



Schwäbisch Gmünd

STADTWERKE
GMÜND



RBS wave

Kommunaler Wärmeplan der Stadt Schwäbisch Gmünd ENTWURFSVERSION



Zusammenfassung

Datenerhebung

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ermöglichte den Zugriff auf gebäudescharfe Angaben zur Energie- und Brennstoffverbräuchen, welche durch die Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber auf Anfrage der Kommune bereitgestellt wurden. Diese Daten wurden durch Angaben aus dem elektronischen KehrBuch der Bezirksschornsteinfeger zu den bestehenden Heizungen ergänzt. Mithilfe dieser Daten lässt sich ein detailliertes Bild der Beheizungsstruktur in Schwäbisch Gmünd zeichnen. Für die Ermittlung der Abwärmepotenziale aus Industrie und Gewerbe wurde eine Unternehmensumfrage durchgeführt. In dieser wurde gezielt nach möglichen Abwärmequellen aus Produktionsprozessen und der Bereitschaft zur Auskopplung von Abwärme gefragt.

Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wurde die Gemeinde- und Gebäudestruktur der Stadt Schwäbisch Gmünd näher untersucht. Das Gebiet um den Stadtkern Schwäbisch Gmünds herum ist durch eine eher lockerere Bebauung geprägt. Ein Großteil der Flächen wird hier land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Der Stadtkern weist dagegen eine deutlich höhere Bebauungsdichte auf. Bei den Gebäuden in Schwäbisch Gmünd handelt es sich größtenteils um Wohngebäude – hierbei sind Einfamilienhäuser der dominierenden Gebäudetyp. Die Beheizungsstruktur ist vorwiegend durch fossile Einzelheizungen geprägt. 43 % der Heizungen wurden im Referenzjahr 2019 primär durch Erdgas befeuert. Mit 41 % machten Ölheizungen den zweitgrößten Anteil aller Heizungen in Schwäbisch Gmünd aus. Bei 7 % der Heizungen wurde Strom zur Beheizung genutzt – hierbei handelt es sich um Nachtspeicheröfen oder Wärmepumpen. Die Endenergie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Schwäbisch Gmünd zeigt, dass im Basisjahr über 90 % der Emissionen im Wärmesektor durch fossile Einzelheizungen verursacht wurden. Weiterhin ließen sich 3 % des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Emissionen direkt auf Liegenschaften in kommunaler Hand zurückführen. Hier kann die Gemeinde die Wärmeversorgung ihrer Gebäude direkt beeinflussen und ggf. den Bau von Wärmenetzen initiieren.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Potenziale zur Wärme- und Stromerzeugung betrachtet. Da künftig mit einer stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors zu rechnen ist, müssen diese Potenziale gemeinsam betrachtet werden.

Zur Erzeugung von grünem Strom eignen sich in Schwäbisch Gmünd Photovoltaik-Anlagen auf Dach- und Freiflächenflächen und Windenergieanlagen. PV-Aufdachanlagen stellen in diesem Zusammenhang eine gute Möglichkeit dar, den Eigenbedarf an Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe in einem Gebäude anteilig zu decken. Photovoltaik-Anlagen auf der Freifläche oder die Windkraft eignen sich dagegen zur Netzeinspeisung erneuerbaren Stroms. Herauszustellen sind zwei angefertigte Potenzialstudien zur Dachflächen-Photovoltaik und Photovoltaik auf Freiflächen. In beiden Bereichen werden Potenziale im Stadtgebiet und innerhalb der Gemarkung deutlich aufgezeigt.

