der Wärmepumpe ab. Dabei ist auf die Geräuscentwicklung der Anlagenkomponenten Verdichter und Verdampfer bei der Planung zu achten.

Für Altensteig wurden die Außentemperaturverläufe der Jahre 2022 bis 2024 ausgewertet. Folgende Grafik zeigt die Monatsmittelwerte der Jahre und die Monatsmittelwerte über den Zeitraum:

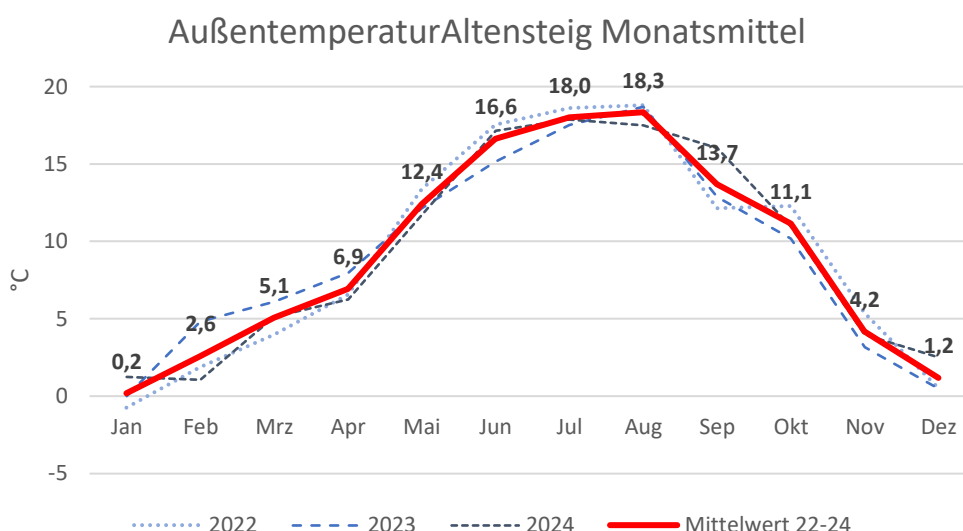


Abb. 71: Außenlufttemperatur Altensteig

Folgende Tabelle gibt einen Überblick, wieviel Stunden in den einzelnen Jahren die verschiedenen Temperaturfenster vorherrschen, in denen die Wärmepumpen betrieben werden sollen:

	2022	2023	2024	Mittelwert
<0 °C	1.330 h/a	897 h/a	1.118 h/a	1.115 h/a
0-5 °C	1.701 h/a	2.049 h/a	1.736 h/a	1.829 h/a
5-10 °C	1.870 h/a	1.990 h/a	2.162 h/a	2.007 h/a
10-15 °C	1.718 h/a	1.906 h/a	1.634 h/a	1.753 h/a
15-20 °C	1.091 h/a	1.118 h/a	1.133 h/a	1.114 h/a
20-25 °C	627 h/a	591 h/a	684 h/a	634 h/a
25-30 °C	365 h/a	203 h/a	268 h/a	279 h/a
>30 °C	82 h/a	30 h/a	49 h/a	54 h/a

Tabelle 9: Außenlufttemperaturen Altensteig

An rund 5.800 Stunden pro Jahr ist die Außenluft wärmer als 5 °C und an 3.800 Stunden pro Jahr wärmer als 10 °C.

Folgende Grafik zeigt die Effizienz der Wärmepumpe in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur und der Vorlauftemperatur:

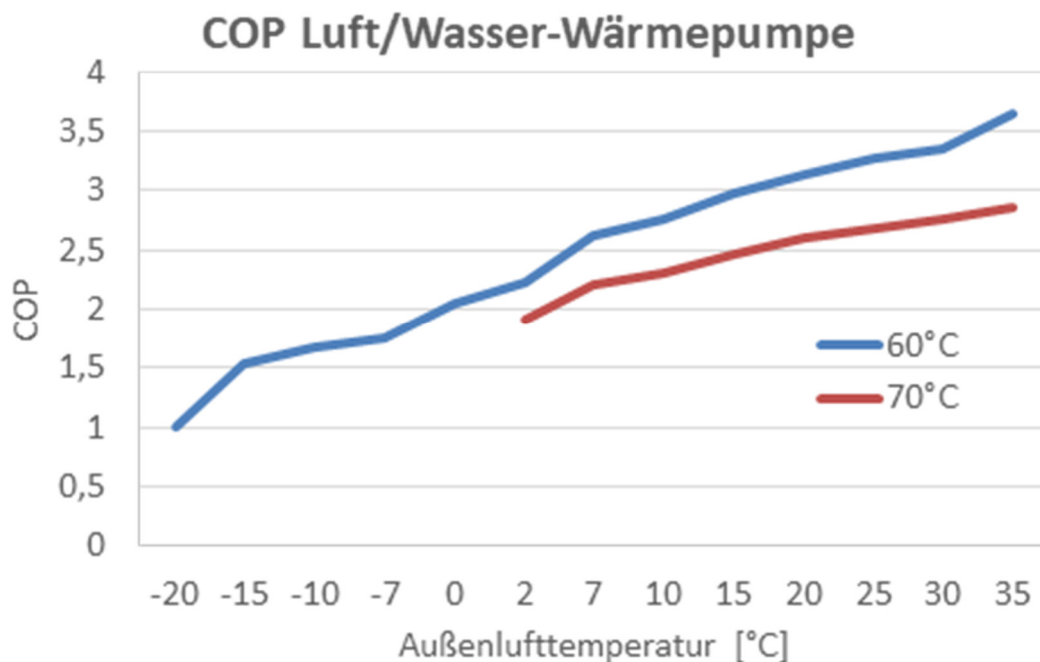


Abb. 72: Kennzahlen Luft-Wärmepumpe

Bei einer Vorlauftemperatur von 60 °C kann ab rund 7 °C ein Betrieb mit COP 2,5 erfolgen. Mit einer Vorlauftemperatur von 70 °C ist dies erst bei rund 15 °C der Fall.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Altensteig eine Deckung von 11 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Wärmepumpen mit den Quellen Außenluft und Solarwärme berücksichtigt. Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

3.000 MWh/a.

3.2.6.2 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe geothermische Anlagen machen sich das durch die Erdwärme und durch solare Einstrahlung erwärmte Erdreich und Grundwasser zunutze. Dabei unterscheidet man zwischen Erdwärmesonden, Erdwärme-/Horizontalkollektoren und geothermischen Brunnenanlagen, die das Grundwasser erschließen. Diese Potenzialermittlung legt den Fokus auf Erdwärmesonden-Anlagen. Von oberflächennaher Geothermie spricht man dabei bis zu einer Bohrtiefe von 400 m.

Unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (Schutzgebiete, geologische und wasserwirtschaftliche Restriktionen, gegenseitige Beeinflussung der Sonden) ist die Berechnung der maximal möglichen Wärmeentzugsleistung und des energetischen Potenzials der Erdwärmesonden auf Flurstückebene ausgegeben.

Die folgende Abbildung zeigt, dass in den meisten Siedlungsgebieten die geothermische Wärmenutzung möglich ist. Lediglich im Bereich nördlich und südlich von Hornberg, nördlich von Wart sowie in Walddorf ist es teilweise nicht bzw. nur mit einer Bohrtiefenbegrenzung möglich.

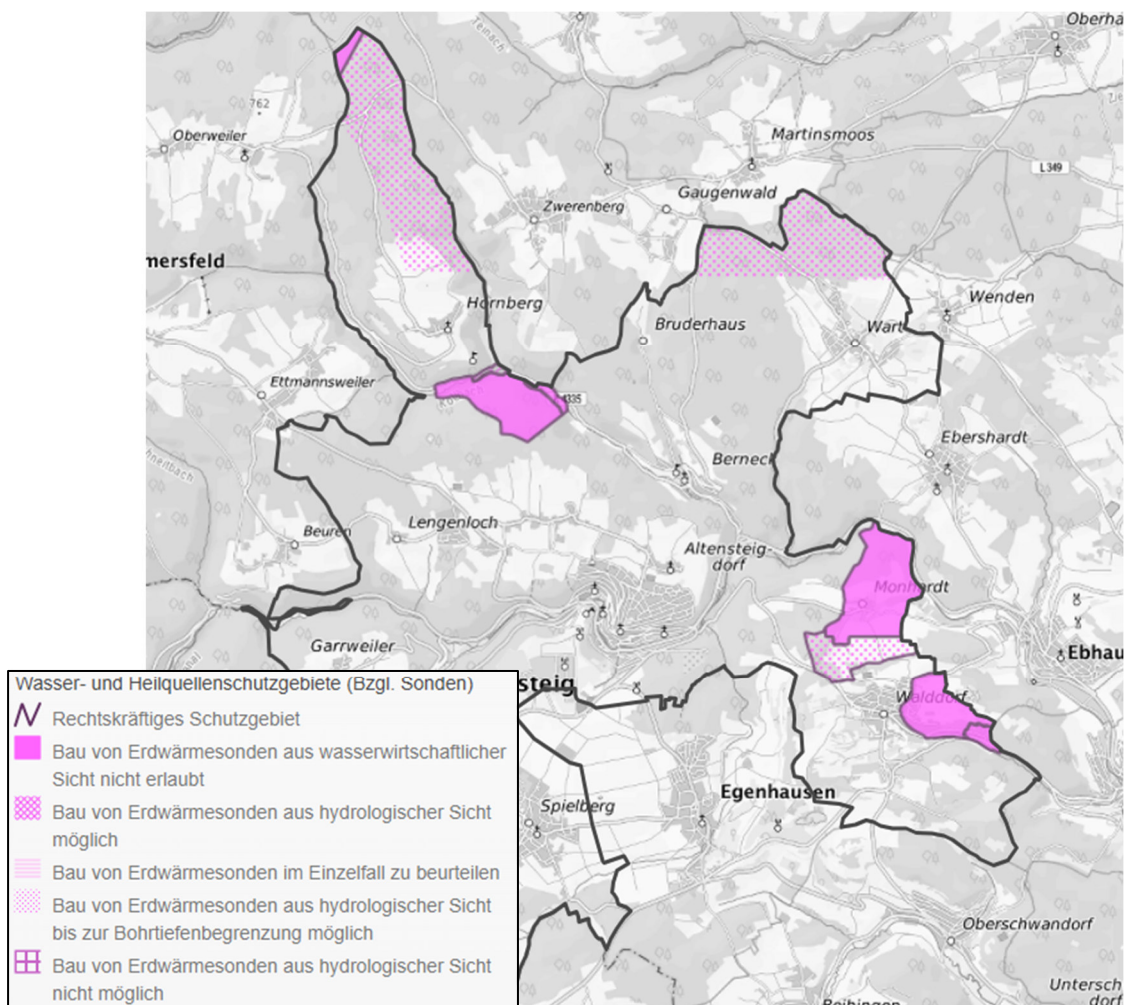


Abb. 73: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete in Altensteig (Quelle ISONG-Portal)

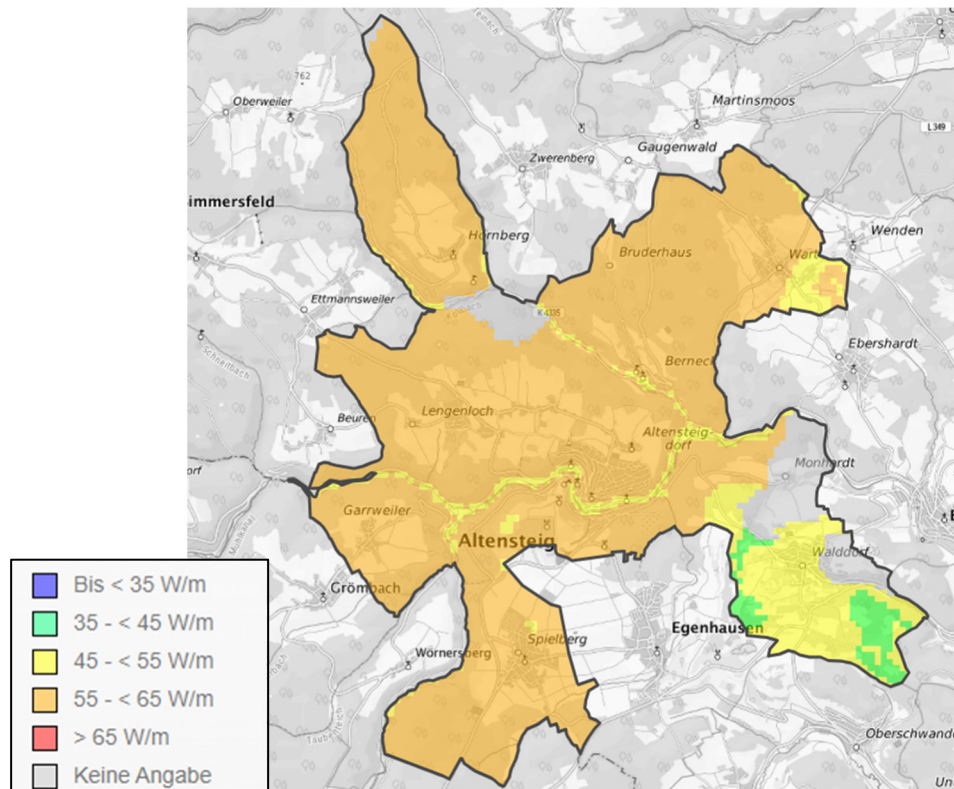


Abb. 74: Spezifischer Wärmeentzug aus dem Erdreich in 100m Tiefe bei 2.400 Betriebsstunden jährlich

Die oberflächennahe Geologie besteht in Altensteig bei Sandstein und Tonstein. Das prognostizierte Bohrprofil zeigt, dass bei Bohrungen mit keinen besonderen Einschränkungen zu rechnen ist. Zudem ist zu erkennen, dass oberflächennah Grundwasservorkommen mit einer hohen Ergiebigkeit vorzufinden sind.

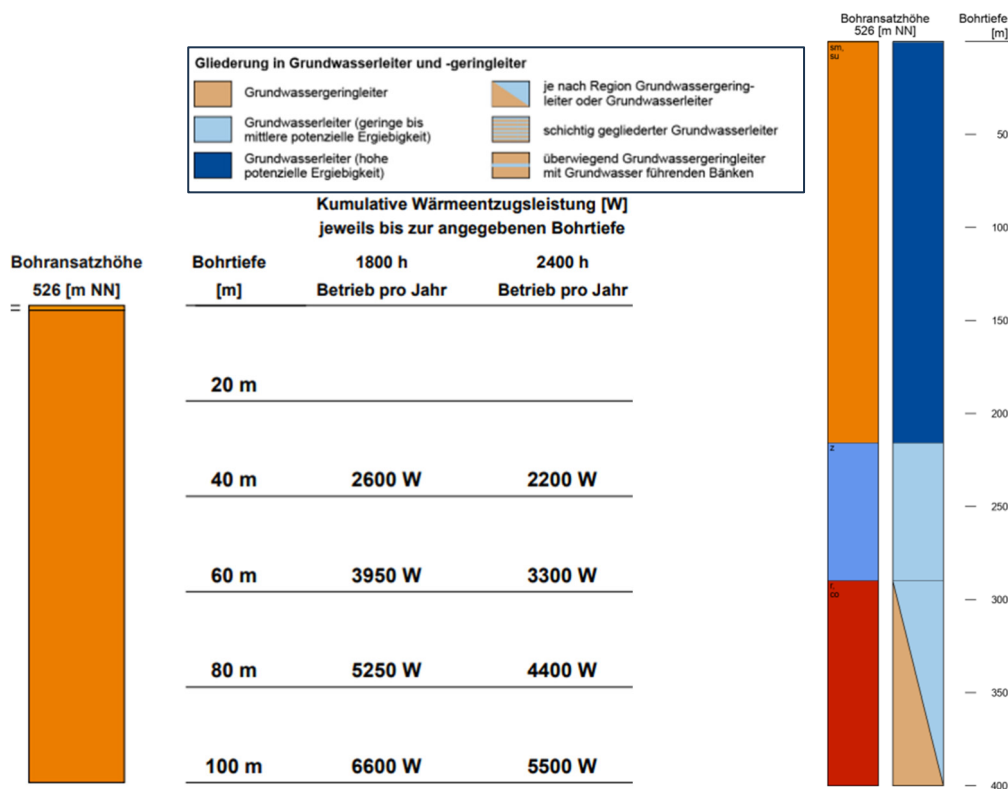


Abb. 75: prognostiziertes Bohrprofil Bereich Hohenbergschule

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt die KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg den Kommunen das in einer Studie landesweit ermittelte Erdwärmesonden-Potenzial zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (Schutzgebiete, geologische und wasserwirtschaftliche Restriktionen, gegenseitige Beeinflussung der Sonden) ist die Berechnung der maximal möglichen Wärmeentzugsleistung und des energetischen Potenzials der Erdwärmesonden auf Flurstücksebene ausgegeben.

Die Analyse bietet einen baublockbezogenen Anhaltswert zur Möglichkeit der Errichtung von privaten Wasser-Wasser-Wärmepumpen als Ersatz für fossil betriebene Einzelheizungen oder als Alternative zu Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Theoretisch würde in den Einzelheizungsgebieten mit der Ausnahme von Walddorf und Gewerbegebiet Altensteig das geothermische Potenzial ausreichen, um alle Gebäude in den Gebieten mit dezentralen Geothermie-Wärmepumpen zu versorgen.

Allgemein lässt sich festhalten, dass die Geothermienutzung in Altensteig eine realistische Option ist, sowohl für die dezentrale Wärmeversorgung als auch für die Fernwärme. Bei der Heizzentrale an der Hohenbergschule gibt es keinen Platz für eine Erdsondenanlage, sodass hier die Grundwasserwärmenutzung eine Möglichkeit zur Erhöhung des erneuerbaren Anteils darstellt. Hierfür müssten tiefergehende Untersuchungen eingeleitet werden, um vor allem die Beschaffenheit des Grundwassers zu analysieren.

Bei einer Förderrate von 20 l/s und einer Temperaturspreizung zwischen einem Entnahme- und Rückgabebrunnen von 5 K ergibt sich eine mögliche Entzugsleistung von ca. 400 kW und eine Heizleistung der Wärmepumpe von rund 6200 kW (bei einer Grundwassertemperatur von 12 °C). Mit dieser Heizleistung könnte eines der Blockheizkraftwerke ersetzt werden.

Bei jährlichen Vollbenutzungsstunden von 5.000 h/a ergibt sich ein theoretisch nutzbares Wärmepotenzial aus dem Grundwasser von rund

3.000 MWh.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Altensteig eine Deckung von 10 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Wärmepumpen mit der Wärmequelle Grundwasser berücksichtigt. Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

2.700 MWh/a.

3.2.6.3 Abwärme aus Abwasser

Die Restwärme im Abwasser bildet ein großes, bislang meist ungenutztes Wärmepotenzial. Mittels Wärmepumpentechnik kann die Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht werden. Diese Möglichkeit besteht eingeschränkt in Hauptsammel-Kanälen mit entsprechender Durchflussmenge. Der Einbau von Abwasserwärmetauschern in diese Kanäle ist technisch gut realisierbar, jedoch vergleichsweise teuer. Darüber hinaus ist die zu entziehende Wärmemenge begrenzt, da das Abwasser nur begrenzt abgekühlt werden kann, damit der Betrieb der biologischen Reinigungsstufen auf der Kläranlage nicht beeinträchtigt wird.

Ein großes Potenzial liegt darin, die Wärme am Auslauf der Kläranlage – also nach der Wasseraufbereitung – zu entziehen. Hier ist das Wasser sauber, der Reinigungsaufwand an Abwasser-Wärmetauschern geringer und ein Entzug der Wärme hat keine Auswirkungen auf die Biologie der Kläranlage, so dass das volle Energiepotenzial genutzt werden kann. Das Wasser kann stärker abgekühlt werden, was sich in ökologischer Sicht wiederum positiv auf das Gewässer auswirken kann, in das das Abwasser nach der Kläranlage eingeleitet wird. (Gewässertemperaturen steigen durch Wärmeeinleitungen, Abwassereinleitungen und durch Klimaerwärmung.)

Die Wärmeerzeugung aus Abwasserwärme kann grundsätzlich ganzjährig betrieben werden. Je nach Abwassertemperaturen und Abwassermengen kann es in den Wintermonaten gegebenenfalls Zeiträume mit Nutzungseinschränkungen (beispielsweise Teillastbetrieb oder Abschaltung) geben. In den Sommermonaten können bei ausreichenden Abwassermengen temperaturbedingt höhere Potenziale zur Wärmeerzeugung vorliegen als im Winter. Um passende Nutzungsmodelle und Auslegungsgrößen zu ermitteln, ist jeweils eine detaillierte Untersuchung und Planung notwendig. Da der Wärmebedarf in Wärmenetzen aufgrund des Heizwärmebedarfs saisonal sehr unterschiedlich ist, hängen die Potenziale zur Abwasserwärmenutzung auch von der Größe des vorhandenen Wärmenetzes ab. Weist diese auch im Sommer ausreichenden Wärmebedarf auf, kann eine Abwasser-Wärmepumpe ganzjährig (max. 8.760 h/a) betrieben werden. Andernfalls wird in den Sommermonaten nicht das volle Erzeugungspotenzial ausgeschöpft und die Vollbenutzungsstunden der Abwasser-Wärmepumpen reduzieren sich entsprechend (beispielsweise auf 3.000 bis 4.000 Vbh/a).

In der Kläranlage Altensteig werden die Abwässer von rund 34.000 Einwohnern aus 9 Städten und Gemeinden der Landkreise Calw und Freudenstadt aufbereitet. Der Kläranlage Altensteig fließen jährlich rund 130 Mio. m³/a zu. Die Abwassertemperatur liegt im Winter bei 7 bis 8 °C und im Sommer bei 14 bis 16 °C.

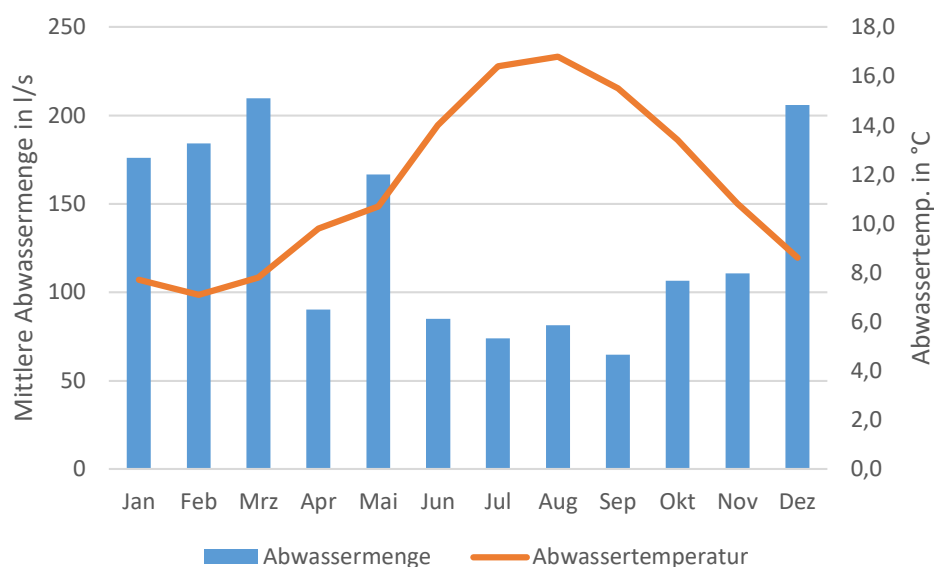


Abb. 76: Abwassertemperatur und Abwassermenge Kläranlage Altensteig (Datenquelle: Zweckverband)

Das theoretische Abwärmepotenzial des Klärwerks durch die Abkühlung des kompletten Abwassers wird im Folgenden dargestellt:

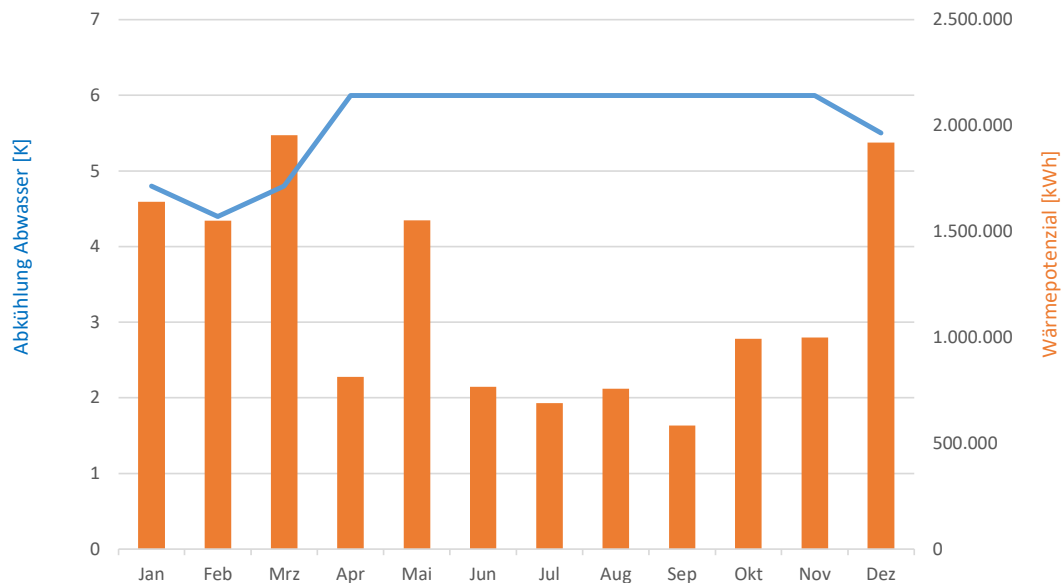


Abb. 77: Theoretisches Abwärmepotenzial Kläranlage Berneck

Unter der Annahme einer Abkühlung des Trockenwetterabflusses von ca. 50-60 l/s um 5 K ergibt sich eine möglich Entzugsleistung von rund 1 MW und eine Heizleistung der Abwasser-Wärmepumpe von rund 1,5 MW. Bei jährlichen Vollbenutzungsstunden von 5.000 h/a ergibt sich eine nutzbare Wärmepotenzial aus dem Kläranlagenablauf von rund

7.500 MWh.

Derzeit wird das Potenzial noch nicht genutzt. Bei einer Auskopplung der Abwasserwärme mittels Wärmepumpen wird angenommen, dass der Großteil der Wärme in das Fernwärmenetz Altensteig eingespeist wird. Aber auch in das Wärmenetz Berneck kann die Abwasserwärme eingespeist werden, wenn die Abwärme der Kläranlage nicht ausreicht.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Altensteig eine Deckung von 27 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Wärmepumpen mit der Wärmequelle Abwasser berücksichtigt. Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

7.400 MWh/a.

3.2.6.4 Wärme aus Flusswasser

Die Nutzung von Oberflächengewässern (Seen, Flüsse oder Teiche) mit Wärmepumpen ermöglicht eine effiziente und umweltfreundliche Wärmeversorgung von Gebäuden, auch über Fernwärmenetze. Bei der Nutzung von Flüssen als Wärmequellen für Wärmepumpen wird Wasser aus einem Fluss entnommen und als Wärmeträgermedium verwendet. Nachdem das Flusswasser Wärme an die Wärmepumpe abgegeben hat, wird es abgekühlt in den Fluss zurückgeführt.

Durch die Gemarkung Altensteig fließt die Nagold, deren Wassermenge grundsätzlich für eine thermische Nutzung geeignet ist.

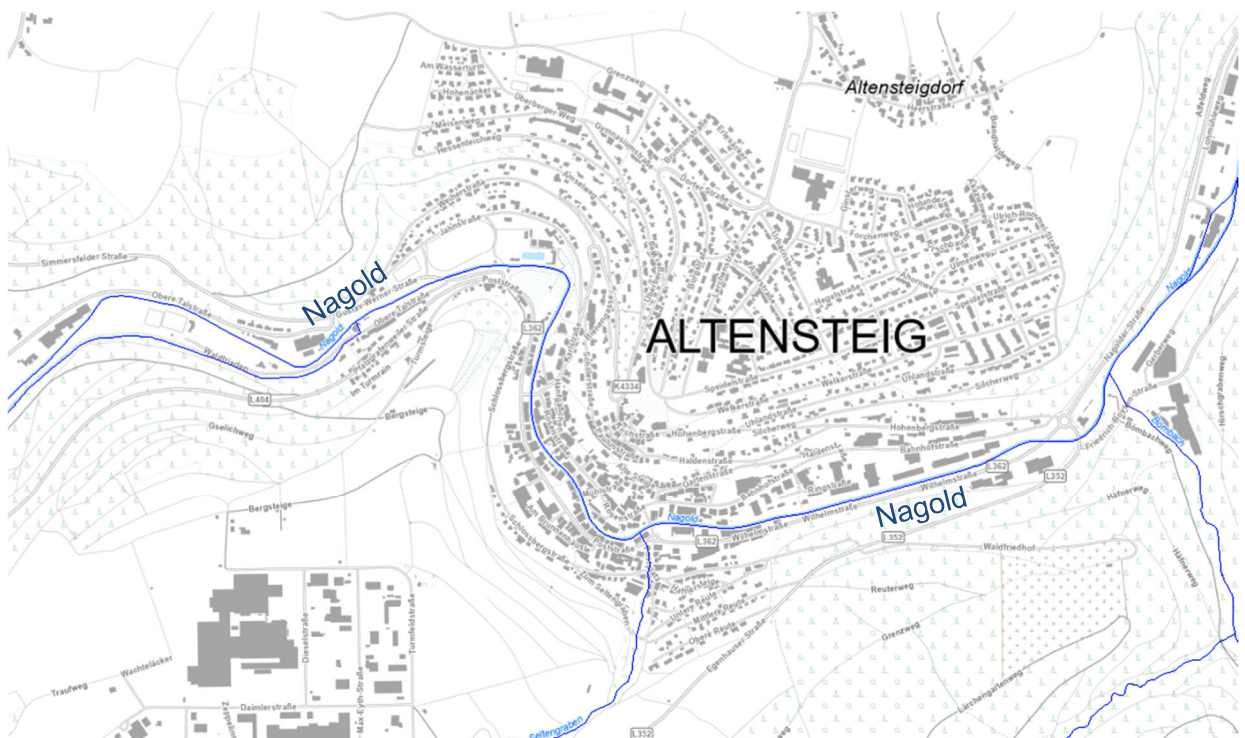


Abb. 78: Lageplan Nagold, Nagold-Seitenkanal und zufließende Bäche (Quelle: LUBW)

Für die Potenzialanalyse ist die mittlere Durchflussmenge und die mittlere Temperatur ausschlaggebend. Die Nagold weist gemäß der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) im Bereich Altensteig eine mittlere Durchflussmenge von rund 7.700 m³/h bzw. 2,15 m³/s auf.

Die Wassertemperatur beträgt im Jahresmittel 8,1 °C. Im Heizperioden-Mittel (Oktober bis April) liegt eine durchschnittliche Wassertemperatur von 6,5 °C an.

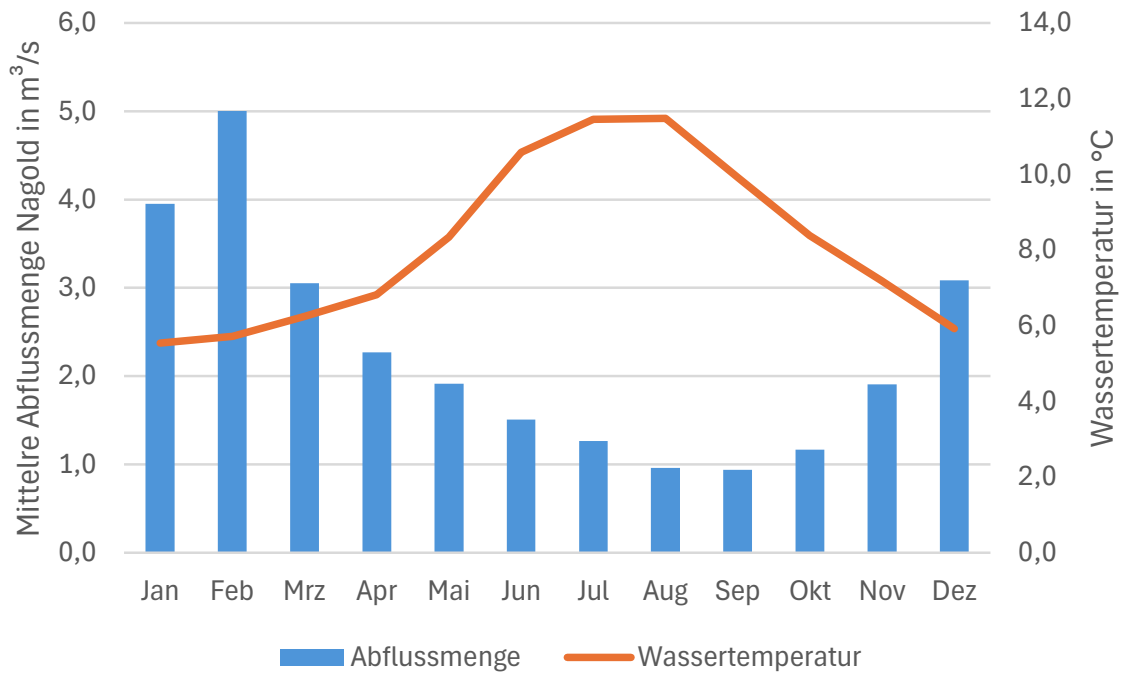


Abb. 79: Hydrologische Daten Nagold

Das Potenzial einer Flusswasserwärmepumpe ist abhängig von der Wassertemperatur, der abkühlbaren Wassermenge sowie des Grades der Abkühlung. Folgende Grafik zeigt den Verlauf der möglichen Heizleistung einer Flusswasserwärmepumpe mit verschiedenen Wassermengen. Das Flusswasser wird im Winter um rund 1,5 K und im Sommer um rund 3 K abgekühlt. Unter 4 °C ist aufgrund der Vereisungsgefahr kein Betrieb mehr möglich.

Das System einer Anlage zur thermischen Nutzung des Flusswassers für Heizzwecke besteht aus der Flusswasserentnahme, einem Wärmetauscher und einer Wärmepumpe. Folgende Abbildung zeigt das Prinzipschema der Flusswasser-Wärmenutzung und deren Bestandteile.

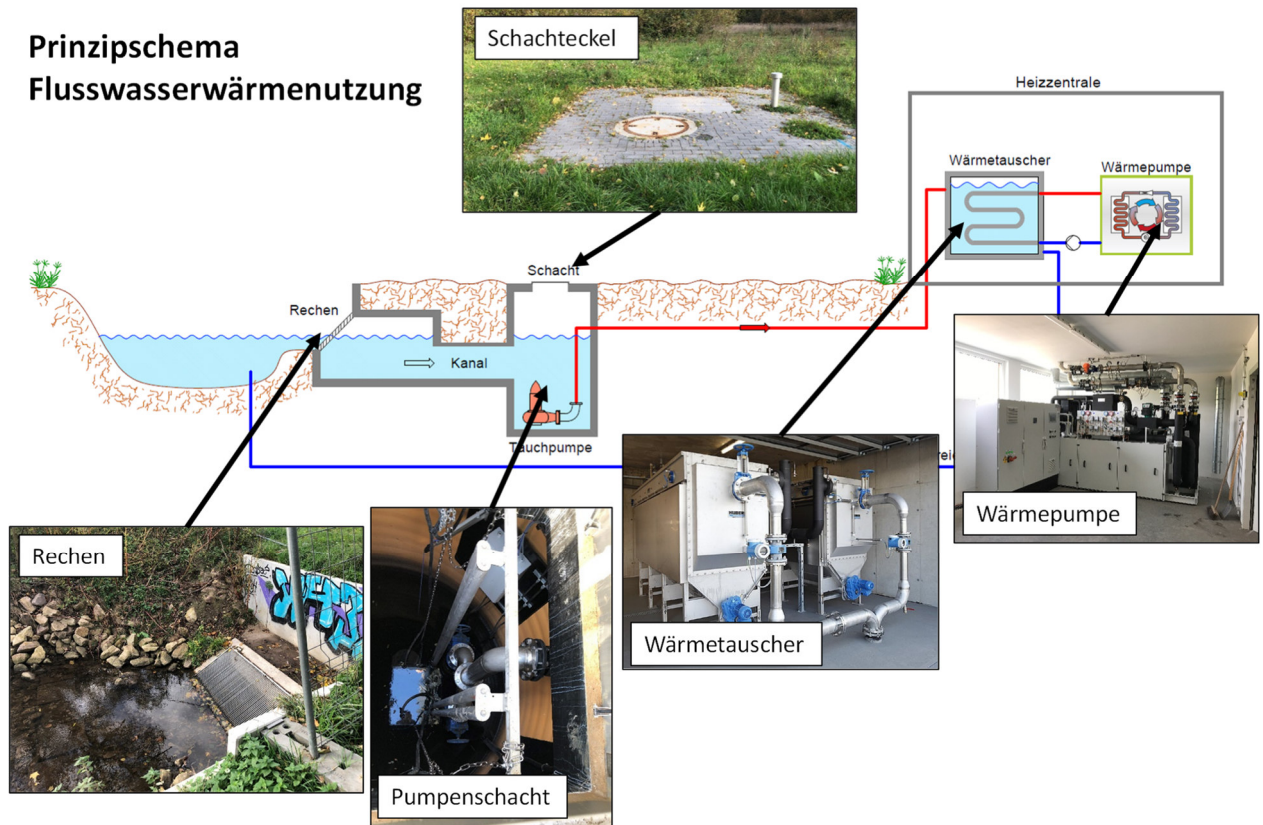


Abb. 80: Prinzipschema Flusswasserwärmepumpe

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird mit einer Wassermenge von insgesamt 100 l/s gerechnet. Dies entspricht etwa einem Anteil von ca. 5 % der mittleren Abflussmenge der Nagold. Im Winter ergibt sich somit eine mögliche Heizleistung einer Flusswasser-Wärmepumpe von rund 1 MW und im Sommer von rund 2 MW. Bei jährlichen Vollbenutzungsstunden von 5.000 h/a ergibt sich ein nutzbares Wärmepotenzial aus dem Kläranlagenablauf von rund

6.500 MWh.

Eine Wasserentnahme aus der Nagold gestaltete sich bislang aufgrund behördlicher Auflagen als schwierig. Das Landratsamt hat die bisherigen Genehmigungsanträge abgelehnt. Daher wird diese Wärmequelle für das Szenario 2040 nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich bringt die Abkühlung von Gewässern einen positiven ökologischen Effekt mit sich, da die Gewässer aufgrund des Klimawandels und der Einleitung warmer Abwässer aus Kläranlagen und Gewerbe deutlich zu warm sind. Für Flusswasserwärmepumpen bieten sich in Altensteig daher insbesondere bereits vorhandenen Standorte von Wasserkraftanlagen an. Die Wassermenge kann dabei auf eine oder mehrere Flusswasserwärmepumpen verteilt werden.

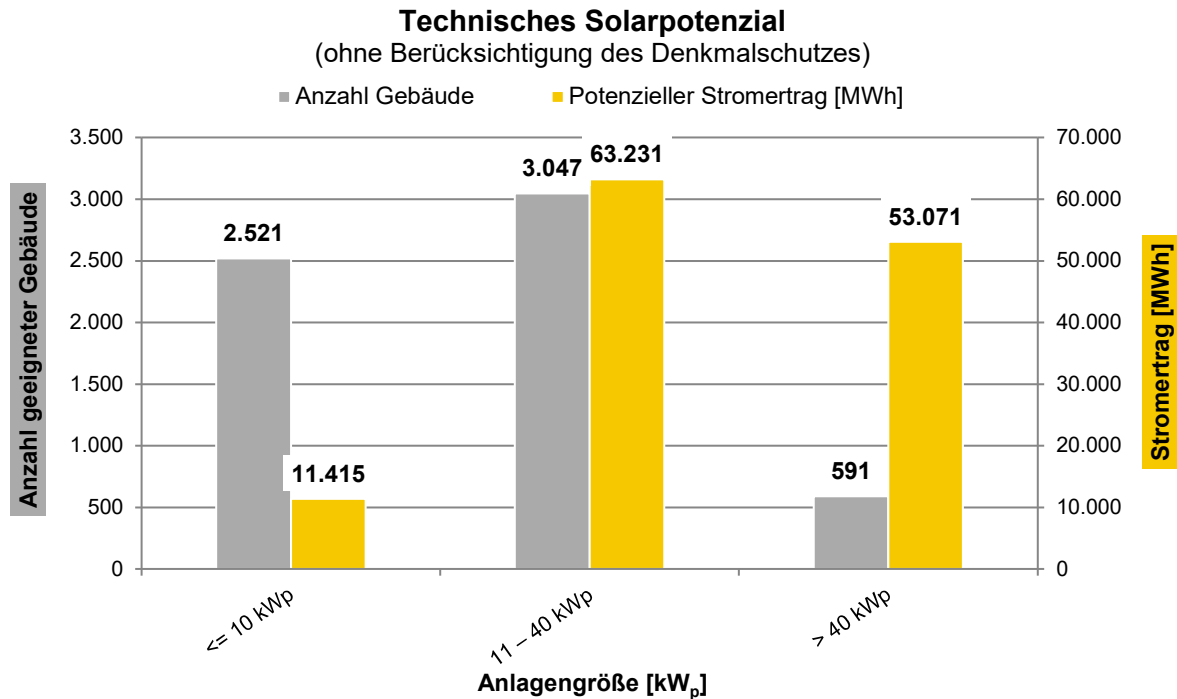


Abb. 82: Anzahl und Stromerzeugungspotenzial möglicher PV-Dachanlagen nach Anlagengröße

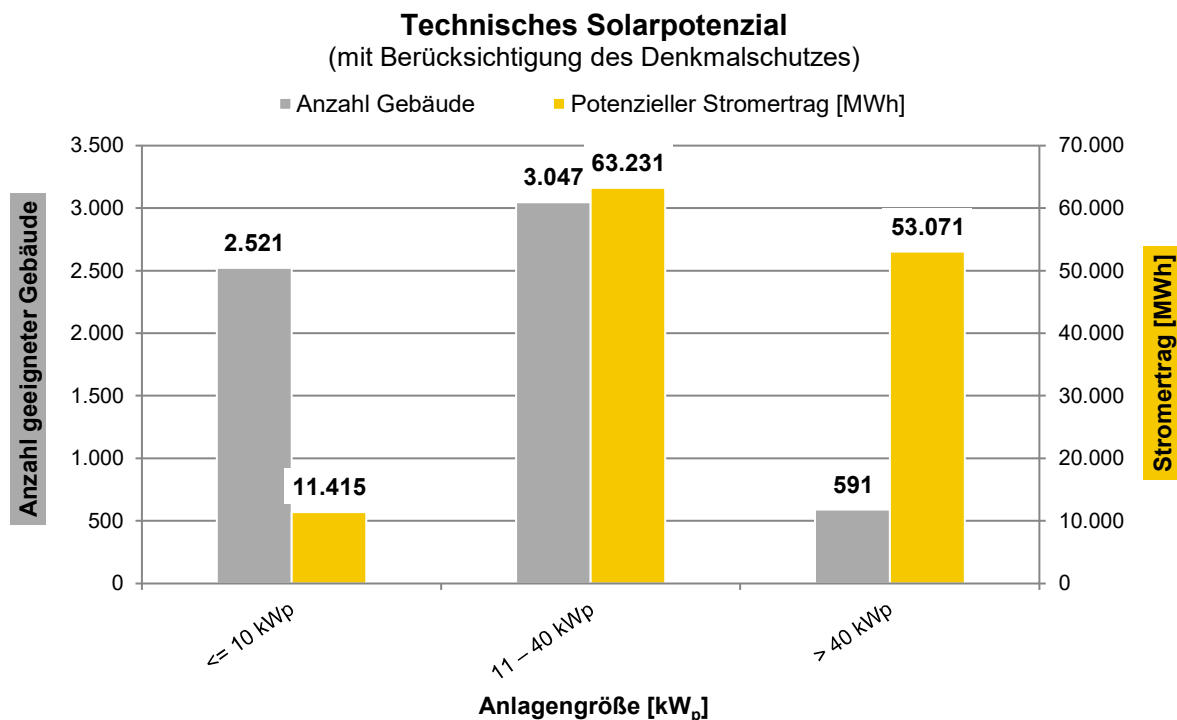


Abb. 83: Anzahl und Stromerzeugungspotenzial möglicher PV-Dachanlagen nach Gebäudenutzung

Der durch die Photovoltaik erzeugte Strom spielt zukünftig eine wesentliche Rolle hinsichtlich des Betriebs von Wärmepumpen und der dezentralen Erzeugung synthetischer Brennstoffe, insbesondere weil in den Frühjahrs- und Sommermonaten mit Stromüberschüssen im bundesdeutschen Netz durch den Ausbau der erneuerbaren Energien zu rechnen ist.