Die Abwärme industrieller Unternehmen kann innerhalb oder in direkter Nähe zu einem Wärmeabnehmer genutzt werden, ein Potenzial diesbezüglich ist im Industriegebiet Gügling vorhanden. Die Nutzung von Abwasserwärme bietet sich im Abwassersammler, in unmittelbarer Nähe zur Wohnbebauung, an. Dieses Potenzial muss erst durch Messungen an geeigneten Abwassersammlern quantifiziert werden. Bei der direkten Wärmeerzeugung aus regenerativen Quellen kann potenziell Waldrestholz aus dem Gmünder Forst oder Grüngut als Abfallgut von Häckselplätzen genutzt werden, im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf ist dieses Potenzial gering. Das Potenzial der Biomassevergärung von Grasschnitt und Gülle aus Viehhaltung mit Kraft-Wärme-Kopplung könnte den Gesamtwärmebedarf ebenfalls im einstelligen Prozentbereich decken. Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist im gesamten Gemarkungsgebiet vorhanden und liegt eher punktuell auf einzelnen Flurstücken vor. Eignungsgebiete für konventionelle und Niedertemperatur Wärmenetze können in Schwäbisch Gmünd u.a. für die Gebiete Altstadt und Bettringen benannt werden. Eignungsgebiete für Niedertemperatur Wärmenetze liegen flächig im Stadtgebiet und in den Teilorten vor.

Die erzeugungsseitigen Potenziale durch Strom und Wärmeerzeugung werden durch Wärmeenergieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden ergänzt. Bei einer angenommenen Sanierungsquote von 2 % der Wohnflächen lassen sich bis zu 5 % des Gesamtwärmebedarfes bis 2040 einsparen. Gebäudesanierungen stellen damit einen wichtigen, aber schwer zu hebenden Baustein der Wärmewende dar.

Die lokale Produktion und Verteilung von Wasserstoff stellt ein großes Potenzial in Richtung klimaneutraler Versorgung des verarbeitenden Gewerbes im Technologieparks H₂-Aspen dar.

Klimaneutrales Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Schwäbisch Gmünd wurde das Stadtgebiet in 52 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2035 keine fossilen Einzelheizungen mehr in Betrieb sind und Wärmenetze ohne fossile Brennstoffe betrieben werden. Im nächsten Schritt wurden Eingangsparameter zur Simulation verschiedener Zukunftsszenarien für den Wärmesektor Schwäbisch Gmünds bis zum Jahr 2035 mit Ausblick 2040 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Als Zielszenario wurde das Szenario KLIM II mit deutlich begrenzten Betriebsdauern der Bestandsheizungen festgelegt. Dieses beinhaltet den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wo bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 65 % in konventionellen und 50 % in Niedertemperaturwärmenetz-Eignungsgebieten ein Wärmenetzanteil von rund 57 % an den installierten Heizungen resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- und Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermie-Unterstützung. Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2019, 2030 und 2035 wurden nach Sektoren und Energieträgern bilanziert. Des Weiteren wurden die Ergebnisse des Zielszenarios auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung sowie die verfügbaren regenerativen Potenziale in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Für jedes Gebiet wurden Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen abgeschätzt und gegenübergestellt. Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die

Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Schwäbisch Gmünd auswirken würden.