Neben der Belegung von Gebäudeflächen (Dach, Fassade) besteht zudem die Möglichkeit, Photovoltaikanlagen auch als Freiflächenanlagen auszuführen. Je nach Gegebenheiten können diese auch als Agri-PV-Anlagen ausgeführt werden, wobei hier die Fläche weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden kann. Auch Parkplätze können mit aufgeständerten PV-Modulen überbaut werden. Zudem gibt es weitere Sonderformen wie beispielsweise schwimmende PV-Anlagen auf Gewässerflächen. In der Freifläche können je nach Solarstrahlung, Moduleffizienz, Modulausrichtung und Belegungsdichte Flächenerträge von rund 700 bis 1.200 MWh/a je Hektar Landfläche erreicht werden.

Wie schon in Abschnitt 3.2.1 beschrieben, sind im Regionalplan Freiflächen für solar Energieerzeugung ausgewiesen. Bei einem Ansatz von 1.000 MWh/a je Hektar ergibt sich für die Vorrangflächen folgende potenzielle Solarstromerträge:

	Freifläche	Photovoltaikpotenzial
PC29	4,6ha	4.600 MWh/a
PC30	2ha	2.000 MWh/a
PC31	2,5ha	2.500 MWh/a
PC32	7,5ha	7.500 MWh/a
PC33	5,2ha	5.200 MWh/a
PC34	0,9ha	900 MWh/a
PC36	8,1ha	8.100 MWh/a
PC10	8,8ha	8.800 MWh/a
SUMME	39,6ha	39.600 MWh/a

Tabelle 10: Theoretisches Photovoltaikpotenzial Vorbehaltsgebiete

Die ermittelte Gesamtgröße der ausgewiesenen Freiflächen beläuft sich auf rund 40 ha. Das entspräche einer möglichen Photovoltaikleistung bei Ost-West-Ausrichtung von rund 40 MW_p.

Das ausschöpfbare Potenzial der jährlichen Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen auf den ausgewiesenen Freiflächen liegt insgesamt bei bis zu rund

40.000 MWh.

3.3.2 Windkraft

Die Vorhaben im Energie- und Wärmesektor (zunehmende Umstellung auf elektrische Wärmepumpen, Produktion von grünem Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen) bewirken, ebenso wie auch die Vorhaben im Verkehrssektor (Elektromobilität etc.), deutliche Steigerungen des Strombedarfs. Um die Ziele des Klimaschutzes durch diese Vorhaben zu erreichen, wird für diese Anwendungen regenerativ erzeugter Strom benötigt. Neben der Verdrängung aktuell fossiler Erzeugungsanlagen bedarf es auch zur Deckung dieses steigenden Strombedarfs eines verstärkten Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung.

Eine heutige Windkraftanlage mit einem Flächenverbrauch von < 1 ha kann in passender Lage mehr als 10.000 MWh/a Strom erzeugen. Im KlimaG BW ist eine Flächenausweisung von 2 % für Photovoltaik und Windenergie vorgesehen. Diese Ausweisung von Vorranggebieten wurde vom Regionalverband Nordschwarzwald umgesetzt.

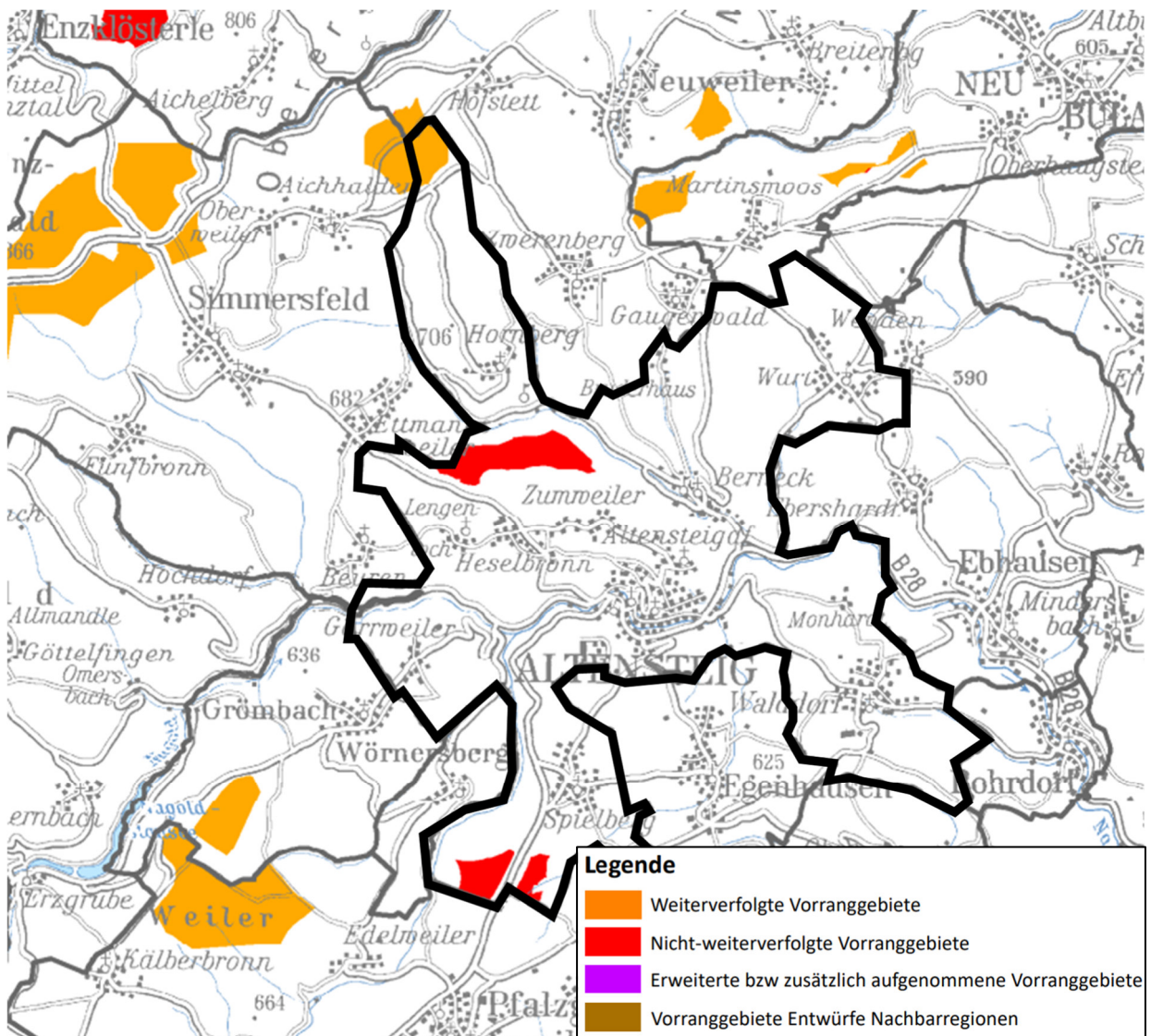


Abb. 84: Ausschnitt aus Teilregionalplan Windenergie, Region Nordschwarzwald

(Quelle: Regionalverband Nordschwarzwald)

Für Altensteig wurden vier Vorranggebiete ausgewiesen, wobei nur eine im Norden von Hornberg weiterverfolgt wird. Die Fläche befindet sich auf den Gemarkungen Altensteig, Simmersfeld und Neuweiler und weist eine Größe von 130 ha auf

Die Karte der Windleistungsdichte des Energieatlas BW weist ein mittleres Potenzial für die Entwicklung von Windkraftanlagen auf den Anhöhen der Gemarkung Altensteig auf. Nördlich von Hornberg herrscht die höchste Windleistungsdichte.

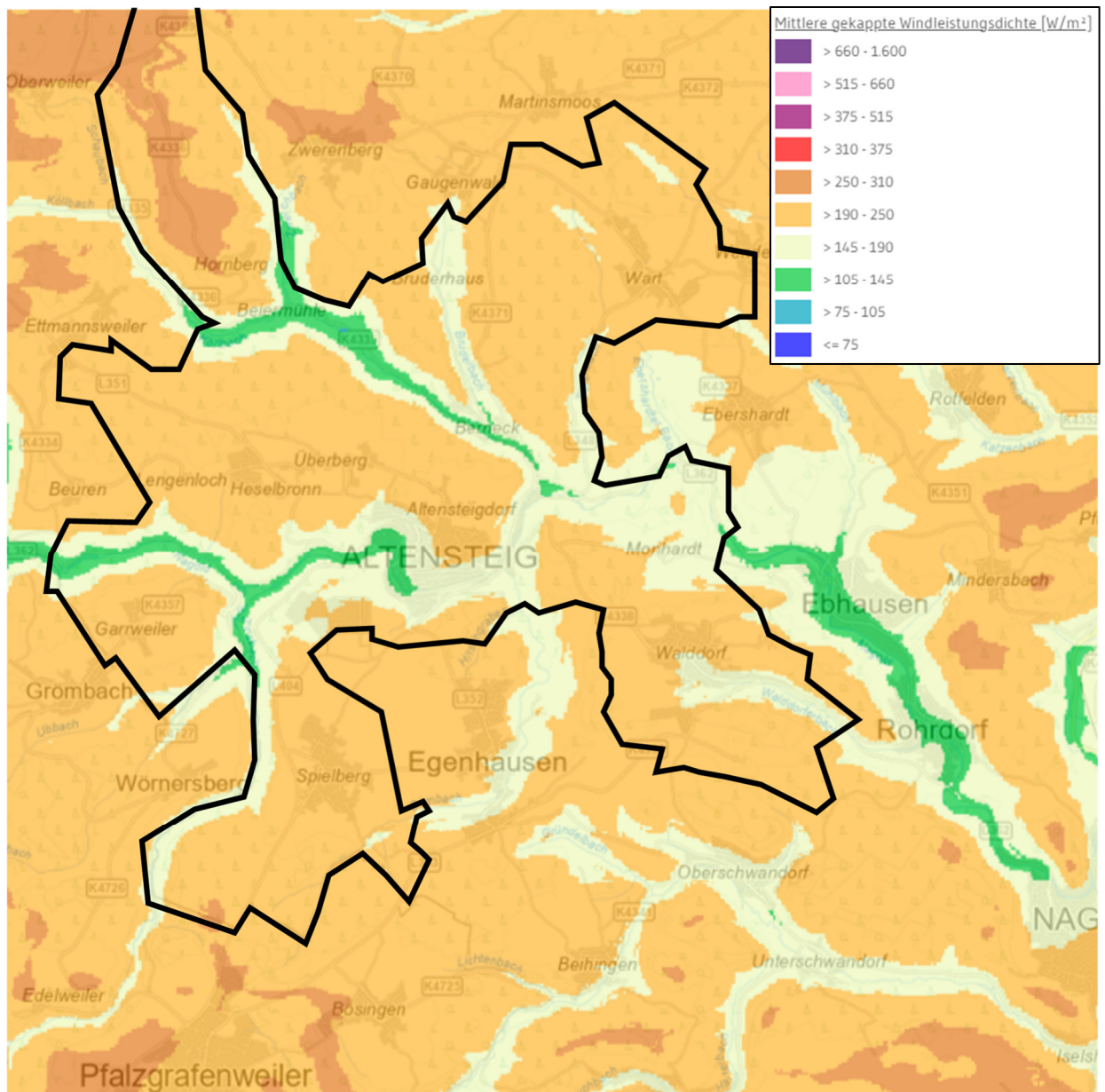


Abb. 85: mittlere gekappte Windleistungsdichte

(Quelle: Energieatlas BW)

4. Beteiligungsprozess

Die Öffentlichkeit wurde über die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung informiert, unter anderem auf der Internetseite der Stadtwerke Altensteig.



Abb. 86: Internetauftritt

(Quelle: Stadtwerke Altensteig)

Der laufende Prozess wurde im Rahmen von Jour-fixe-Terminen zwischen Vertretern der Stadtwerke, der Smart Geomatics GmbH und der IBS Ingenieurgesellschaft mbH abgestimmt.

Die Stadtverwaltung und die Gemeinderatsfraktionen bzw. Gemeinderäte wurden im Rahmen einer Präsentation am 10. März 2026 vor dem Bau- und Umweltausschuss informiert und konnten in diesem Zuge Einfluss auf die finale Bearbeitung nehmen.



Abb. 87: Deckblatt Präsentation von Zwischenergebnissen vor dem Bau- und Umweltausschuss

Im Zuge einer Ergebnispräsentation vor dem Gemeinderat, wurden am 24. März 2026 in öffentlicher Sitzung die Ergebnisse der Wärmeplanung vorgestellt und seitens des Gemeinderates beschlossen. In der Folge soll der Abschlussbericht auf der städtischen Webseite und der Webseite der Stadtwerke veröffentlicht und im Rathaus zur Bürgereinsicht ausgelegt werden.

Die im Rahmen der Erstellung dieser Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Altensteig in diesem Abschlussbericht zusammengestellten Ergebnisse werden in Form von Kennzahlen an das Regierungspräsidium übermittelt. Die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung kann damit im Frühjahr 2026 abgeschlossen werden.

PLATZHALTER AUSHANG RATHAUS

Abb. 88: Öffentliche Auslage Rathaus

(Quelle: Stadt Altensteig)

5. Zielszenario

5.1 Flächenhafte Darstellung der geplanten Versorgungsstruktur

Die Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung kann sowohl dezentral mit Einzelheizungen als auch über Wärmenetze erfolgen.

Wesentliches Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Klassifizierung von Teilbereichen des Stadtgebietes, in denen sich aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen Nah- oder Fernwärmenetze realisieren ließen. Grundlage der Bewertung sind insbesondere die Wärmebedarfsdichte und strategische Überlegungen zum Zusammenschluss von Inselnetzen sowie die Einbindung der ermittelten Wärmeerzeugungspotenziale in das Netz.

Wichtige Indikatoren für die Ableitung geeigneter Gebiete für die Wärmeversorgung sind die Siedlungsstruktur, Wärmenetze im Bestand sowie die Wärmedichte auf Baublock- und Straßenabschnittsebene.

Gleichzeitig ergeben sich Bereiche, in denen – aus heutiger Sicht – der Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgungsinfrastruktur im Aufwand/Nutzen-Verhältnis bzw. aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich erscheint. Diese Bereiche werden als „Einzelheizungsgebiete“ ausgewiesen, in denen die Gebäude auch in Zukunft über eigene, mit regenerativen Quellen betriebene Einzelheizungen versorgt werden müssen. Hierzu zählen insbesondere Neubaugebiete und andere Bereiche mit geringerer Wärmedichte. Auch Außenbereiche mit in sich zwar hoher Wärmedichte jedoch ohne eigenes Erzeugungspotenzial, die nur mit einer langen Zuleitung mit Fernwärme versorgt werden könnten, sind ggf. als „Einzelheizungsgebiet“ zu klassifizieren.

In enger Abstimmung mit den Stadtwerken wurde auch die grundsätzliche Realisierbarkeit als wichtiges Kriterium in die Ausweisung von „Eignungsgebieten“ mit einbezogen.

Grundsätzlich soll diese Einteilung jedoch weder ein homogenes Vorgehen innerhalb der Eignungsgebiete vorgeben, noch handelt es sich um endgültig festgelegte Rahmenbedingungen und Begrenzungen. Abhängig von technischen, wirtschaftlichen, kapazitiven und sozialen Aspekten ist hier im weiteren Prozess mit möglichen Änderungen und Konkretisierungen zu rechnen.

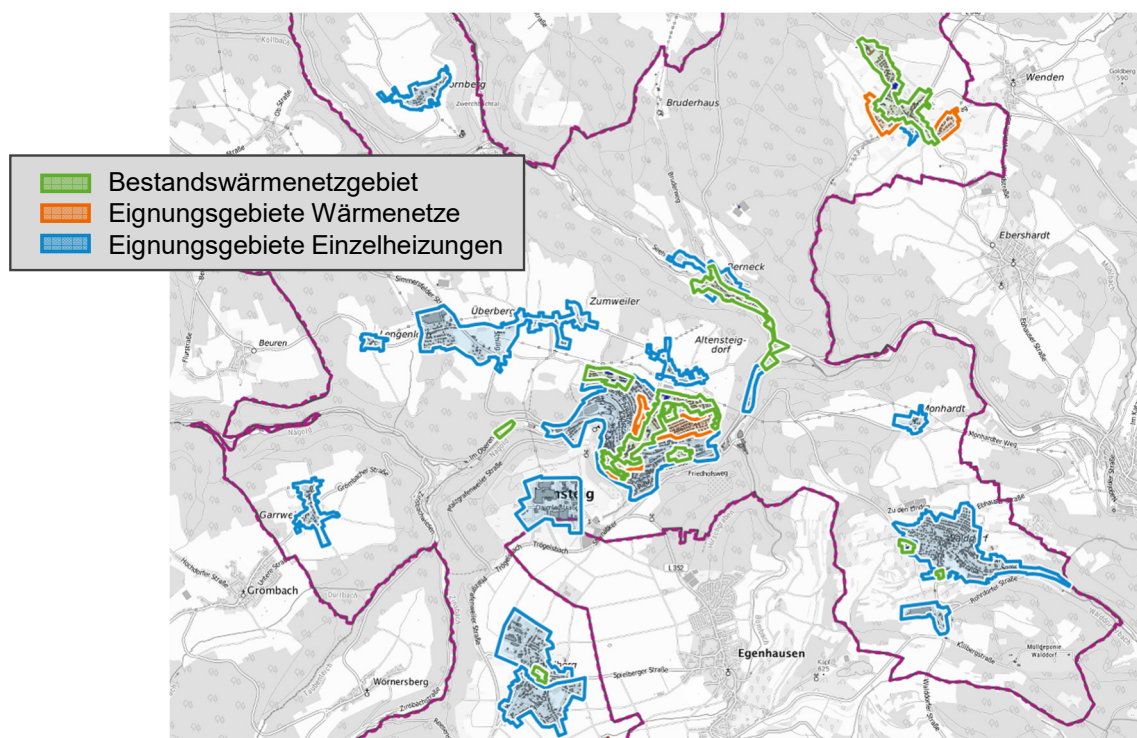


Abb. 89: Bestandswärmenetze und Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen, Gesamtmarkung

Auf den folgenden Seiten werden die Eignungsgebiete in den Teilorten nochmals detailliert dargestellt:

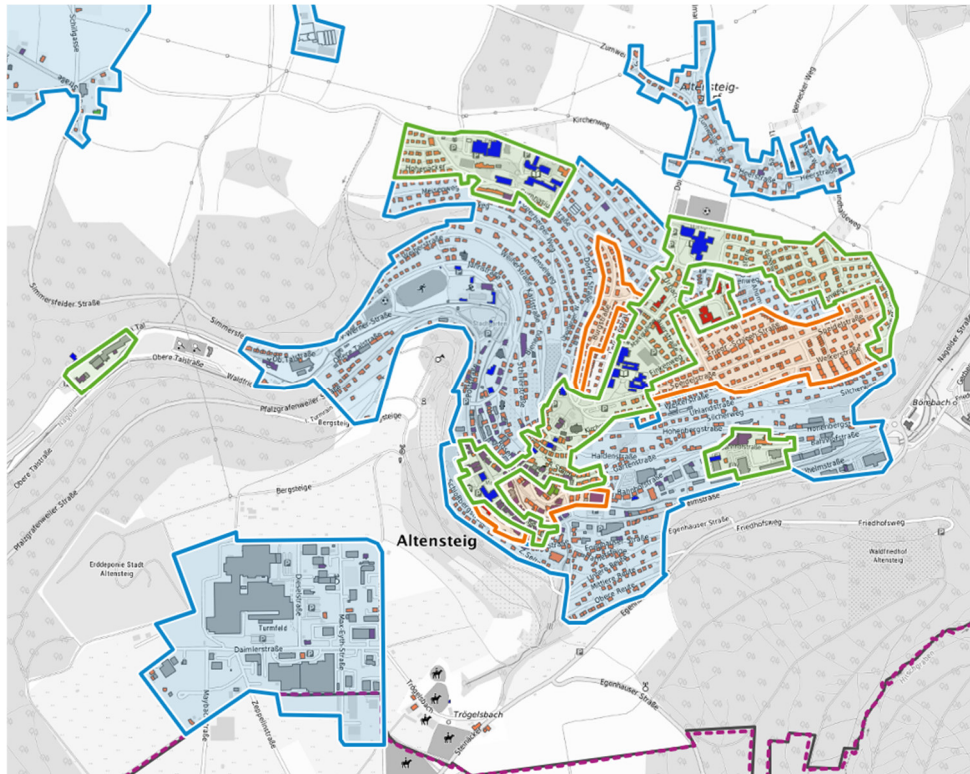


Abb. 90: Eignungsgebiete Kernstadt

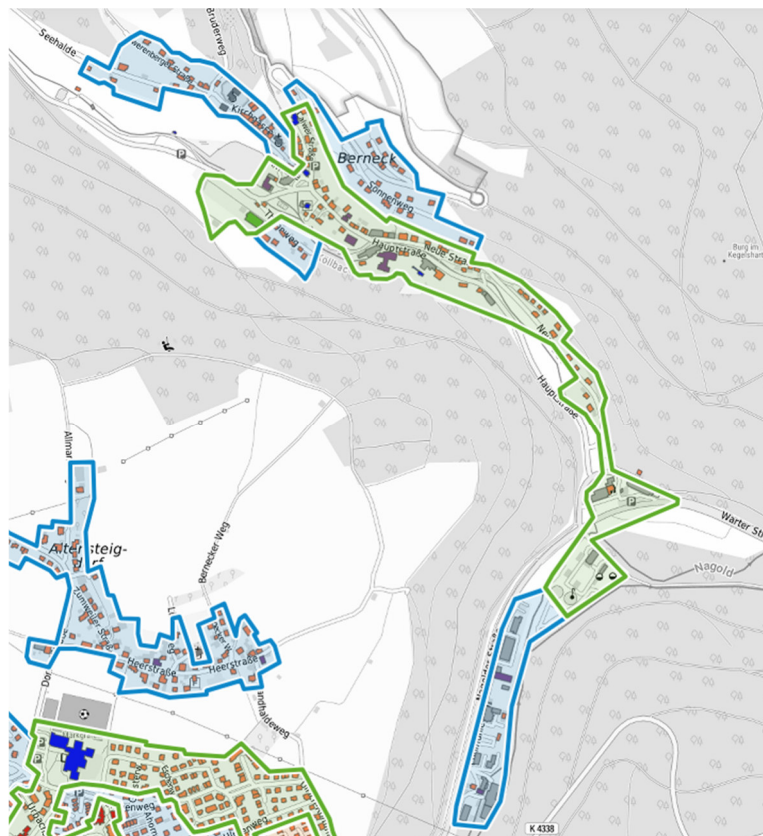


Abb. 91: Eignungsgebiete Berneck

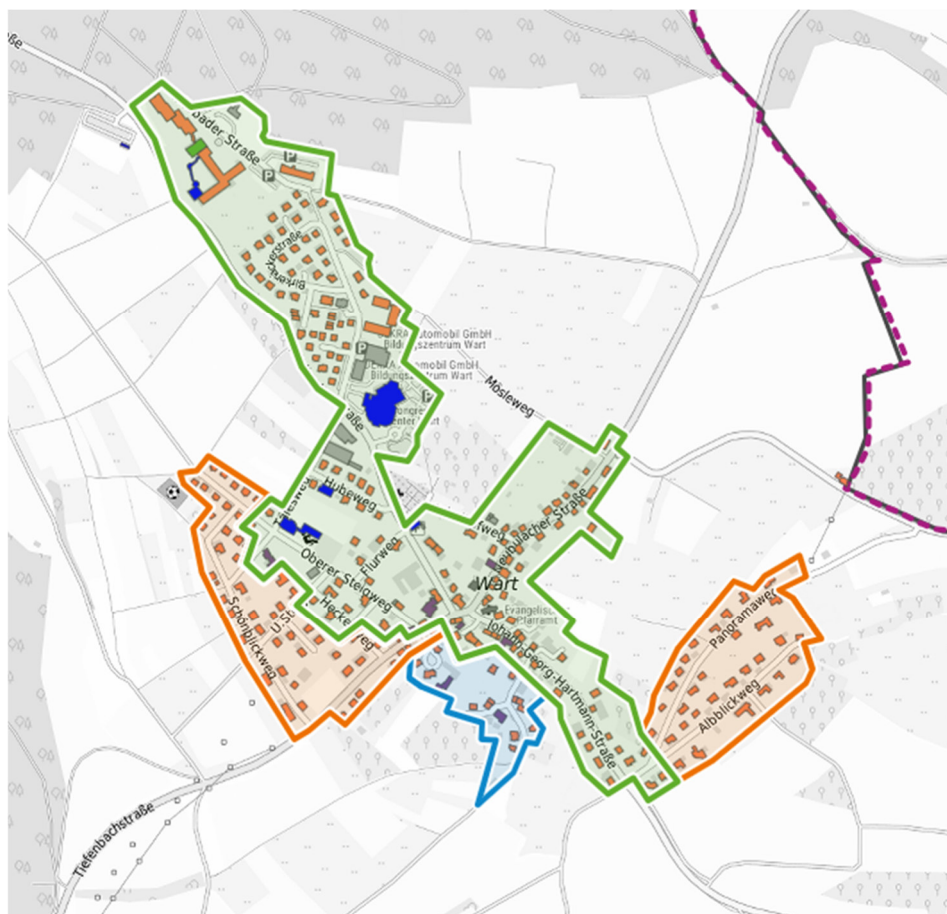


Abb. 92: Eignungsgebiete Wart

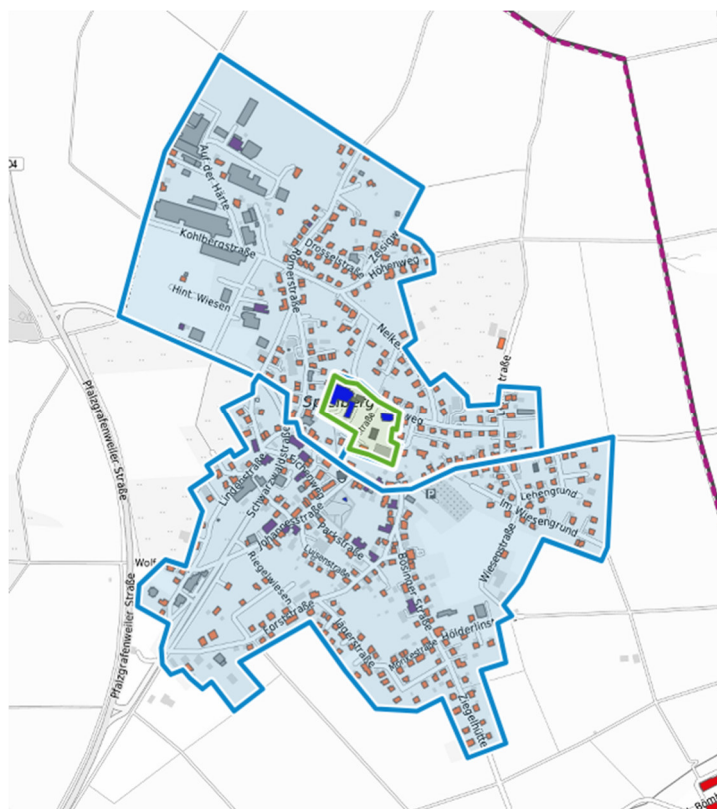


Abb. 93: Eignungsgebiete Spielberg

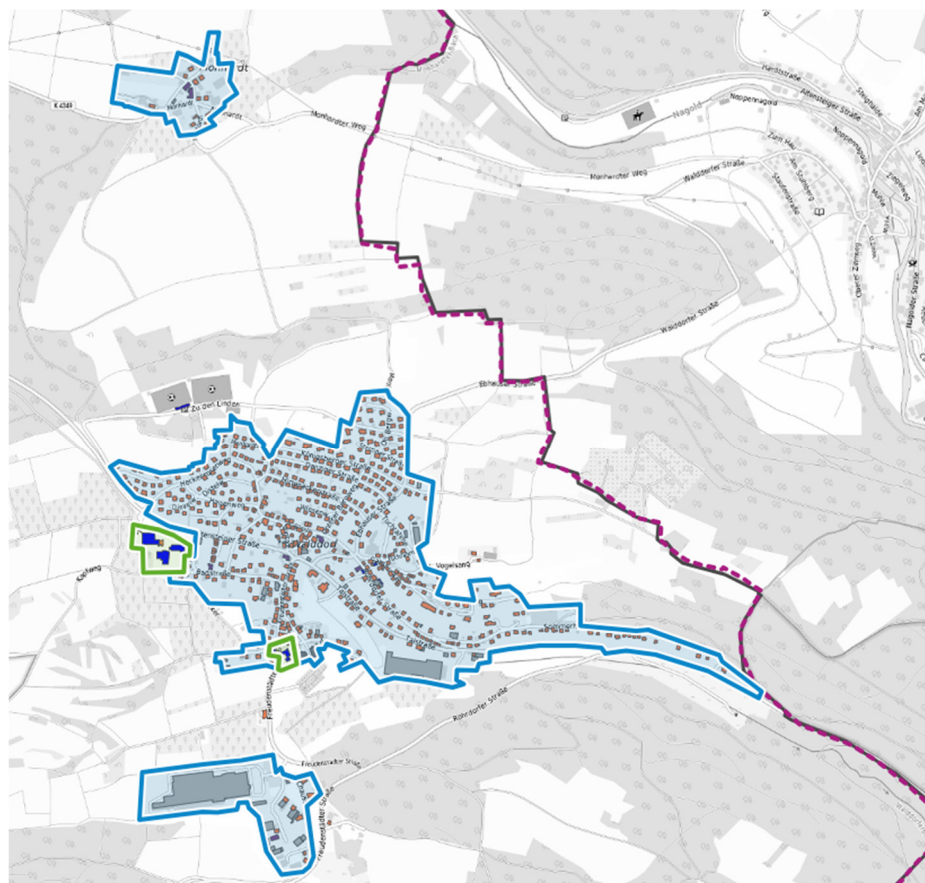


Abb. 94: Eignungsgebiete Waldorf und Monhardt

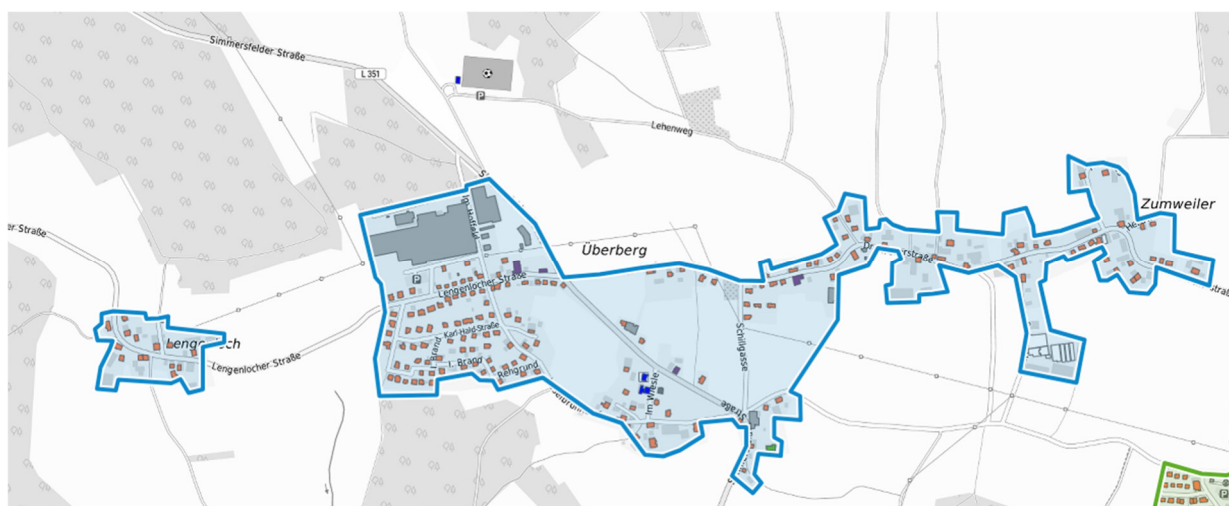


Abb. 95: Eignungsgebiete Überberg und Zumweiler

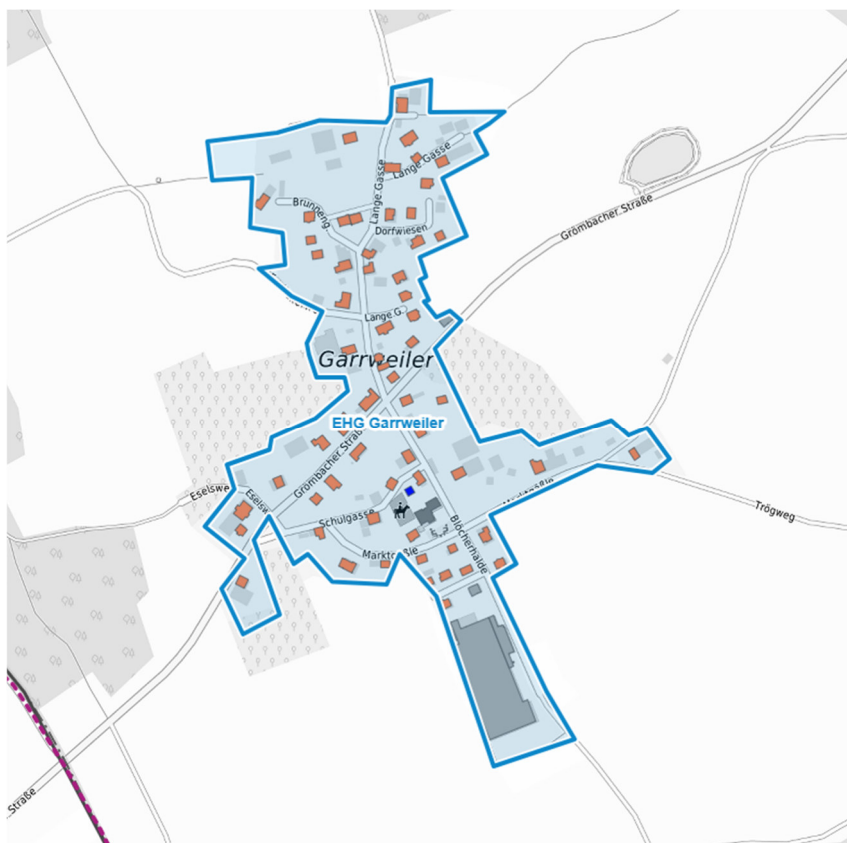


Abb. 96: Eignungsgebiete Garrweiler

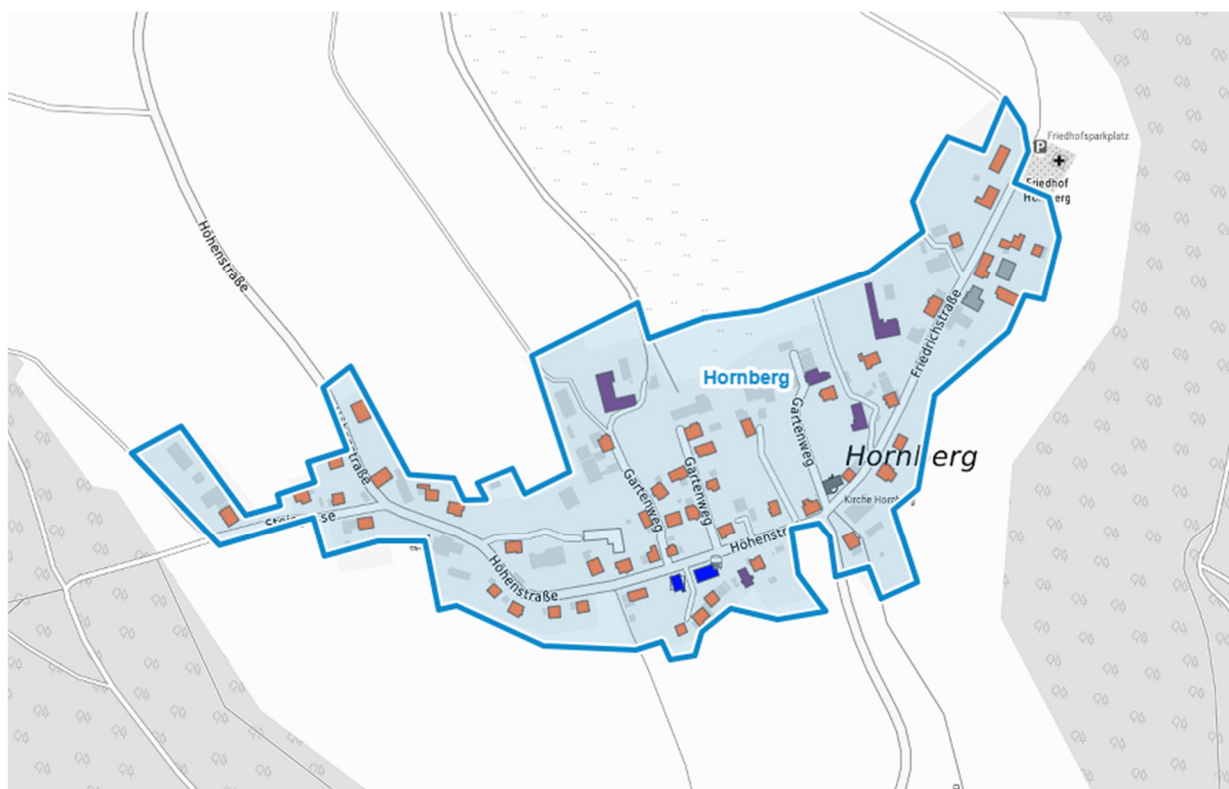


Abb. 97: Eignungsgebiete Hornberg

5.1.1 Eignungsgebiete Wärmenetze

Der Ausbau von Wärmenetzen wird in der Zukunft eine deutlich größere Rolle spielen als in den vergangenen Jahrzehnten. Wärmenetze haben eine Lebensdauer von rund 50 Jahren und können unabhängig von der Art der Erzeugungseinheit Wärme bereitstellen. Die eingesetzten Erzeugungseinheiten können vorwiegend mit erneuerbaren Energien betrieben werden, sodass einige wenige Heizzentralen viele Verbraucher versorgen und direkt mit umweltfreundlicher Wärme beliefern können. Zudem können in Wärmenetzen erneuerbare Erzeugungspotenziale genutzt werden, die in dezentralen Einzelheizungen nicht anwendbar sind (beispielsweise Abwasserwärme, Biomasse schlechterer Qualitäten u. a. m.)

Gleichzeitig bieten die Heizzentralen die Möglichkeit zum Einsatz von stromerzeugenden Gasmotoren (BHKW), deren Abwärme in den Wärmenetzen genutzt werden kann. Werden Biomethan, Biogas oder in Zukunft synthetische Kraftstoffe für den BHKW-Betrieb genutzt, ist deren CO₂-Bilanz sogar negativ, da der dezentral erzeugte Strom bedarfsgerecht produziert und somit Kohlestrom verdrängen bzw. ersetzen kann. Weiterhin können BHKW ad hoc dem Stromnetz zu- und abgeschaltet werden und dadurch Schwankungen im Stromnetz reduzieren.

Fernwärmesysteme bieten zudem die Möglichkeit, auf technische Neuerungen und Veränderungen an den Energiemärkten an zentraler Stelle durch Zu- oder Umbauten in der Heizzentrale reagieren zu können, ohne in jedem Gebäude einzeln die Wärmeerzeugung erneuern zu müssen. Zudem können in Heizzentralen mehrere Erzeugungsarten effizient miteinander kombiniert und betrieben werden. Mehrere Standbeine der Erzeugung können dabei durch flexible Einsatzmöglichkeiten auch zur Absicherung des Preisniveaus bei Marktveränderungen beitragen. Für Kunden und Kundinnen bietet die Fernwärme den Komfort, sich weder um gesetzliche Anforderungen an die Wärmeerzeugung noch um eine eigene Heizungsanlage kümmern zu müssen. Auch entfällt der Kostenaufwand zukünftiger Heizungserneuerungen und es können, gegebenenfalls, bislang durch Öllager, Kesselanlage o. ä. belegte Räumlichkeiten anderweitig genutzt werden.

Inwiefern sich Wärmenetze in den Eignungsgebieten tatsächlich wirtschaftlich realisieren lassen, muss in einer der Wärmeplanung nachgelagerten Untersuchung durch eine Projektentwicklung bzw. einen Wärmenetzbetreiber geprüft werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung konnten die Stadtgebiete mit höheren durchschnittlichen Wärmedichten identifiziert werden. Bei diesen Gebieten handelt es sich vornehmlich um Gebiete dichter bebauter mit Gebäuden überwiegend älteren Baujahrs sowie überdurchschnittlicher Größe. Gebiete mit hohen Wärmedichten weisen günstigere wirtschaftliche Bedingungen für Wärmenetze auf, da hier größere Wärmemengen je Trassenabschnitt transportiert und abgegeben werden und die Infrastruktur damit mit guter Auslastung genutzt werden kann. Letztendlich ist dabei jedoch auch entscheidend, wie viele der Gebäude entlang der Trassen angeschlossen werden, wie aufwändig die Verlegung ist, wo Standorte für Heizzentralen möglich sind und welche Erzeugungspotenziale genutzt werden können.

Im Bereich der Fernwärmeeignung werden immer Gebietszusammenhänge erfasst. Die Weiterentwicklung von bestehenden Netzen mit bereits vorhandener Wärmeerzeugung stellt sich zumeist einfacher dar als der Neuaufbau einer Wärmeversorgung. Zudem kann die Wärme in Heizzentralen mit größeren Erzeugungsmengen häufig kostengünstiger erfolgen (Skalierungseffekte) als in kleinen Heizzentralen für Inselnetze. So finden sich auch innerhalb von Fernwärmeeignungsgebieten beispielsweise Straßenzüge mit Einfamilienhaus- oder Reihenhausbauung geringer Wärmedichte, die bei entsprechendem Anschlussinteresse aufgrund ihrer Lage ohne größeren Aufwand mit erschlossen werden können.

Trotz allem kann es sich aus der Vielzahl an Einflussfaktoren auch ergeben, dass außerhalb dieser Gebiete eine Wärmeversorgung sinnvoll umsetzbar wird oder Planungen innerhalb der ausgewiesenen Gebiete nicht zum Tragen kommen. So sind bereits in der Vergangenheit vielfach Nahwärmeversorgungen in kleineren Ortschaften umgesetzt worden. Oft führten hierbei, trotz geringerer Wärmedichten, positive Faktoren wie eine hohe Anschlussquote, eine

engagierte Bürgerschaft oder engagierte andere Akteure, günstig nutzbare Wärmepotenziale oder die Verfügbarkeit von Platz zur Wärmerzeugung zu einer erfolgreichen Umsetzung.