Wärmewendestrategie

Im Rahmen der Wärmewendestrategie wird der Transformationspfad erläutert, an dessen Ende das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040 steht. Hierfür wurden zunächst Maßnahmen definiert, deren Umsetzung zu Treibhausgasminderungen im Wärmesektor führen soll. Mit der Umsetzung von fünf dieser Maßnahmen soll im Laufe der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans begonnen werden. Hierbei handelt es sich schwerpunktmäßig um Maßnahmen, die auf die technische Umsetzung der Transformation abzielen, wie beispielsweise die Planung und Erweiterung von Wärmenetzen im Stadtkern und Teilorten von Schwäbisch Gmünd. Sie werden durch übergeordnete und organisatorische Maßnahmen begleitet, die die Kommunale Wärmeplanung im Bewusstsein sämtlicher Akteure, wie z.B. Verwaltung und Bürgerschaft, tiefer verankern soll. Um den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung zu überwachen, wird die Einführung eines Monitoring- und Controlling-Konzepts empfohlen. So kann schnell auf sich ändernde Rahmenbedingungen, politischer, wirtschaftlicher oder technologischer Art, reagiert werden und die Wärmewendestrategie entsprechend angepasst werden. Der kontinuierliche Verbesserungsprozess, der hinter diesem Konzept steckt, soll die Erreichung des übergeordneten Ziels, der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040, sicherstellen.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	2
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	6
1. EINLEITUNG	7
2. DATENERHEBUNG	9
Vorgehensweise und Datenschutz	9
2.1 Aufbereitung der Daten	10
2.2 Datenqualität	11
3. BESTANDSANALYSE	12
3.1 Gemeindestruktur	12
3.2 Gebäudestruktur	13
3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur	16
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2019	23
3.5 Wärmebedarf	26
3.6 Fazit Bestandsanalyse	28
4. POTENZIALANALYSE	29
4.1 Energetische Sanierung	29
4.2 Wärmenetzpotenziale	34
4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmeerzeugung	36
4.4 Fazit Potenzialanalyse	59
5. ZIELSZENARIO	61
5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs	61
5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2035	63
5.3 Eignungsgebiete	64
5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2035	67
5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario	83
5.6 Fazit Zielszenario	90
6. WÄRMEWENDESTRATEGIE	91
6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen	91
6.2 Begleitende Maßnahmen	108
6.3 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans	113
6.4 Fazit Wärmewendestrategie	115
7. AKTEURSBETEILIGUNG	116
8. SCHLUSSBETRACHTUNG	119
9. QUELLENVERZEICHNIS	121
ANHANG	123

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS.....	Allgemeines Liegenschaftskataster
BAU.....	Business as usual
BEW.....	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW.....	Blockheizkraftwerk
DH_RH.....	Doppel-/Reihenhaus
DWA.....	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EFH.....	Einfamilienhaus
EL_NSP.....	Nachtspeicheröfen
EWärmeG.....	Erneuerbare-Wärme-Gesetz
GAS_ALT.....	Bestehende Gasheizungen
GAS_BG.....	Gasheizungen mit beigemischten Biomethan
GAS_PV.....	Gasheizungen mit Photovoltaikanlage
GAS_STH.....	Gasheizungen mit Solarthermie
GHD.....	Gewerbe, Handel & Dienstleistungen
GIS.....	geographisches Informationssystem
GMFH.....	großes Mehrfamilienhaus
GTP.....	Gasnetzgebietstransformationsplan
GWh.....	Gigawattstunden
H2_IND.....	Wasserstoff für industrielle Prozesse
HOLZ.....	Holzbeheizte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel)
HOLZ_STH.....	Holzbeheizte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel) mit Solarthermie
KEA BW.....	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KEFF+.....	Regionale Kompetenzstelle für Ressourceneffizienz
KlimaG BW.....	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG BW.....	Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg
kW.....	Kilowatt
kWh.....	Kilowattstunde
KWK.....	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP.....	Kommunale Wärmeplanung
LUBW.....	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LWWP.....	Luft-Wasser-Wärmepumpen
LWWP_PV.....	Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Photovoltaik
m ²	Quadratmeter
MAX.....	Maximum, maximal
MFH.....	Mehrfamilienhaus
MIN.....	Minimum, minimal
MW.....	Megawatt
MWh.....	Megawattstunden
OEL_ALT.....	Bestehende Ölheizungen
PV.....	Photovoltaik
QR.....	Quick Response
SWWP.....	Sole-Wasser-Wärmepumpe
SWWP_PV.....	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik
WN.....	Wärmenetz

1. Einleitung

Für das Gelingen der Wärmewende ist es erforderlich, begleitend zu den Aktivitäten auf Bundes- und Landesebene, auch lokale Umsetzungsstrategien zu entwickeln. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes des Landes Baden-Württemberg (KSG BW) im Oktober 2019 wurde daher die Kommunale Wärmeplanung (KWP) als Planungsinstrument auf kommunaler Ebene auf den Weg gebracht. Die Stadtkreise und großen Kreisstädte sind nun gem. § 27 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes (KlimaG BW) verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan aufzustellen und diesen spätestens alle 7 Jahre fortzuschreiben. Schwäbisch Gmünd zählt mit 62.325 Einwohnenden (Stand 31.12.2022) zu den verpflichteten Städten.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, eine flächendeckende Daten- und Informationsgrundlage für das gesamte Stadtgebiet zu schaffen. Diese stellt die Ausgangssituation der Wärmeversorgung im Basisjahr dar und beschreibt den Transformationsprozess hin zu einer langfristig CO₂-neutralen Wärmeversorgung des Stadtgebiets bis zum Jahr 2035, also fünf Jahre früher als gesetzlich vorgeschrieben. Dabei geht es zum einen um die sukzessive Reduzierung des Wärmeenergiebedarfs und zum anderen um die Umstellung der Wärmeerzeugung bzw. -bereitstellung auf erneuerbare Energien und Abwärme. Für Schwäbisch Gmünd wurde das Jahr 2019 als Basisjahr festgelegt.

Um die Kommunale Wärmeplanung auf möglichst verlässliche Zahlen zu stützen, sind die Gemeinden und Städte in Baden-Württemberg nach § 33 KlimaG BW berechtigt, vorhandene Verbrauchs- und Anlagendaten bei der Verwaltung, den Energieversorgungsunternehmen, den Gewerbe- und Industriebetrieben und den Schornsteinefegern zu erheben. Die Regelungen des § 33 KlimaG BW schaffen dabei einerseits die nach allgemeinem Datenschutzrecht erforderliche Rechtsgrundlage für die Datenübermittlung und legen andererseits fest, welche Daten zum Zwecke der Wärmeplanung übermittelt werden dürfen und wie damit umzugehen ist.

Um ein koordiniertes Vorgehen aller lokalen bzw. regionalen Akteure zu forcieren, ist eine enge Verzahnung des kommunalen Wärmeplans mit anderen kommunalen Planungsinstrumenten (z.B. integrierte Stadtentwicklung, Bauleitplanung) erforderlich. Die Stadtverwaltung wird „auf dem Weg zur nachhaltigen Stadtentwicklung GMÜND 2035 inklusive des Ziels einer klimaneutralen Stadt bis 2035“ [1] von den AGENDA 2030-Arbeitskreisen „Klimarat“, „Mobilität“ und „Eine Welt“ begleitet.

Für die fachliche Begleitung bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans beauftragte die Stadt Schwäbisch Gmünd als zuständige Stelle das Ingenieurbüro RBS wave GmbH. Beratend standen außerdem die Stadtwerke Schwäbisch Gmünd zur Seite. Im Rahmen einer Akteursbeteiligung wurden Unternehmen durch eine Unternehmensbefragung zu Abwärmepotenzialen in den kommunalen Wärmeplan Schwäbisch Gmünd eingebunden. Im vorliegenden Abschlussbericht werden die vier Hauptbestandteile des kommunalen Wärmeplans erläutert:

1. Bestandsanalyse (Kapitel 3)
2. Potenzialanalyse (Kapitel 4)
3. klimaneutrales Zielszenario 2040 (Kapitel 5)
4. Wärmewendestrategie (Kapitel 6)

Für das methodische Vorgehen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurde der Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg in der Fassung vom Dezember 2021 herangezogen [2]. Der Leitfaden enthält neben konkreten Hinweisen zur Erarbeitung auch detaillierte Informationen zum Hintergrund und zur Einordnung der kommunalen Wärmeplanung.

2. Datenerhebung

Die Datenerhebung und -verarbeitung erfolgt stets im Einklang mit den Anforderungen des Datenschutzes. Der Umfang der Datenerhebung ist in §33 KlimaG Baden-Württemberg geregelt. Grundlage für eine praxisnahe und umsetzungsorientierte Kommunale Wärmeplanung ist eine solide und umfassende Datenbasis. Dazu gehören nicht nur die aktuell benötigten Wärmemengen und Energieträger. Ebenso wichtig ist es zu wissen, wie die Wärme heute erzeugt wird und welche Voraussetzungen für eine zukünftige Wärmeversorgung damit verbunden sind.