Für das Szenario 2040 wird von einer Anschlussquote von 70 % in den Eignungsgebieten ausgegangen. Gleichzeitig wird eine Reduktion des Wärmebedarfs der Gebäude infolge Modernisierungsmaßnahmen vorausgesetzt. Dabei wird angenommen, dass die Hälfte des möglichen Einsparpotenzials bis zur Vollsaniierung erreicht wird.

Das Zielfoto 2040 umfasst eine Nutzwärmeabgabe über die Fernwärmenetze von rund

25.000 MWh/a

Unter Annahme einer Umsetzung von Wärmenetzen in den Eignungsgebieten müsste bis 2040 insgesamt Netzabschnitte mit einer Gesamtlänge der Hauptleitungen (exkl. Hausanschlüsse) von rund 4,7 km verlegt werden. Diese teilen sich auf drei Netzabschnitte in Wart und vier Netzabschnitte in der Kernstadt auf.

Im Folgenden werden Trassenführungen und Leitungslängen der bis 2040 vorgesehenen, hinzukommenden Wärmenetzabschnitte dargestellt:

Im **Stadtteil Wart** werden zwei Eignungsgebiete ausgewiesen („Südwest“ und „Südost“). Im Eignungsgebiet „Südwest“ werden zwei Netzabschnitte realisiert. Möglich wäre hier der Anschluss von bis zu 51 Gebäuden, die in Summe einen Heizwärmebedarf von rd. 1.300 MWh aufweisen. Im Eignungsgebiet „Südost“ wäre der Anschluss von bis zu 33 Gebäuden bei einem kumulierten Wärmebedarf von rd. 990 MWh. In einer wirtschaftlichen Betrachtung sowie in den energetischen Bewertungen zum Jahr 2040 wird jedoch lediglich eine Anschlussquote von 70 % berücksichtigt. Die Länge der berücksichtigten Hauptleitungen liegt in Wart bei rund 1,7 km.

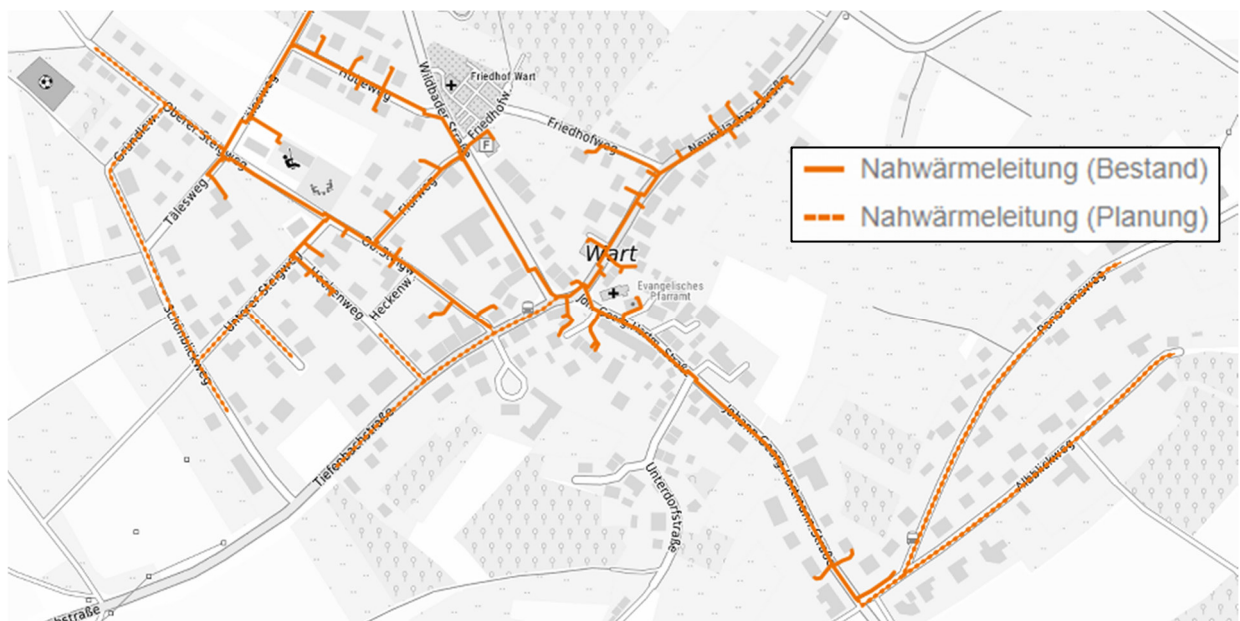


Abb. 98: Bestehende Trasse und mögliche Trassenerweiterung in Wart

In der **Kernstadt** werden vier Eignungsgebiete ausgewiesen („Brunnenhäusle“, „Rosenstraße/Forum“, „Burgstraße“ und „Altensteig Ost“). In jedem der Gebiete wird jeweils ein Netzabschnitt realisiert.

Im Eignungsgebiet „Brunnenhäusle“ wäre der Anschluss von drei größeren Gebäuden bei einem Heizwärmebedarf von rd. 335 MWh möglich. Im Eignungsgebiet „Bahnhofstraße/Forum“ wäre der Anschluss von bis zu 21 Gebäuden mit einem kumulierten Wärmebedarf von rd. 1.230 MWh möglich. Zusammengenommen liegt die hier berücksichtigte Länge der Hauptleitungen bei rd. 0,5 km.

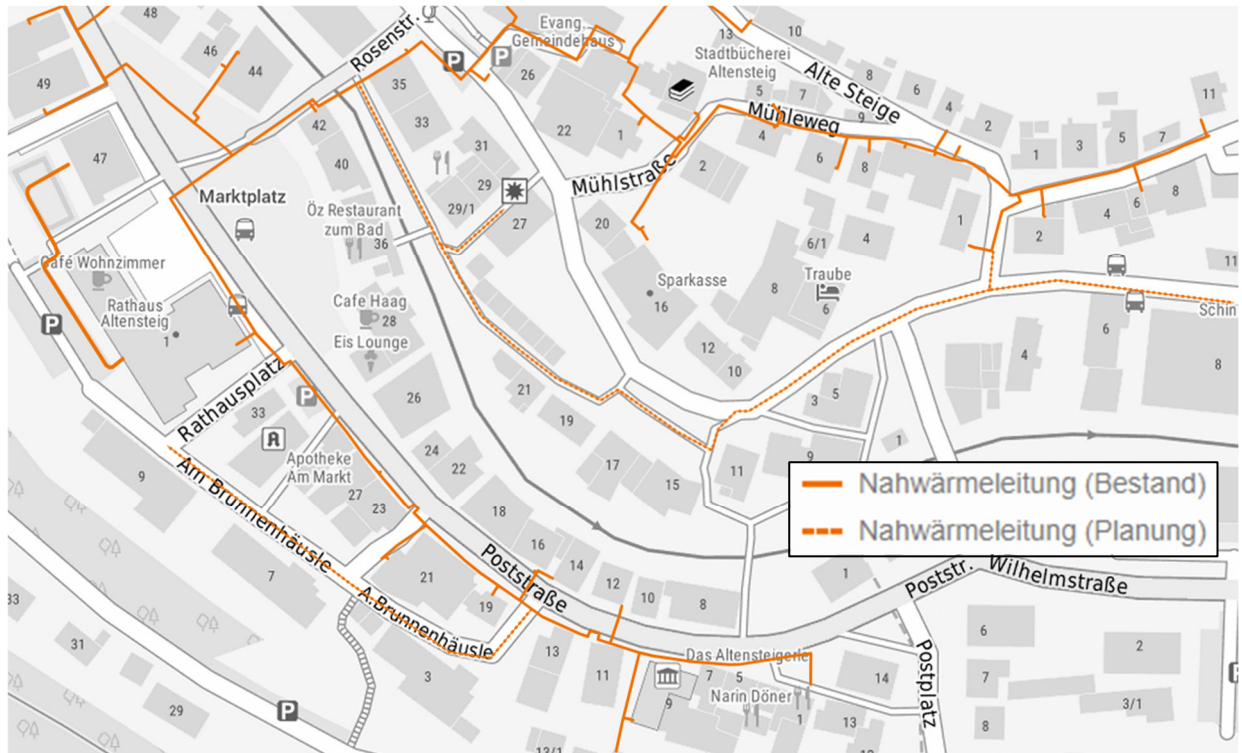


Abb. 99: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung in den Bereichen „Brunnenhäusle“ und „Rosenstraße/Forum“

Im Eignungsgebiet „Altensteig Ost“ wäre der Anschluss von etwa 142 Gebäuden möglich, die einen kumulierten Wärmebedarf von rd. 5.160 MWh aufweisen. Die Länge der Hauptleitungen liegt hier bei etwa 1,9 km.

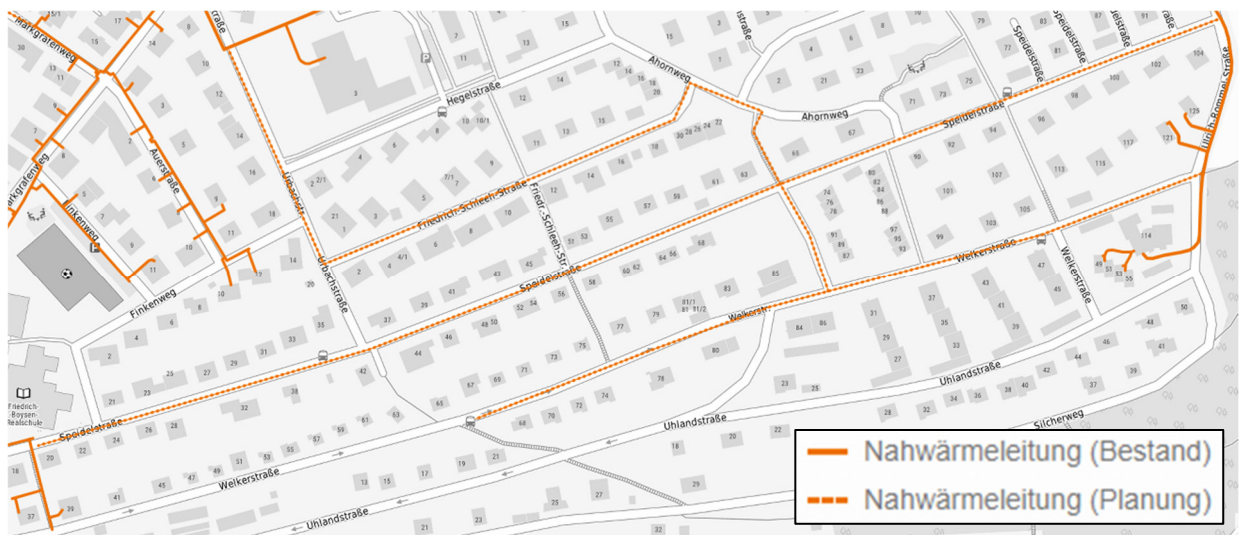


Abb. 100: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung im Bereich „Altensteig Ost“

Durch die Netzerweiterung im Bereich „Burgstraße“ wäre der Anschluss von rd. 60 Gebäuden möglich. Insgesamt weisen die anschließbaren Gebäude hier einen Wärmebedarf von rd. 1.400 MWh auf. Die Hauptleitungslänge beträgt rd. 0,6 km.

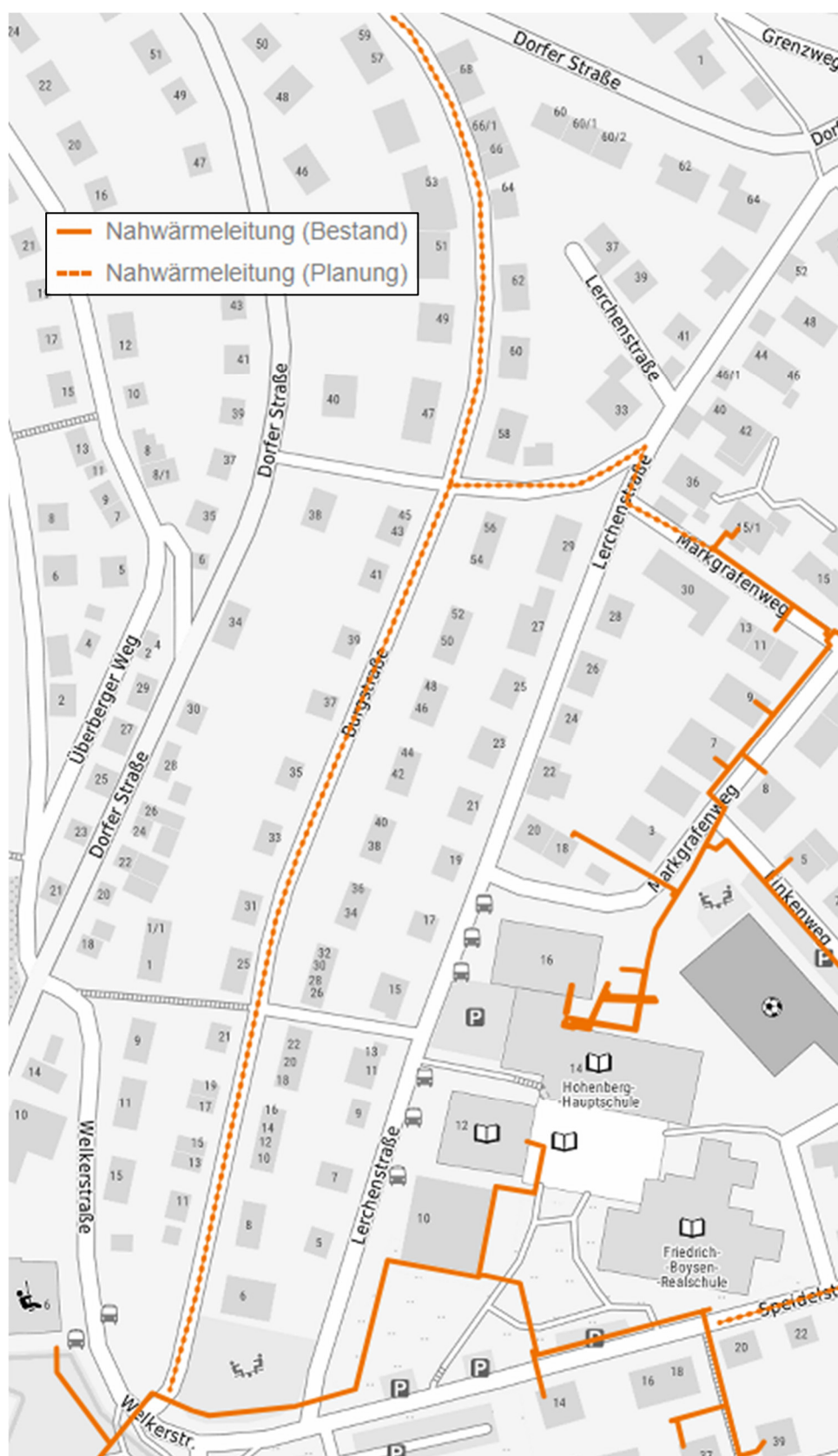


Abb. 101: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung im Bereich „Burgstraße“

In einer wirtschaftlichen Betrachtung sowie in den energetischen Bewertungen zum Jahr 2040 wird für die hinzukommenden Netzabschnitte in der Kernstadt eine Anschlussquote von 70 % berücksichtigt. Die Länge der berücksichtigten Hauptleitungen liegt in der Kernstadt bei rund 3 km.

5.1.2 Eignungsgebiete Einzelheizungen

In Gebieten, die sich nicht oder nachrangig für Fernwärmesysteme eignen⁸, muss die Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeerzeugung dezentral erfolgen. Hierbei können, je nach Gegebenheiten und persönlichen Wünschen, verschiedene Erzeugungsarten zum Einsatz kommen. Da erneuerbar erzeugter Strom ein großes Ausbaupotenzial aufweist und Umweltwärme weitgehend unbegrenzt verfügbar ist, richtet sich der Fokus insbesondere auf den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen. Je nach örtlichen Gegebenheiten können dabei verschiedene Wärmequellen genutzt werden. In der Einzelobjektversorgung kommen vornehmlich die Außenluft, oberflächennahe Geothermie in Form von Grundwasser oder Erdsonden zum Einsatz. Jedoch können Wärmepumpen nicht in allen Gebäuden eingesetzt werden. Grund hierfür können technische Gegebenheiten und Anforderungen, der Zugriff auf eine Wärmequelle, die Verfügbarkeit eines Aufstellplatzes o. ä. sein. In diesen Bereichen kann beispielsweise Biomasse (Holzpellets, Hackschnitzel, Scheitholz) zum Einsatz kommen. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Biomasse wird im Zielfoto von einem Anteil Biomasse bei den Einzelheizungen ausgegangen (s. Abschnitt 5.3.2). Es wird davon ausgegangen, dass die Biomasseheizungen durch Solarthermieranlagen Power-to-Heat für den Sommerbetrieb ergänzt werden. Von einer Versorgung der privaten Haushalte mit Wasserstoff wird nicht ausgegangen. Es wird davon ausgegangen, dass für private Wohngebäude leitungsgebundener Wasserstoff bis 2040 nicht zugänglich sein wird.

Bezogen auf Altensteig müssten bis zum Zieljahr - neben den Wärmenetzanschlüssen - rund 150 Heizungsanlagen pro Jahr modernisiert werden.

Das Zielfoto 2040 umfasst eine Nutzwärmeabgabe über die Einzelheizungen von rund

58.000 MWh/a.

5.2 Umsetzungsfahrplan / Zielsetzung

Neben der Transformation der bestehenden Energiezentralen hin zu einem höheren und dann vollständigen Anteil an erneuerbarer Energie, ist aus den Eignungsgebieten für Fernwärme ein ambitionierter Fahrplan zur Realisierung der notwendigen Infrastrukturmaßnahmen abzuleiten.

Zielsetzung ist eine Realisierung bis zum Jahr 2040 bzw. eine, auf regenerativen Energieträgern beruhende Wärmeversorgung der Gebäude bis zum Jahr 2040.

Für den Bereich der Fernwärme-Eignungsgebiete ist in der Kernstadt hierbei der Ausbau des Wärmenetzes eng mit der Erschließung von Wärmepotenzialen bzw. der Erweiterung von Heizzentralen abzustimmen. In Wart können die Erweiterungsgebiete aus dem Bestand versorgt werden. Der Zusammenschluss von Netzabschnitten bringt eine Flexibilisierung der Erzeugerlaufzeiten mit sich und kann somit einen Beitrag zur Transformation der derzeitigen Wärmeerzeugung leisten. Ausgehend von Bestandsnetzen kann die Fernwärme-Infrastruktur schneller ausgebaut werden.

Bezogen auf die ermittelten Potenziale erneuerbarer Wärmequellen sollten der Ausbau der Fernwärmeinfrastruktur und der erneuerbaren Stromerzeugung zeitnah angegangen und die räumlich dazu verortete Infrastruktur zum Wärmetransport und der Anbindung von Endverbrauchern prioritär behandelt werden. Essenziell ist dabei auch die Standortsicherung möglicher Heizzentralen.

Dieses Kapitel stellt eine mögliche Entwicklung der Wärmenetze sowie die Entwicklung der Wärmeerzeugung dar. Die entwickelten Umsetzungsfahrpläne stellen derzeit rein theoretische Abläufe dar und basieren auf keinerlei sonstiger Grundlage oder anderen Untersuchungen.

⁸ Literatur: Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden, Dr. Max Peters, Thomas Steidle, Helmut Böhnisch, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020

5.3 Szenario 2040 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung

Die Umstellung der Wärmeerzeugung wie auch die Reduktion des Wärmeverbrauchs umfassen eine riesige Aufgabe, insbesondere unter Berücksichtigung des aktuellen Energieträgermixes und des kurzen Zeitfensters bis 2040. Jedoch zeigt sich in der Potenzialanalyse auch, dass eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung in Altensteig vorliegt, die zusammen im Mix zur Zielsetzung einer treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung 2040 beitragen können. Die Potenziale und Werkzeuge zur Umsetzung dieser Aufgabe sind vorhanden und es konnten, insbesondere für die nächsten Jahre, Handlungsfelder mit direkten Handlungsoptionen identifiziert werden. Themenfelder mit weiterem zeitlichem Ausblick können entsprechend nach den vorrangigen Handlungsfeldern auch in der vorgesehenen Fortschreibung der Wärmeplanung auf 2030 mit zukünftigen Erkenntnissen nachgeschärft werden.