Vorgehensweise und Datenschutz

Für die Datenerhebung wurden vom Auftraggeber, Netzbetreiber, Energieversorger, Schornsteinfeger, Unternehmen und weitere für die Kommunale Wärmeplanung relevante Akteurinnen und Akteure kontaktiert. Die Datenabfrage und -übermittlung erfolgte jeweils über die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner der Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd und der Stadtwerke, die die Informationen über eine passwortgeschützte Cloud den Bearbeitern zur Verfügung stellten.

Online-Umfrage industrielle Abwärme

Zur Identifizierung möglicher Abwärmequellen bei Betrieben der Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wurde ein Online-Fragebogen, basierend auf der KEA BW-Vorlage „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“ [3] erstellt. Die relevanten Unternehmen wurden vom Auftraggeber per Postbrief sowie E-Mail mit QR-Code zur Teilnahme an der Fragebogenaktion eingeladen. Neben firmenspezifischen Daten wurden Brennstoffverbräuche und Abwärmeaufkommen nach Art und zeitlicher Verfügbarkeit sowie die Bereitschaft, Abwärme an Dritte abzugeben, abgefragt.

Energieversorger & Netzbetreiber

Für die Datenabfrage bei den Energieversorgern und Verteilnetzbetreibern wurden jeweils tabellarische Vorlagen mit den benötigten Daten zur Verfügung gestellt. Die Abfrage bei den Akteurinnen und Akteuren erfolgte hier über die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd. Intern konnte so eine tabellarische Auflistung der adressscharfen Jahresverbräuche der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Strom für Wärmeanwendungen zur Verfügung gestellt werden. Weiters wurde eine Auflistung aller zentralen Wärmeerzeuger für die bestehenden Wärmenetze sowie die gebäudescharfen Wärmeverbrauchsmengen zur Verfügung gestellt. Für alle Daten wurde das Basisjahr 2019 festgelegt.

Schornsteinfeger

Das elektronische Kkehrbuch der Bezirksschornsteinfeger wurde speziell für die Datenlieferung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit einer Schnittstelle zum Export von passwortgeschützten CSV-Dateien ausgestattet. Diese wurden über die Stadt Schwäbisch Gmünd abgerufen und an die Bearbeitenden weitergeleitet. Der Umfang des Exports aus dem elektronischen Kkehrbuch umfasst die adressscharfen Feuerstätten nach Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung, Baujahr sowie weitere Informationen zu Brenn- bzw. Heizwert und Zentral- bzw. Einzelraumheizung.

2.1 Aufbereitung der Daten

Bei der Aufbereitung der gelieferten Energiedaten wurden folgende Schritte durchgeführt:

1. Vollständigkeitsprüfung

Generell wurde davon ausgegangen, dass die gelieferten Datensätze vollständig sind. Insofern bezog sich die Vollständigkeitsprüfung auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Objekts. Fehlende Daten führten, je nach Relevanz, entweder zur Löschung des betreffenden Objekts oder zur Ergänzung, beispielsweise durch den Mittel- oder Medianwert der anderen Attributausprägungen.

2. Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung

Hierbei wurde geprüft, ob Wertebereich und Verteilung der gegebenen Werte plausibel sind und ob Ausreißer vorlagen.

3. Fehleranalyse und Datenbereinigung

Hierbei wurden fehlerhafte, unvollständige oder doppelte Objekte identifiziert, bewertet und bei Bedarf gelöscht oder ergänzt.

4. Datentransformation und -anreicherung

In diesem Schritt wurde sichergestellt, dass in den Datensätzen dieselben Dimensionen vorliegen. Dies sind bei Energiedaten insbesondere Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Leistungen in Kilowatt (kW), Flächen in Quadratmetern (m²) sowie CO₂-Emissionen in Kilogramm pro Kilowattstunden (kg/kWh). Aufbauend auf den vorangegangenen Schritten wurden die Datensätze um weitere sinnvolle Attribute für die nachfolgenden Analysen angereichert. Dies sind zum Beispiel vom Gebäudetyp abhängige spezifische Anteile an Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme oder flächenbezogene Energieverbräuche (siehe Anhang 2 und Anhang 3).

2.2 Datenqualität

Zur Weiterverarbeitung der Energiedaten im geographischen Informationssystem (GIS) wurden jeweils adressscharfe Informationen abgefragt. Diese Anforderung wurde für alle Datensätze erfüllt, wobei je nach Datenquelle unterschiedliche Fehlerarten auftraten, z.B. Adressen ohne Hausnummer, Energieverbräuche ohne Straßenzuordnung, doppelte Hausnummern. Insgesamt lag die Quote dieser Fehler im niedrigen einstelligen Prozentbereich, so dass für die vorliegenden Datensätze eine sehr gute Datenqualität festgestellt werden konnte. Die Leitungsdaten der Gas- und Wärmenetze wurden als CAD-Dateien geliefert und konnten so direkt in das GIS übernommen werden.

3. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse erfolgt eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmeverbrauchs (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme), einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, sowie der aktuellen Versorgungsstruktur. Anschließend werden aus dem aktuellen Wärmeverbrauch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die Kommunale Wärmeplanung bezieht sich auf das gesamte Gemeindegebiet und schließt damit Gewerbe- und Industriegebiete ein.

3.1 Gemeindestruktur

Die Flächennutzung der Stadt Schwäbisch Gmünd ist in Tabelle 1 im zahlenmäßigen Überblick und in Abbildung 1 räumlich aufgelöst dargestellt. Das Gemarkungsgebiet ist überwiegend durch landwirtschaftlich genutzte Flächen und Waldflächen geprägt. Flächen mit Wohnnutzung machen knapp 8 %, Industrie- und Gewerbeflächen knapp 4 % des Gemarkungsgebiets aus.