Für die weiteren Berechnungen zum Zielfoto 2040 wurden aus den erhobenen Potenzialen für die Fernwärmeerzeugung folgende erneuerbare Wärmequellen berücksichtigt:

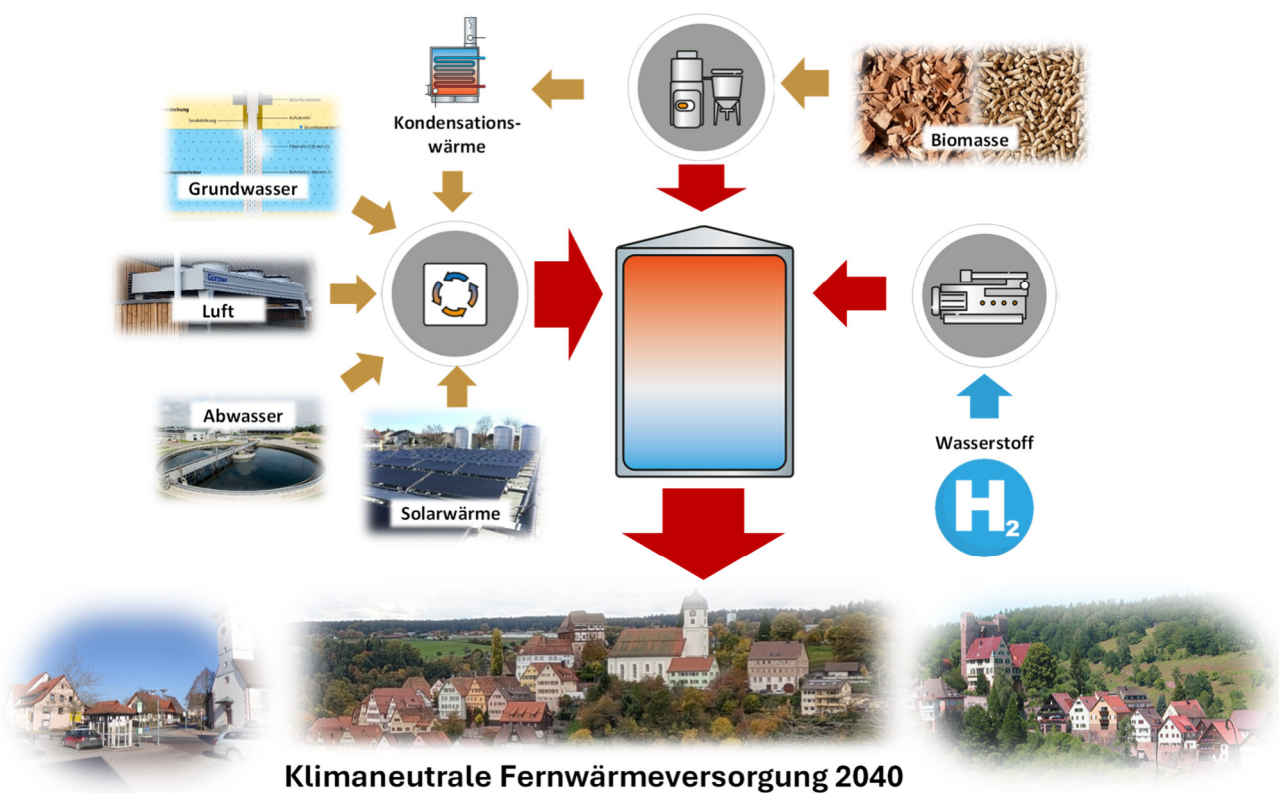


Abb. 102: Übersicht Potenzialmix zur treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung 2040

Die Grafik zeigt, dass sich das prognostizierte Erzeugerportfolio für 2040 auf Wärmepumpen mit verschiedenen Quellen, auf die Biomasse, vor allem in Wart, und auf die Umstellung von Blockheizkraftwerken auf Wasserstoff in der Hohenbergschule konzentriert.

5.3.1 Wärmeerzeugung Fernwärme

In den in Abschnitt 5.1 dargestellten Fernwärmeeignungsgebieten wird davon ausgegangen, dass bis 2040 rund 70 % der Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Innerhalb der Gebiete kann es sein, dass in manchen Bereichen oder Straßenzügen deutlich höhere Anschlussquoten erreicht werden, während andere Gebiete geringere Beteiligungswerte aufweisen oder bei zu geringem Interesse in Teilgebieten keine Wärmeleitungen gelegt werden können. Wird ein energetisch zu 50 % modernisierter Gebäudebestand bis 2040 erreicht, entfällt auf die angeschlossenen Gebäude ein Gesamtwärmebedarf von rund 25.000 MWh/a bei insgesamt rund 430 neu zu verlegenden Gebäudeanschlüssen. Dies entspricht bis 2040 rund 30 neuen Anschlüssen pro Jahr. Zur Versorgung all dieser Gebäude bedarf es 2040 einer Wärmeerzeugung in den Heizzentralen von rund 27.300 MWh/a.

Für die Wärmenetze Altstadt/Sonnenhalde, Gymnasium/Hohenäcker, Wart und Berneck wurden anhand der ermittelten Potenziale und dem prognostizierte Netzausbau Wärmebilanzen simuliert.

5.3.1.1 Verbundwärmenetz Altensteig

Für die Wärmenetze Altstadt/Sonnenhalde und Gymnasium/Hohenäcker wird von einem Zusammenschluss zu einem Verbundnetz Altensteig bis 2040 ausgegangen. Die prognostizierte Wärmemenge inklusive Netzverluste wird mit 15.400 MWh/a ausgewiesen.

Für das Zielfoto 2040 wird die Erschließung und Einbindung einer Abwasser-Wärmepumpe von der Kläranlage ausgegangen. Zudem könnte eines der BHKW durch eine Grundwasser-Wärmepumpe ersetzt werden. Für die Spitzenlast kann ein Pelletkessel in das Erzeugungskonzept integriert werden. Die Klimaneutralität im größten Wärmenetz von Altensteig erfolgt dann über die Umstellung der Blockheizkraftwerke auf synthetische Gase wie zum Beispiel Wasserstoff (siehe Abschnitt 3.2.4).

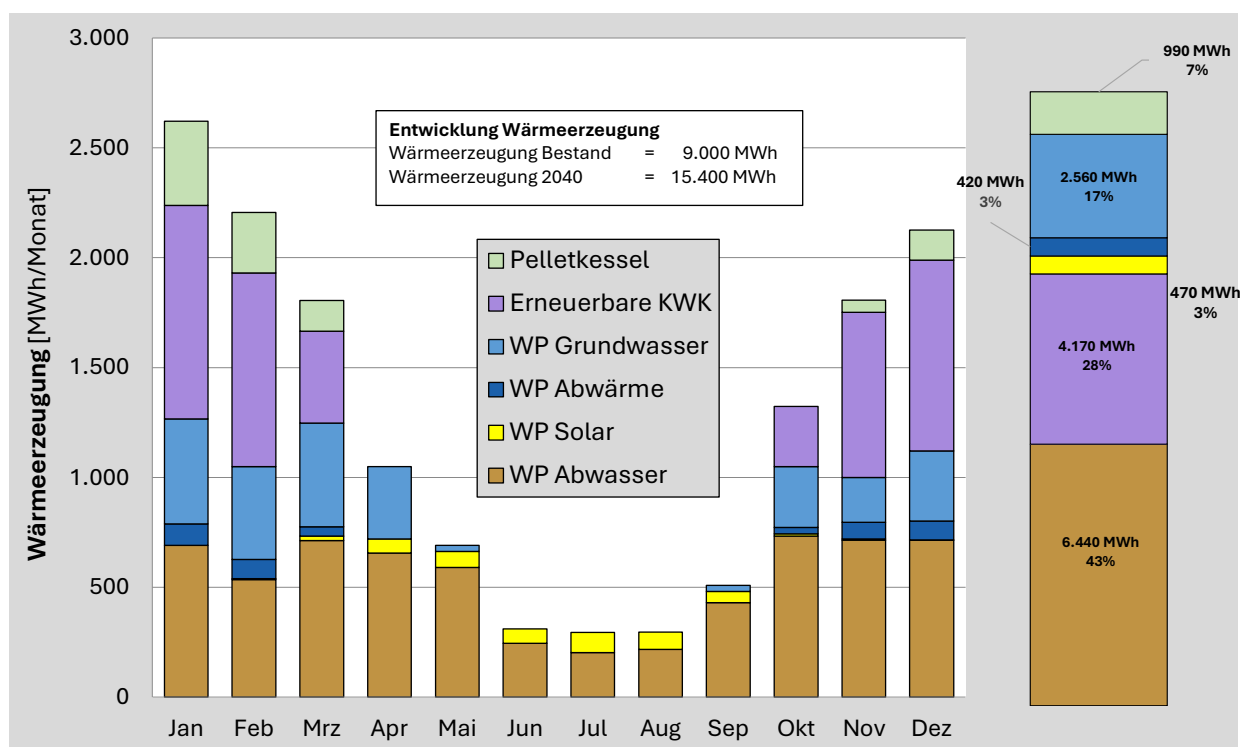


Abb. 103: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Altensteig

5.3.1.2 Wärmenetz Wart

Für das Wärmenetz Wart wird durch Nachverdichtung und Erschließung der Eignungsgebiete von einer Erhöhung der Wärmeerzeugung von derzeit 3.200 MWh/a auf 6.000 MWh/a ausgegangen.

Die bestehenden Anlagen (Holzkessel und Wärmepumpe) können den Großteil der Wärmeversorgung im Zielfoto 2040 übernehmen. Für das Szenario wird davon ausgegangen, dass das BHKW nach dem Überschreiten seiner Nutzungsdauer durch einen Elektrokessel als Spitzenlasterzeuger ersetzt wird.

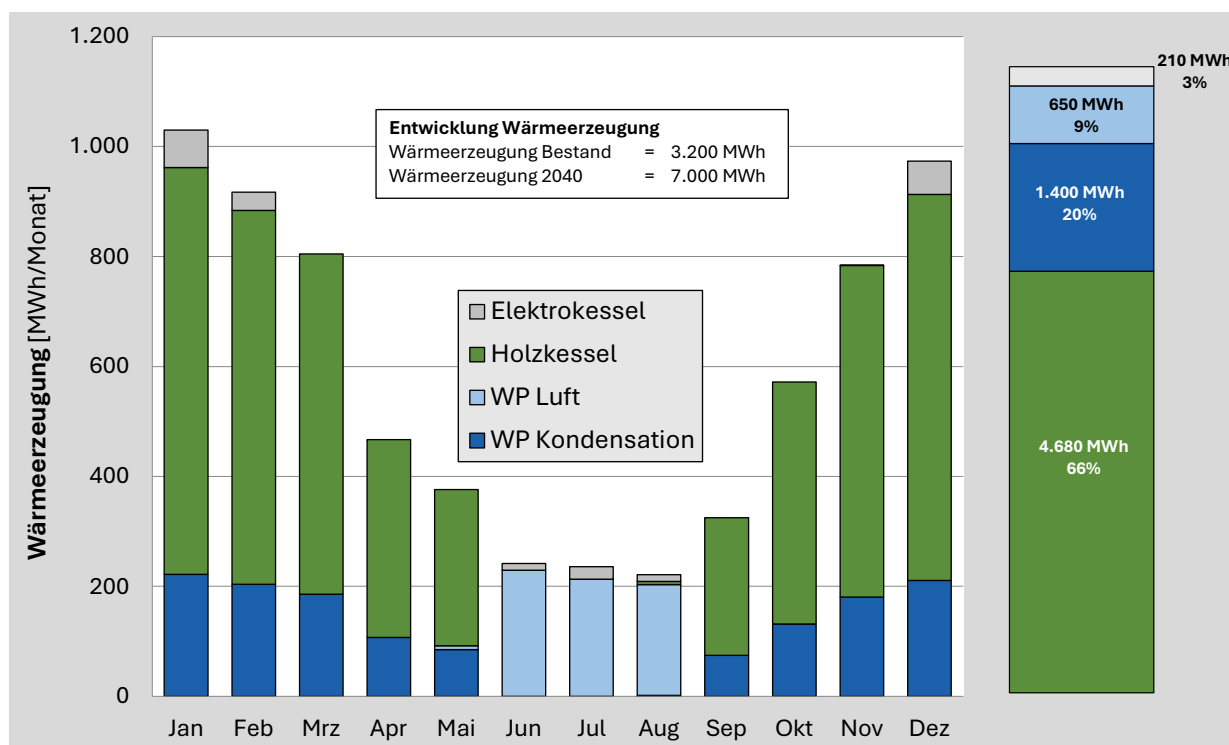


Abb. 104: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Wart

5.3.1.3 Wärmenetz Berneck

Im Wärmenetz Berneck ist keine Erweiterung des geplanten Wärmenetzes geplant. Durch die Hausanschlüsse in den nächsten Jahren im Zuge der Erschließung und durch die mittelfristige Nachverdichtung könnte sich die zu versorgende Wärmemenge inklusive Netzverluste auf 2.500 MWh/a erhöhen.

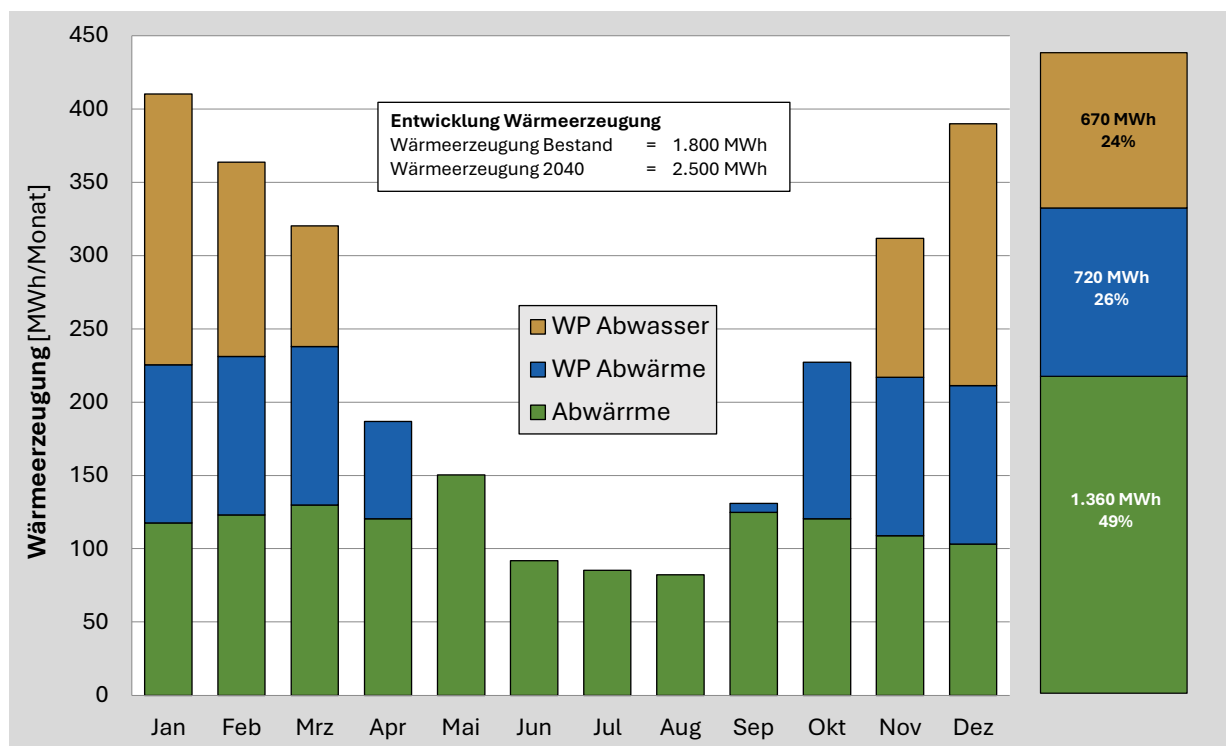


Abb. 105: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Berneck

5.3.1.4 Sonstige Wärmeverbunde

Die kleineren, größtenteils kommunalen Wärmeverbunde Altensteig Bahnhofstraße, Spielberg Grundschule, Walddorf Hallenbad, Walddorf Grundschule und Im Oberen Tal werden derzeit mit kleinen Blockheizkraftwerken und einem Gasspitzenlastkessel versorgt. Da die Netze aufgrund deren Größe mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden, können ganzjährig Luft-Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Als Spitzenlast und Ausfallreserve können Heizstäbe oder Elektrokessel betrieben werden.

5.3.1.5 Erzeugungsverteilung Fernwärme Zielfoto 2040

Entsprechend der gezeigten Wärmebilanzen könnte sich Fernwärmeerzeugung bis 2040 wie folgt zusammensetzen:

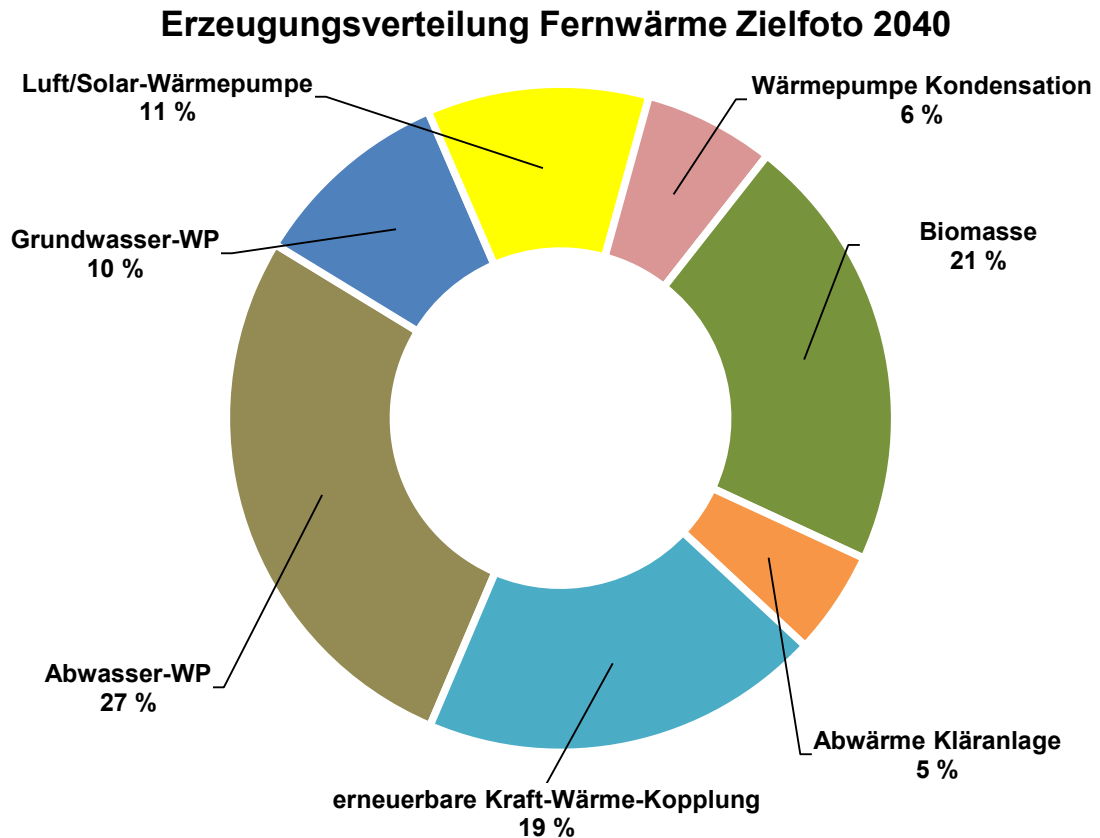


Abb. 106: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Fernwärme 2040

Energieträger	Wärmeerzeugung [MWh/a]	Prozent
Abwasser-WP	7.400	27 %
Grundwasser-WP	2.700	10 %
Luft/Solar-Wärmepumpe	2.900	11 %
Wärmepumpe Kondensation	1.700	6 %
Biomasse	5.800	21 %
Abwärme Kläranlage	1.400	5 %
erneuerbare Kraft-Wärme-Kopplung	5.300	19 %
Summe	27.200	100 %

Tabelle 11: Aufteilung möglicher Wärmeerzeugung Zielfoto Fernwärme 2040

5.3.2 Modernisierung Einzelheizungen

Auch in den Einzelheizungsgebieten (s. Abschnitt 5.1) müssen zur Erreichung der Ziele des KlimaG BW die Heizungen auf klimaneutrale Wärmeerzeuger umgestellt werden. Gleiches trifft bei Bedarf auch auf die Wärmeerzeugungsanlagen innerhalb der Fernwärmeeignungsgebiete zu, solange ein Fernwärmeanschluss dort noch nicht verfügbar ist oder ein Anschluss nicht gewünscht oder vorgeschrieben ist. Hierbei kommen nach heutigem Stand überwiegend Wärmepumpenlösungen oder Biomasseheizungen (ergänzt durch Solarthermie für den Sommerbetrieb) zum Einsatz. Wärmepumpen können unter Stromeinsatz der Umwelt Wärme entziehen und diese auf dem benötigten Temperaturniveau zur Nutzung im Gebäude bereitstellen. Als Umweltwärmequellen kommen in der Objektversorgung überwiegend Außenluft, aber auch Erdreich (Geothermie – s. Abschnitt 3.2.6.1), Grundwasserbrunnen, Solarabsorber oder andere Lösungen zum Einsatz.

Für das Zielszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung bis 2040 wurde davon ausgegangen, dass in den Einzelheizungsgebieten alle Heizungen und in den Fernwärmeeignungsgebieten 30 % der Heizungsanlagen objektbezogen erneuert werden. Auf die Gesamtgemarkung Altensteig bezogen, entfallen damit rund 70 % der Wärmeerzeugung 2040 auf objektbezogene Einzelheizungen. Da sich die Situation und Machbarkeit bei allen Gebäuden unterschiedlich darstellt (Systemtemperaturen, Grundstückssituation, Platz im Gebäude und auf dem Grundstück) ist davon auszugehen, dass sich hier ein Energieträgermix einstellen wird. Den Berechnungen wird zugrunde gelegt, dass bei der Heizungserneuerung rund 75 % mit Wärmepumpen (beispielsweise Außenluft oder Geothermie), rund 12,5 % durch Biomasseanlagen (Holzpellets, Hackschnitzel etc.), rund 7,5 % durch Solarthermie und rund 5 % durch Power-to-Heat mittels Direktnutzung von PV-Strom abgedeckt werden.

Erzeugungsverteilung Einzelheizungen Zielfoto 2040

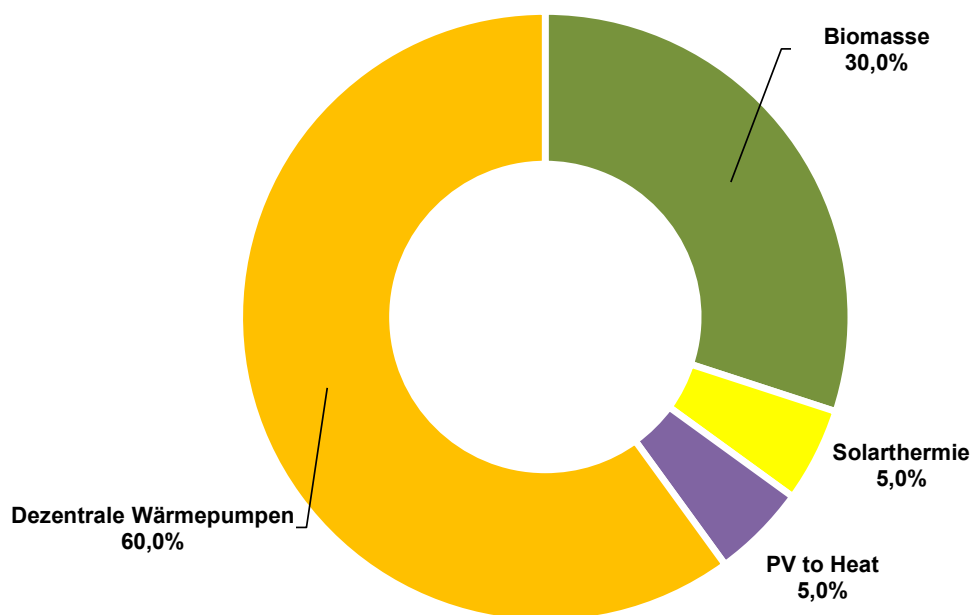


Abb. 107: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Einzelheizungen 2040

Energieträger	Wärmeerzeugung [MWh/a]	Prozent
Dezentrale Wärmepumpen	36.400	60 %
Biomasse	18.200	30 %
Solarthermie	3.000	5 %
PV-to-Heat	3.000	5 %
Summe	60.600	100 %

Tabelle 12: Aufteilung möglicher Wärmeerzeugung Zielfoto Einzelheizungen 2040

5.4 Szenario zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs für 2040

5.4.1 Wohngebäude

Als Wohngebäude werden Gebäude klassifiziert, die nach ihrer Zweckbestimmung überwiegend dem Wohnen dienen, einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheime sowie ähnliche Einrichtungen⁹.

Der heterogene Wohngebäudebestand wurde hauptsächlich im vergangenen Jahrhundert errichtet. Die einzelnen Gebäude sind Baualtersklassen zuzuordnen, die unterschiedlichen Typologien, bezogen auf die Architektur, die verwendeten Baustoffe und insbesondere hinsichtlich des baulichen Wärmeschutzes – also der dämmtechnischen Qualität der Gebäudehülle – entsprechen. Anhand der Baualtersklassen kann auch der zeitliche Ablauf der Aufsiedelung nachvollzogen werden.

Der überwiegende Teil der Wohngebäude wurde nachträglich bereits modernisiert, der Wärmebedarf der betreffenden Gebäude gegenüber dem ursprünglichen Zustand bereits reduziert. Die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen betreffen die Heizungstechnik, Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle (z. B. Fenstertausch, Dachmodernisierungen etc.) oder in einigen Fällen auch Vollmodernisierungen zu sogenannten Effizienzhäusern. Letztere entsprechen bereits aktuellen baulichen Standards, so dass eine weitere Reduktion des Wärmebedarfs dieser Gebäude in den kommenden Jahrzehnten nicht zu erwarten ist.

Der Klimaschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe, staatliche Zuschüsse, höhere Energiepreise, notwendige Instandhaltungsmaßnahmen und Aspekte des Werterhalts von Immobilien sind die Triebfedern für eine fortschreitende energetische Gebäudesanierung.

Für die Ermittlung des derzeitigen Wärmebedarfs des Gebäudebestands wurden – sofern für das jeweilige Gebäude vorliegend – Verbrauchswerte angesetzt. Diese liegen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Gebäude vor, die an das Gas- oder an das Fernwärmenetz angeschlossen sind. Für alle anderen Gebäude wurde der Wärmebedarf anhand der Gebäudegröße, der Anzahl an Wohneinheiten und spezifischen, aus der Baualtersklasse resultierenden Werten für das jeweilige Gebäude ermittelt.

Bereits umgesetzte, wärmebedarfsreduzierende Modernisierungsmaßnahmen sind nicht gebäudescharf bekannt. Eine durchschnittliche Modernisierungsquote wurde daher über den Gesamtbestand der jeweiligen Baualtersklasse angesetzt. Auf Baublockebene aggregiert, wird daraus der derzeitige Wärmebedarf abgeleitet und auf die jeweiligen Straßenabschnitte zur Ermittlung der resultierenden, sogenannten Wärmedichte übertragen.

Für das Bezugsjahr der Kommunalen Wärmeplanung – 2040 - wird davon ausgegangen, dass 50 % der bislang noch nicht nachträglich modernisierten Bestandsgebäude bzw. bislang ungedämmter Bauteile nach heutigem energetischem Standard modernisiert werden. Das so erreichbare Einsparpotenzial liegt bei rund 19 % (Wärmebedarf aller Gebäudetypen – s. Abb. 113) gegenüber dem derzeitigen Stand. Der verbleibende Wärmebedarf für die Ermittlung der benötigten, regenerativen Erzeugungspotenziale wird darauf ausgelegt. Klar ist dabei allerdings, dass die derzeitige Modernisierungsquote von etwas mehr als 1 % pro Jahr noch deutlich gesteigert werden müsste, um dieses Ziel bereits 2040 erreichen zu können (s. Abb. 60).

Das Gesamteinsparpotenzial bei ganzheitlich energetischer Modernisierung des kompletten Gebäudebestands beläuft sich bezogen auf den Wärmebedarf auf rund 38 % und bezogen Endenergiebedarf für Wärmeerzeugung (Unter Berücksichtigung des derzeitigen Energieträgermixes) auf rund 43 % gegenüber dem derzeitigen Stand.

⁹ Quelle: Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden – GEG, 2020 (geändert 2023)

5.4.2 Nichtwohngebäude

In diese Kategorie fallen alle beheizten Gebäude, deren Nutzung nicht der einer typischen Wohnnutzung entsprechen. Hierzu zählen u. a. Gesundheitseinrichtungen, Gebäude in den Sektoren „Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie“, Schulen und Kindergärten, andere Gebäude für öffentliche Zwecke und Gebäude im Hotel- und Gastgewerbe.

In diesem Bereich fällt die mögliche Energieeinsparung durch Modernisierungsmaßnahmen geringer aus als im Bereich der Wohngebäude. Im Hotelgewerbe liegt dies beispielsweise an dem, gegenüber einem Wohngebäude durch die Belegungsdichte bedingten, wesentlich höheren Warmwasserbedarf. Gesundheitseinrichtungen benötigen eine höhere Innenraumtemperatur und weisen ebenfalls einen erhöhten Warmwasserbedarf auf. In Gewerbebetrieben wird teilweise Prozesswärme benötigt.

Für die Nichtwohngebäude wird daher von einem Gesamteinsparpotenzial des Endenergiebedarfs bei ganzheitlicher energetischer Modernisierung von rund 20 % ausgegangen. Analog zu den Wohngebäuden wird dem Zielfoto 2040 zugrunde gelegt, dass 50 % der Gebäude diese Einsparungen erreichen. Folglich ergibt sich für 2040 ein Rückgang des derzeitigen Wärmebedarfs der Nichtwohngebäude um durchschnittlich 10 %.

5.5 Zielfoto 2040

Aus den in den Abschnitten 5.1 bis 5.3 skizzierten Ansätzen ergibt sich für Altensteig ein Zielfoto für eine mögliche Wärmeerzeugung 2040.

5.5.1 Wärmeerzeugung 2040

Bei Zusammenführung aller Wärmeerzeuger und deren Erzeugungsanteile bekommt man die Energieträgerverteilung der Wärmeerzeugung 2040:

**Energieträgerverteilung Zielfoto nach Wärmeverbrauch
- alle beheizten Gebäude -**

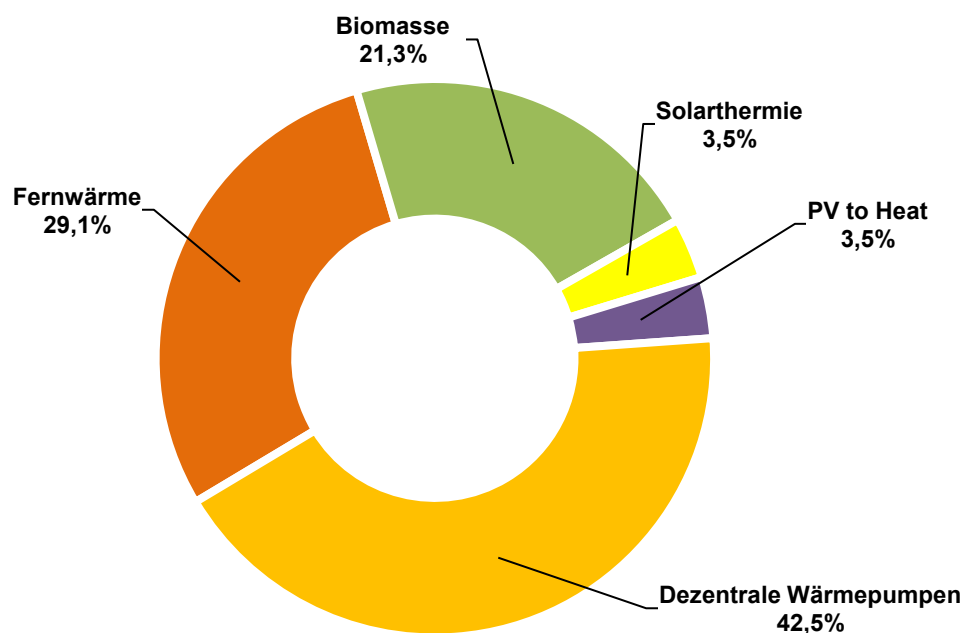


Abb. 108: mögliche Energieträgerverteilung nach Wärmeerzeugung gesamt Zielfoto 2040

Neben der Art der Erzeugung ist hierbei auch die Reduktion des Wärmeverbrauchs von insgesamt rund 107.000 MWh/a auf rund 87.000 MWh/a Wärme entsprechend Abschnitt 5.4 berücksichtigt (ganzheitliche energetische Gebäudemodernisierungen bei 50 % aller Gebäude). Eine ganzheitliche energetische Modernisierung aller Gebäude könnte den Wärmebedarf auf rund 67.000 MWh/a absenken.

Reduktion Wärmeverbrauch: rd. 19 % (bezogen auf heutigen Wärmeverbrauch)

5.5.2 Endenergieeinsatz 2040

Folgende Verteilung des Endenergieeinsatzes resultiert aus dem dargestellten Szenario:

Endenergieeinsatz Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - alle beheizten Gebäude -

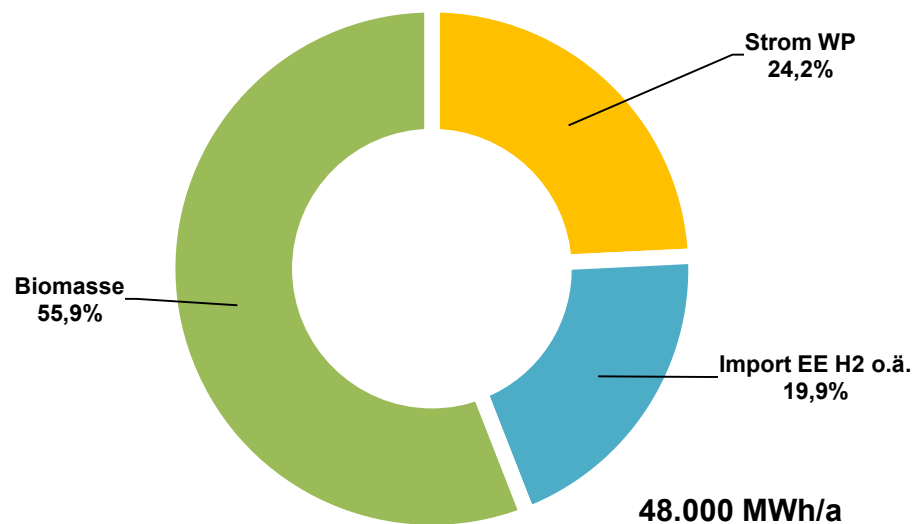


Abb. 109: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, alle beheizten Gebäude

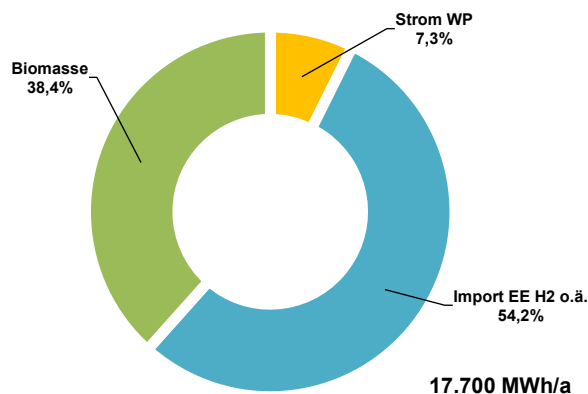
Dabei wurde die Stromerzeugung aus der erneuerbaren Kraft-Wärme-Kopplung mit dem Strombedarf der Wärmepumpen in den Wärmenetzen verrechnet.

Insgesamt ergibt sich ein Endenergiebedarf für die Wärmeerzeugung 2040 von

48.000 MWh/a.

Folgende Grafiken zeigen den prognostizierten Endenergiebedarf aufgeteilt nach Wärmenetzen und Einzelheizungen:

Endenergieeinsatz Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - Wärmenetze-



Endenergieeinsatz Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - Einzelheizungen-

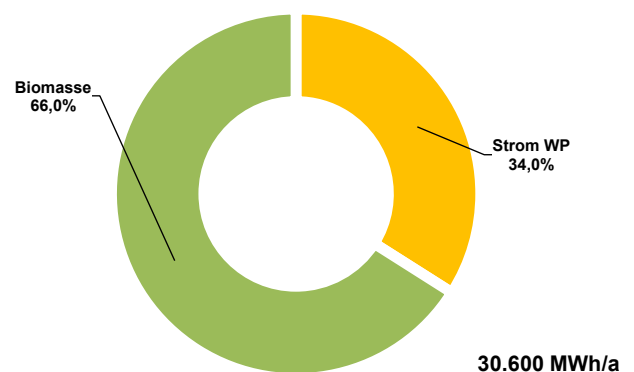


Abb. 110: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, aufgeteilt nach Versorgungsstruktur

5.5.3 Treibhausgasemissionen 2040

Folgende Verteilung der Treibhausgasemissionen resultiert aus dem dargestellten Szenario:

CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - alle beheizten Gebäude -

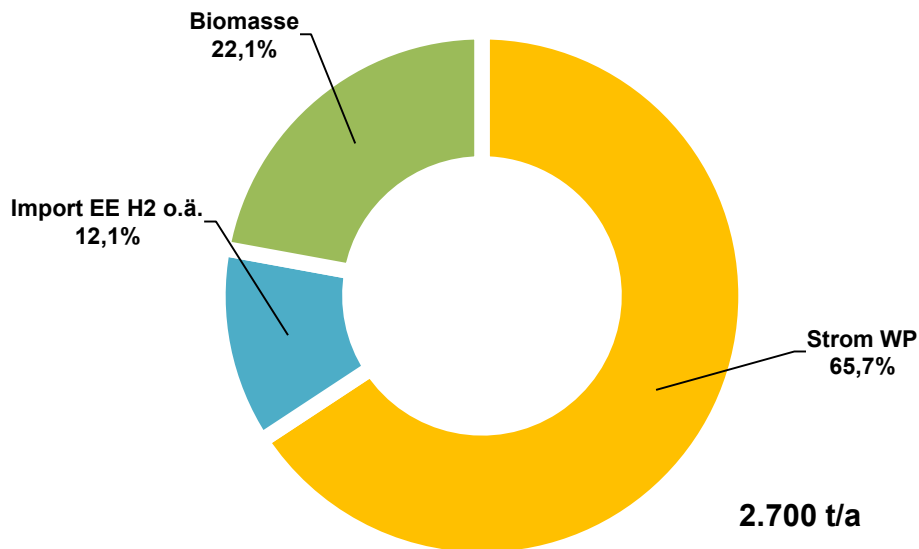


Abb. 111: mögliche Verteilung der Treibhausgasemissionen Zielfoto Altensteig 2040

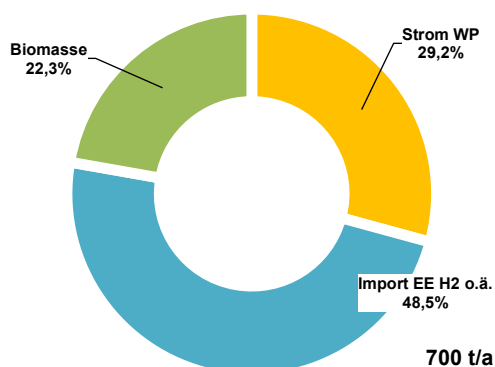
Dabei wurde die Stromerzeugung aus der erneuerbaren Kraft-Wärme-Kopplung mit dem Strombedarf der Wärmepumpen in den Wärmenetzen verrechnet.

Insgesamt ergeben sich CO₂-Emissionen für die Wärmeerzeugung 2040 von

2.700 t/a.

Folgende Grafiken zeigen die prognostizierten CO₂-Emissionen, aufgeteilt nach Wärmenetzen und Einzelheizungen:

CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - Wärmenetze -



CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 - Einzelheizungen -

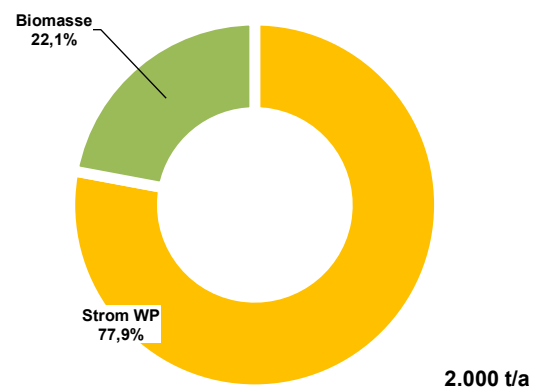


Abb. 112: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, aufgeteilt nach Versorgungssystem

Mit der Umstellung der Wärmeerzeugung auf die in Abb. 106 und Abb. 107 dargestellte emissionsärmere Energieträgerverteilung ohne fossile Brennstoffe sinken die CO₂-Emissionen von ausgangs rund 30.700 t CO_{2äqu}/a auf rund 2.700 t CO_{2äqu}/a. Beide Entwicklungen sind in Abb. 113 dargestellt. Die CO₂-Emissionen wurden mit den CO₂-Emissionswerten des Technikcatalogs der KEA BW berechnet.

Reduktion CO₂-Emissionen: rd. 88 % (bezogen auf heutige Emissionen)

Auch bei der Verwendung erneuerbarer Energieträger (z. B. grüner Wasserstoff, Holzpellets und erneuerbarer Strom) verbleiben noch Restemissionen. Diese ergeben sich beispielsweise beim Strommix aus Emissionen von Regelkraftwerken. Erst wenn die Energieträger auch mit 100 % erneuerbaren Energien herstellbar sind, sind sie vollständig erneuerbar.

Klimaneutralität wird seitens der Europäischen Union¹⁰ so definiert, dass ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsinken hergestellt wird.

Kohlenstoffsinken sind Moore, Wälder und Ozeane. Verwiesen wird auf Schätzungen, dass natürliche CO₂-Senken zwischen 9,5 und 11 Gigatonnen CO₂ pro Jahr aus der Atmosphäre holen. Im Jahr 2021 betrugen die weltweiten CO₂-Emissionen dagegen rund 37,8 Gigatonnen.

Daraus errechnet sich ein Verhältnis von 25 %. Die Emissionen müssen demnach um mindestens 75 % reduziert werden, um Klimaneutralität zu erreichen.

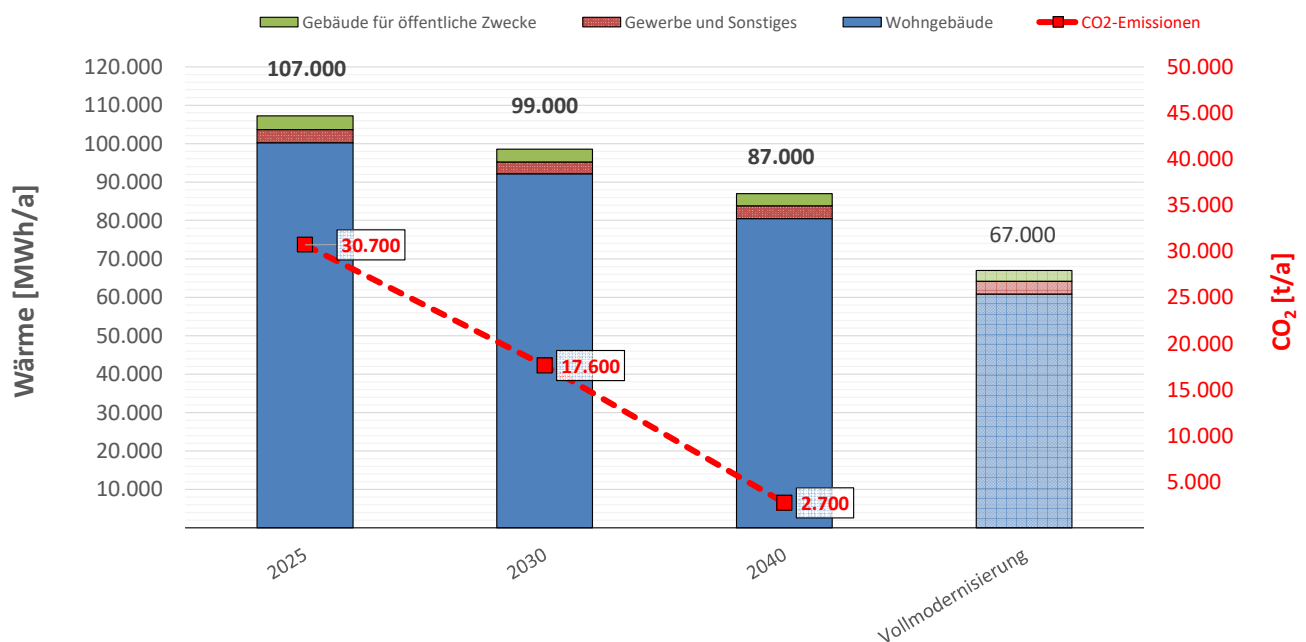


Abb. 113: Entwicklung Wärmeverbrauch und CO₂-Emissionen - Zielfoto Wärmeversorgung bis 2040

¹⁰ Quelle: Veröffentlichung Europäisches Parlament, 12.4.2023

6. Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Mit der Wärmeplanung als strategischem Planungsinstrument soll ein möglicher Weg zur Erreichung des Ziels der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor aufgezeigt werden. Mit zunehmendem Abstand zum heutigen Datum nimmt konsequenterweise auch die Unschärfe der Betrachtung zu, da einige Entwicklungen noch nicht konkret absehbar sind. Letztendlich empfiehlt es sich daher, sich insbesondere der aktuell bereits umsetzbaren Aufgaben anzunehmen (s. Maßnahmenkatalog).