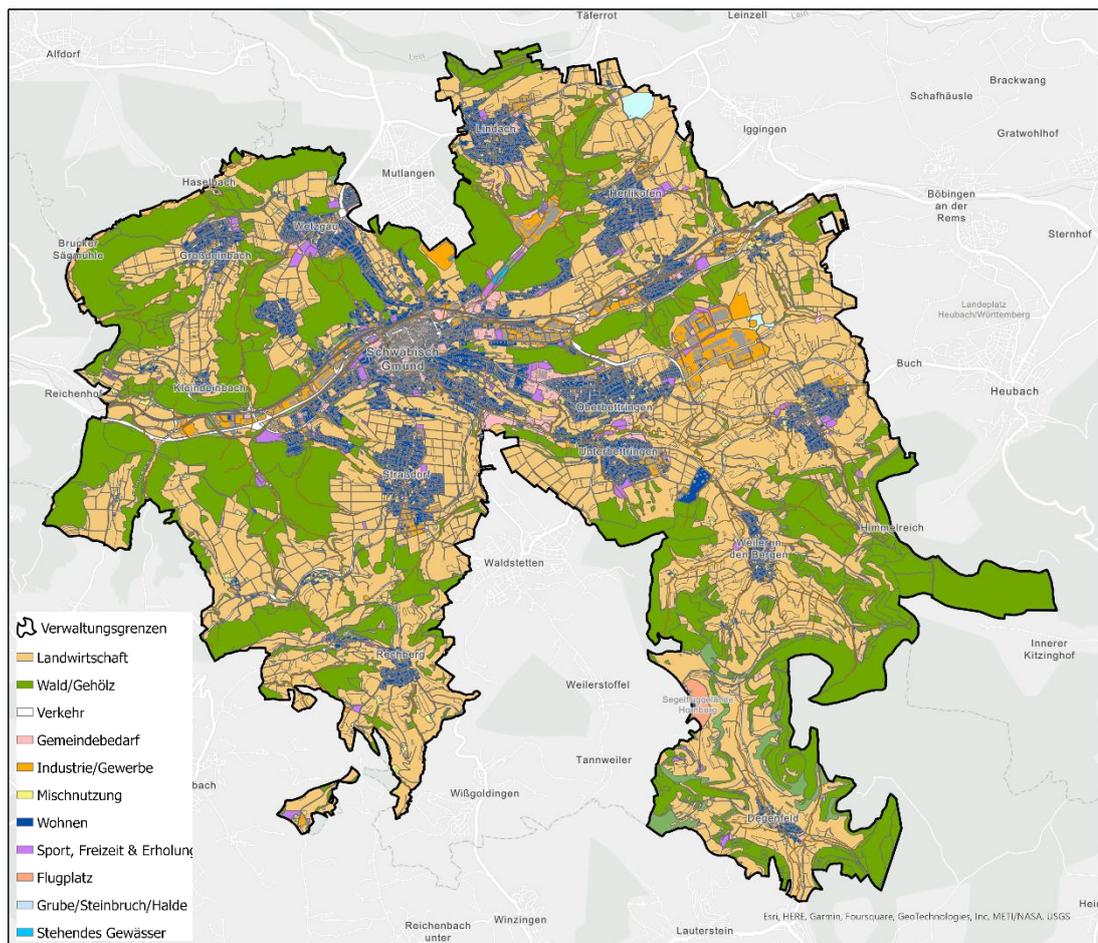


Abbildung 1: Flächennutzung Stadt Schwäbisch Gmünd [4]

Tabelle 1: Relative Anteile der Flächennutzung in Schwäbisch Gmünd [4]

Nutzung	Relativer Anteil
Landwirtschaft	43 %
Wald	35 %
Wohnbebauung	8 %
Industrie- & Gewerbe	4 %
Verkehr	6 %
Sport, Freizeit, Erholung	2 %
Gemischte Nutzung	1 %
Gemeindebedarf	1 %

3.2 Gebäudestruktur

In der Stadt Schwäbisch Gmünd wurden 15.237 beheizte Gebäude identifiziert, welche zu 87 % dem Sektor Wohnen und zu 11 % dem Sektor Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (GHD) & Sonstiges zugewiesen werden können (siehe Tabelle 2). Im Gemarkungsgebiet liegen insgesamt 236 wärmebedarfsrelevante kommunale Gebäude, was einem Anteil von 2 % an den beheizten Gebäuden entspricht.

Tabelle 2: Aufteilung der Gebäudenutzung Stadt Schwäbisch Gmünd [4], [5]

Gebäudenutzung	Gebäudeanzahl	Relativer Anteil der beheizten Gebäude an der Gesamtzahl
Wohnen	13.240	87 %
GHD, Sonstige	1.712	11 %
Kommunale Gebäude	236	2 %
Verarbeitendes Gewerbe	49	0,3 %
Beheizte Gebäude gesamt	15.237	100 %
Nicht klassifizierte Gebäude *	16.455	

* Gebäude i.d.R. ohne Wärmebedarf, z.B. Garage, Scheune, Stall etc.

Die Struktur der Wohnbebauung in Schwäbisch Gmünd wird aus Abbildung 2 ersichtlich, welche zu großen Teilen durch Einfamilienhäuser (EFH) und Doppel- bzw. Reihenhäuser (DH_RH) geprägt ist. Bei 13 % der Wohngebäude handelt es sich um (große) Mehrfamilienhäuser (MFH bzw. GMH). Mit Blick auf die Verteilung der Baualtersklassen lassen sich die historischen Gebäude der Altstadt in Schwäbisch Gmünd wiederfinden – insgesamt 10 % der Wohngebäude wurden vor 1918 erbaut.