Im Rahmen der wiederkehrenden Überarbeitung der Wärmeplanung können dann die übrigen Bereiche nachgeschärft werden (technische Entwicklungen, Verfügbarkeit Wasserstoff etc.). Grundsätzlich bieten Wärmenetze hierbei den Vorteil, dass das Endprodukt der Wärme an die Gebäude geliefert wird und damit in den Heizzentralen an zentraler Stelle auch auf zukünftige Entwicklungen eingegangen werden kann.

6.1 Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie zur Erreichung der Klimaneutralität fußt auf drei Säulen:

1. Der Wärmebedarf aller Gebäude soll durch geeignete energetische Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen gesenkt werden.
2. In den ausgearbeiteten Eignungsgebieten für Wärmenetze soll ein konsequenter Ausbau der Wärmenetze und erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen in den Heizzentralen sowie eine kontinuierliche Nachverdichtung der Anschlussquote an Bestandsnetze stattfinden.
3. In den Einzelheizungsgebieten wird eine Umstellung auf klimafreundliche, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen angestrebt.

6.2 Maßnahmenkatalog

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden für das Stadtgebiet Altensteig einige konkrete Maßnahmen identifiziert (s. Anhang Abschnitt 7) und detailliert betrachtet.

Durch das KlimaG BW wird vorgegeben, dass mit Beschluss der Wärmeplanung im Gemeinderat fünf Maßnahmen beschlossen werden, mit deren Umsetzung innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen wird. Gemeinsam mit der Stadtverwaltung und wesentlichen Akteuren wurden die nachfolgenden priorisierten Maßnahmen zur Einbringung und Beschlussfassung in den Gemeinderat ausgewählt:

1. Erweiterung Wärmenetz Altstadt (Welkerstraße und Burgstraße)
2. Erweiterung Wärmenetz im Teilort Wart
3. BEW-Transformationsplan Wärmenetze Altstadt/Sonnenhalde und Gymnasium/Hohenacker
 - Erhöhung Anteil Erneuerbarer Energien an der Heizzentrale Gymnasium
 - Erhöhung Anteil Erneuerbarer Energien an der Heizzentrale Hohenbergschule
4. Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplan (reduziert) Wärmenetz Wart
5. Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplan (reduziert) Wärmenetz Berneck

6.3 Umsetzungshemmnisse und Fortschreibung

Die vorliegende Wärmeplanung weist für Altensteig die Möglichkeit einer klimaneutralen Wärmeversorgung aus. Ein wesentlicher Baustein ist dabei die leitungsgebundene Versorgung von Gebäuden mit erneuerbarer Wärme (Fernwärme). Ein wesentliches Potenzial stellt hierbei die Abwasserwärme der Sammelkläranlage dar. Während die Abwärme der Klärgas-BHKW bereits für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung im Stadtteil Berneck genutzt wird, steht das durch Großwärmepumpen nutzbar zu machende Abwasserwärme-Potenzial noch zur Verfügung. Ein Umsetzungshemmnis stellt hierbei die notwendige, verhältnismäßig lange Transportleitung von der Kläranlage bis zu den Wärmenetzen in der Kernstadt dar.

Ein weiteres Potenzial bietet die Nagold – Flusswasserwärmepumpen sind bis auf Weiteres jedoch nicht Teil des vorgesehenen Energieträgermixes der Fernwärmeversorgung, da die bestehenden Netze und die vorgesehenen Netzerweiterungen räumlich weit von denkbaren und vorhandenen Flusswasserentnahmestellen entfernt liegen. Ein weiteres Umsetzungshemmnis stellen hierbei auch gewässerschutzrechtliche Hürden an der Nagold dar.

Grundsätzlich stellt die wirtschaftliche Realisierbarkeit ein Umsetzungshemmnis dar. Nachverdichtungen und Erweiterungen der Wärmenetze erfordern erhebliche Investitionen der Stadtwerke. Dazu kommen ebenso Investitionen in die fortschreitende Dekarbonisierung der Erzeugungstechnik. Entsprechende Ausbaumaßnahmen werden folglich nur bei einem ausreichend hohen Anschlussinteresse von Wärmekunden wirtschaftlich darstellbar sein.

7.2 Erweiterung Wärmenetz im Teilort Wart

Beschreibung: Zeitliche Projektierung. Durchführung einer Informationsveranstaltung und weiterer Akquisemaßnahmen. Bearbeitung der Leistungsphasen 2 und 3 (Vorplanung und Entwurfsplanung) für den Tief- und Rohrleitungsbau. Ggf. förderfähig als Bestandteil der übergeordneten Maßnahme „Transformationsplan“ oder im Rahmen der KWKG-Förderung.



Tabelle 14: Netzerweiterungen Wart (rot)

Umsetzbarkeit:	mittelfristig
Verantwortlich:	Stadtwerke
Organisation:	Stadtwerke
Wärme-Potenzial (derzeit):	rd. 1.600 MWh (bei 70 % Anschlussquote)
Wärme-Potenzial (teilmodernisiert):	rd. 1.200 MWh (bei 70 % Anschlussquote)

7.3 BEW-Transformationsplan zur Dekarbonisierung von Kernstadt-Netzen

Beschreibung: Beantragung eines BEW-Transformationsplanes für die Wärmenetze Altstadt/Sonnenhalde und Gymnasium/Hohenäcker.

Ausarbeitung einer technischen Konzeption sowie einer entsprechenden wirtschaftlichen Bewertung zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in der Heizzentrale des Christophorus-Gymnasiums. Berücksichtigt werden könnte am Standort eine Luft-Wasser-Wärmepumpe sowie ein großer Wärmespeicher zur Abdeckung von Bedarfsspitzen.

Weiterhin Ausarbeitung einer technischen Konzeption sowie einer entsprechenden wirtschaftlichen Bewertung zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in der Heizzentrale der Hohenbergschule. Berücksichtigt werden könnte am Standort eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Vorplanungen und Entwurfsplanungen der Erweiterungen der Heizzentralen.

Erstellung einer technischen Konzeption zur Nutzung der im geklärten Abwasser enthaltenen Wärme als Quelle für Großwärmepumpen. Leitung der Wärme zur Kernstadt zur Nutzung im dort entstehenden Verbundnetz. Aber auch Nutzung der Abwasserwärme zur Abdeckung von Spitzenlasten (klimaneutrale Ergänzung) der Klärgas-BHKW am Standort.



Abb. 114: Heizzentralen Christophorus-Gymnasium (links) und Hohenbergschule (rechts)

Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig, im Rahmen BEW Trafo-Plan
Verantwortlich:	Stadtwerke
Organisation:	Stadtwerke

7.4 Dekarbonisierungsfahrplan Wart (reduziert)

Beschreibung: Da das Wärmenetz in Wart bereits über einen Anteil erneuerbarer Energien (Holzhackschnitzel) > 65% verfügt, kann der Transformationsfahrplan mit reduziertem Aufwand erarbeitet werden. Folgende Anforderungen liegen dem zu erstellenden Fahrplan laut Wärmeplanungsgesetz zugrunde:

- Zweck von Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen
- Geplanter Ausbau des Wärmenetzes
- Erforderliche Maßnahmen im Netz



Abb. 115: Heizzentrale in Wart

Eckdaten:

Umsetzbarkeit: mittelfristig

Verantwortlich: Stadtwerke

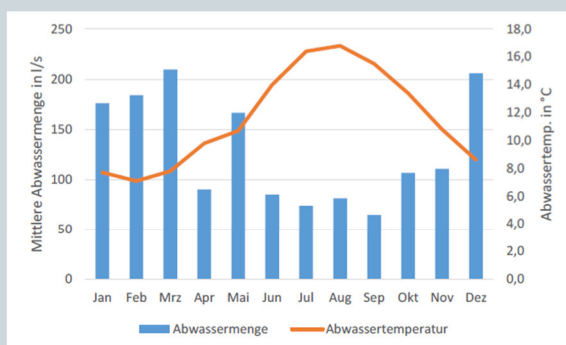
CO₂-Einsparung: bis zu 100 t/a (derzeitiger Anteil fossiler Kraft-Wärme-Kopplung)

7.5 Dekarbonisierungsfahrplan Berneck (reduziert)

Beschreibung: Da das Wärmenetz in Berneck bereits über einen hohen Anteil an erneuerbarer Energie (Klärgas-BHKW) > 65% verfügt, kann der Transformationsfahrplan mit reduziertem Aufwand erarbeitet werden. Folgende Anforderungen liegen dem zu erstellenden Fahrplan laut Wärmeplanungsgesetz zugrunde:

- Zweck von Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen
- Geplanter Ausbau des Wärmenetzes
- Erforderliche Maßnahmen im Netz

Abwasserwärmenutzung



Potenzial Abwasserwärmenutzung

- Trockenwetterabfluss liegt bei ca. 50 l/s
- Bei einer Abkühlung der 50 l/s um 5 K kann eine Leistung von 1.000 kW entzogen werden.
- Hiermit könnte eine Wärmepumpe mit 1.500 kW betrieben werden.

Eckdaten:

Umsetzbarkeit: mittelfristig

Verantwortlich: Stadtwerke

CO₂-Einsparung: bis 40 t/a (derzeitiger Anteil fossiler Spitzenlast)

7.6 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennzahlen Wärmenetz Berneck.....	22
Tabelle 2: Kennzahlen Wärmenetz Wart.....	23
Tabelle 3: Kennzahlen kleinere Wärmeverbunde	24
Tabelle 4: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf und resultierende Emissionen nach Sektoren	37
Tabelle 5: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf nach Energieträger	43
Tabelle 6: Aufteilung derzeitiger Endenergiebedarf nach Teilorten.....	43
Tabelle 7: Theoretisches Solarthermiefpotenzial Vorbehaltsgebiete.....	52
Tabelle 8: Aufteilung Waldflächen nach Eigentumsverhältnissen	54
Tabelle 9: Außenlufttemperaturen Altensteig.....	63
Tabelle 10: Theoretisches Photovoltaikpotenzial Vorbehaltsgebiete	74
Tabelle 11: Aufteilung möglicher Wärmezeugung Zielfoto Fernwärme 2040	93
Tabelle 12: Aufteilung möglicher Wärmezeugung Zielfoto Einzelheizungen 2040	94
Tabelle 13: Netzerweiterungen Welkerstraße und Burgstraße (rot).....	103
Tabelle 14: Netzerweiterungen Wart (rot).....	104

7.7 Abbildungs- und Quellenverzeichnis

Bei allen Abbildungen ohne ausgewiesene Quellenangabe handelt es sich um Bilder, Grafiken oder Fotos von IBS oder/und Smart Geomatics.

Abb. 1: Gemarkung Stadt Altensteig und ihre Stadtteile	5
Abb. 2: Altersstruktur der Einwohner Altensteigs.....	6
Abb. 3: Entwicklung Bebauung in Altensteig (Gebäudebaujahraggregation auf Baublockebene)	6
Abb. 4: Siedlungsentwicklung nach Baualtersklassen	7
Abb. 5: Gebäudekategorien nach Sektoren (absolut).....	8
Abb. 6: Gebäudekategorien nach Sektoren (prozentual).....	8
Abb. 7: Kategorisierung nach Wohngebäudetypen.....	9
Abb. 8: absoluter Endenergiebedarf (Heiz- und Trinkwarmwasserversorgung) auf Baublockebene	10
Abb. 9: spezifischer Endenergiebedarf (Heiz- und Trinkwarmwasserversorgung) auf Baublockebene	11
Abb. 10: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen (Gesamtansicht).....	12
Abb. 11: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Hornberg.....	13
Abb. 12: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen (Stadtteile Überberg mit Lengenloch und Zumweiler)	13
Abb. 13: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Berneck	14
Abb. 14: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Wart.....	15
Abb. 15: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen in der Kernstadt und Altensteigdorf	16
Abb. 16: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Walddorf.....	17
Abb. 17: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Monhardt	17
Abb. 18: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Spielberg	18
Abb. 19: Wärmebedarf pro Meter exkl. Hausanschlusslängen im Stadtteil Garrweiler	19
Abb. 20: Erdgasnetz in der Gemarkung Altensteig	20
Abb. 21: vorhandene Wärmenetze und ihre Bezeichnung in der Kernstadt.....	21
Abb. 22: Wärmenetz Berneck	22
Abb. 23: Wärmenetz Wart.....	23
Abb. 24: Kleinere Wärmeverbunde in den Teilorten Walddorf und Spielberg.....	24
Abb. 25: Heizzentralen in Altensteig mit Ortsteilen	25

Abb. 26: Prinzipschema Heizzentrale Hohenbergschule	26
Abb. 27: Blockheizkraftwerke Heizzentrale Hohenbergschule.....	26
Abb. 28: Absorberanlage und Wärmepumpe Heizzentrale Hohenbergschule.....	27
Abb. 29: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Hohenbergschule	27
Abb. 30: Prinzipschema Heizzentrale Wart	28
Abb. 31: Wärmeerzeuger Heizzentrale Wart.....	28
Abb. 32: Außenansicht Heizzentrale Wart.....	29
Abb. 33: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Wart.....	29
Abb. 34: Wärmeerzeuger Kläranlage Berneck	30
Abb. 35: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Berneck	30
Abb. 36: Wärmeerzeuger Heizzentrale Gymnasium.....	31
Abb. 37: Deckungsanteile Wärmeerzeugung Heizzentrale Gymnasium	32
Abb. 38: Aufgaben der Transformation bestehender Heizzentralen und Wärmenetze.....	33
Abb. 39: Energieträgerverteilung der Heizungen in Altensteig (vorwiegender Energieträger auf Baublockebene)	34
Abb. 40: Verteilung der Einzelheizungsanlagen nach Einbaujahr.....	35
Abb. 41: Verteilung der Gasheizungsanlagen nach Einbaujahr	35
Abb. 42: Verteilung der Ölheizungsanlagen nach Einbaujahr.....	36
Abb. 43: Verteilung der Heizungsanlagen nach Anzahl.....	36
Abb. 44: Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	37
Abb. 45: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Altensteig & Altensteigdorf.....	38
Abb. 46: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Wart	38
Abb. 47: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Berneck.....	39
Abb. 48: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Ortsteil Walddorf.....	39
Abb. 49: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Spielberg	40
Abb. 50: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Überberg	40
Abb. 51: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Hornberg	41
Abb. 52: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Ortsteil Garrweiler.....	41
Abb. 53: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Gesamtstadt	42
Abb. 54: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern – Gesamtstadt Annahme Energieträgermix für Unbekannte.....	42
Abb. 55: Verteilung des derzeitigen Endenergiebedarf nach Teilorten	44
Abb. 56: Einsparpotenziale Gebäudesanierung nach Baualtersklassen (Wohngebäude).....	46
Abb. 57: Einsparpotenziale durch Sanierung (Wohngebäude)	47
Abb. 58: Einsparpotenzial Wärmebedarf Wohngebäude (für Wärme) durch bauliche Gebäudemodernisierung	48
Abb. 59: Anteile am Wärmebedarf der Wohngebäude nach Gebäudetypus, derzeit und ganzheitlich energetisch modernisiert.....	48
Abb. 60: Einsparung Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung (Wohngebäude) durch Gebäudesanierung bei unterschiedlichen Sanierungsquoten.....	49
Abb. 61: Solarthermieanlage auf Ludwigsburger und Kornwestheimer Gemarkung (Quelle: SWLB).....	50
Abb. 62: Solarthermieanlage mit Erdbeckenwärmespeicher.....	51
Abb. 63: Solarthermiefeld, Grubenspeicher und Heizzentrale in Bracht (Quellen: www.solarwaerme-bracht.de , Google Earth)	52
Abb. 64: Vorbehaltsgebiete für solare Energiegewinnung Altensteig (Quelle: Regionalverband Nordschwarzwald)	53
Abb. 65: Waldbesitzkarte – Gesamtgemarkung Altensteig (Quelle: lgl-bw.de)	55
Abb. 66: Prinzipschema Hackschnitzelheizung und Wärmepumpe	56
Abb. 67: Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich zu getrennter Strom- und Wärmeerzeugung	57
Abb. 68: Prinzip netzdienliche Fahrweise BHKW	58
Abb. 69: Umstellungspfad zur Netztransformation Wasserstoff (Quelle: www.terraneis-bw.de).....	59

Abb. 70: Wärmequellen für Wärmepumpen.....	61
Abb. 71: Außenlufttemperatur Altensteig.....	62
Abb. 72: Kennzahlen Luft-Wärmepumpe.....	63
Abb. 73: Wasser- und Heilquelleschutzgebiete in Altensteig (Quelle: ISONG-Portal).....	64
Abb. 74: Spezifischer Wärmeentzug aus dem Erdreich in 100m Tiefe bei 2.400 Betriebsstunden jährlich.....	65
Abb. 75: prognostiziertes Bohrprofil Bereich Hohenbergschule	65
Abb. 76: Abwassertemperatur und Abwassermenge Kläranlage Altensteig (Datenquelle: Zweckverband).....	67
Abb. 77: Theoretisches Abwärmepotenzial Kläranlage Berneck.....	68
Abb. 78: Lageplan Nagold, Nagold-Seitenkanal und zufließende Bäche (Quelle: LUBW).....	69
Abb. 79: Hydrologische Daten Nagold	70
Abb. 80: Prinzipschema Flusswasserwärmepumpe	71
Abb. 81: installierbare Leistung möglicher PV-Dachanlagen auf Baublockebene	72
Abb. 82: Anzahl und Stromerzeugungspotenzial möglicher PV-Dachanlagen nach Anlagengröße.....	73
Abb. 83: Anzahl und Stromerzeugungspotenzial möglicher PV-Dachanlagen nach Gebäudenutzung.....	73
Abb. 84: Ausschnitt aus Teilregionalplan Windenergie, Region Nordschwarzwald(Quelle: Regionalverband Nordschwarzwald).....	75
Abb. 85: mittlere gekappte Windleistungsdichte (Quelle: Energieatlas BW)	76
Abb. 86: Internetauftritt (Quelle: Stadtwerke Altensteig)	77
Abb. 87: Deckblatt Präsentation von Zwischenergebnissen vor dem Bau- und Umweltausschuss	78
Abb. 88: Öffentliche Auslage Rathaus (Quelle: Stadt Altensteig).....	78
Abb. 89: Bestandswärmenetze und Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen, Gesamtgemarkung	79
Abb. 90: Eignungsgebiete Kernstadt.....	80
Abb. 91: Eignungsgebiete Berneck	80
Abb. 92: Eignungsgebiete Wart.....	81
Abb. 93: Eignungsgebiete Spielberg	81
Abb. 94: Eignungsgebiete Walddorf und Monhardt	82
Abb. 95: Eignungsgebiete Überberg und Zumweiler	82
Abb. 96: Eignungsgebiete Garrweiler.....	83
Abb. 97: Eignungsgebiete Hornberg	83
Abb. 98: Bestehende Trasse und mögliche Trassenerweiterung in Wart.....	85
Abb. 99: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung in den Bereichen „Brunnenhäusle“ und „Rosenstraße/Forum“	86
Abb. 100: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung im Bereich „Altensteig Ost“	86
Abb. 101: Bestandstrasse und mögliche Erweiterung im Bereich „Burgstraße“	87
Abb. 102: Übersicht Potenzialmix zur treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung 2040	89
Abb. 103: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Altensteig.....	90
Abb. 104: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Wart.....	91
Abb. 105: Wärmebilanz 2040 Wärmenetz Berneck	92
Abb. 106: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Fernwärme 2040	93
Abb. 107: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Einzelheizungen 2040	94
Abb. 108: mögliche Energieträgerverteilung nach Wärmeerzeugung gesamt Zielfoto 2040.....	97
Abb. 109: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, alle beheizten Gebäude	98
Abb. 110: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, aufgeteilt nach Versorgungsstruktur.....	98
Abb. 111: mögliche Verteilung der Treibhausgasemissionen Zielfoto Altensteig 2040.....	99
Abb. 112: mögliche Endenergieträgerverteilung Zielfoto Altensteig 2040, aufgeteilt nach Versorgungssystem	99
Abb. 113: Entwicklung Wärmeverbrauch und CO ₂ -Emissionen - Zielfoto Wärmeversorgung bis 2040	100
Abb. 114: Heizzentralen Christophorus-Gymnasium (links) und Hohenbergschule (rechts).....	105
Abb. 115: Heizzentrale in Wart.....	106

7.8 Literaturverzeichnis

- *Was versteht man unter Klimaneutralität?* Veröffentlichung Europäisches Parlament, 12.4.2023. Quelle: <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat>
- *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG)*, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2020, geändert 2023
- *Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden*, Dr. Max Peters, Thomas Steidle, Helmut Böhnisch, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020
- *Windatlas Baden-Württemberg*, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Quelle: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/windatlas>
- *Solarenergie in Baden-Württemberg*, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Quelle: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>
- *Wärmepumpen in Haushalt, Gewerbe und Industrie*, Thomas Hackensellner, VDE Verlag GmbH, 2023
- *Windatlas Baden-Württemberg*, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Quelle: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/windatlas>
- *Grundlagen Gasmotoren, Skriptum*, Dr. DI Günther Herdin, Professional Gas Engine Solutions GmbH
- *Wärme aus Sonne – Das kommunale Klimaschutz-Modellprojekt SolarHeatGrid*, Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH, 2020
- *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*, Umweltbundesamt, 2024. Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>
- *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*, Baden-Württemberg Landesrecht BW, 2023