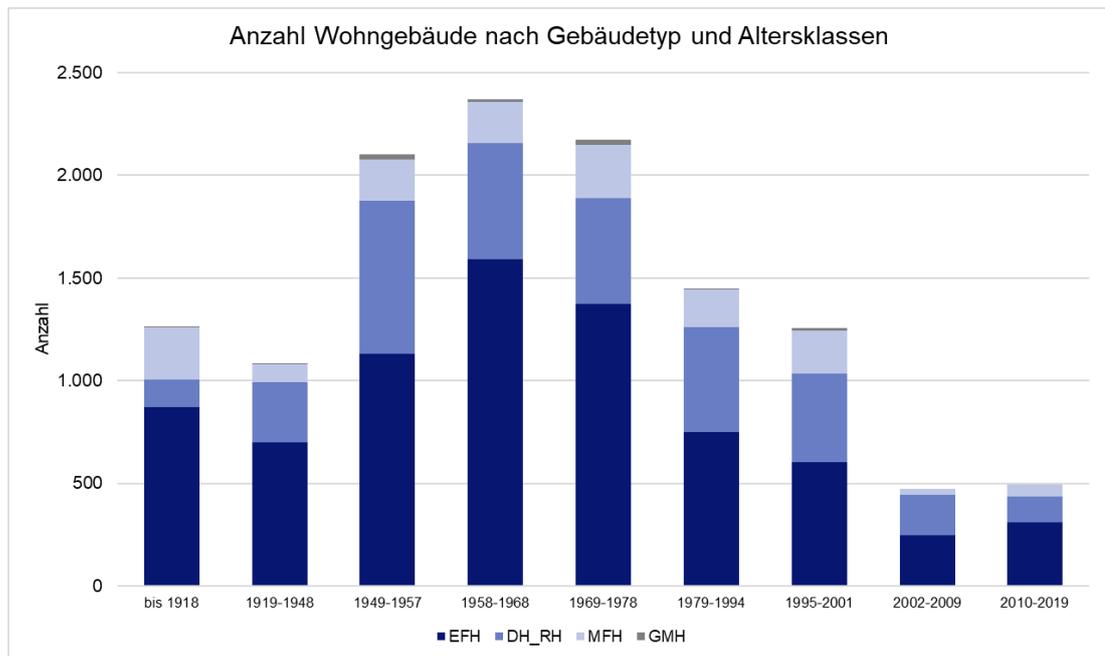


Abbildung 2: Wohngebäude in Schwäbisch Gmünd nach Gebäudetyp und Altersklasse [6]

Kommunale Gebäude spielen in der lokalen Wärmewende eine wichtige Rolle, da ihnen einerseits eine Vorreiterrolle zukommt und diese andererseits als Keimzelle für Wärmenetze wirken können. Diese Liegenschaften werden im Wärmeplan daher gesondert ausgewiesen, wie Abbildung 3 beispielhaft zeigt. Bei den kommunalen Gebäuden handelt es sich nicht zwangsläufig um öffentlich zugängliche Gebäude – auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.



Abbildung 3: Ausschnitt öffentlicher Gebäude in der Altstadt mit Kennzeichnung der kommunalen Gebäude [5]

3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur

3.3.1 Heizungen nach Energieträgern

Die Unterteilung der Heizungen nach Energieträgern wurde anhand von gebäudescharfen Verbräuchen sowie den Anlagendaten der Bezirksschornsteinfeger vorgenommen. Lagen für ein Gebäude, das aufgrund seiner Nutzung gemäß des Allgemeinen Liegenschaftskatasters (ALKIS) als „beheizt“ einzustufen ist, keinerlei Verbrauchs- oder Anlageninformationen vor, wurde angenommen, dass dieses mit Heizöl beheizt wird. Für jüngere Gebäude, die nach 2010 erbaut wurden, wurde davon ausgegangen, dass diese mit Pellets beheizt werden. Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden abhängig von Baualterklasse und Gebäudetyp unterschiedliche flächenspezifische Bedarfswerte verwendet und mit der beheizten Fläche multipliziert. Aus Tabelle 3 ist abzulesen, dass die Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd im Basisjahr 2019 noch stark fossil geprägt war und ca. 84 % der Heizungen mit Erdgas oder Heizöl betrieben wurden. Zu den fossil beheizten Gebäuden lassen sich darüber hinaus noch jene zählen, die an eines der zumindest teilweise fossil befeuerten Wärmenetz angeschlossen sind. 6 % der Heizungen in Schwäbisch Gmünd wurden elektrisch betrieben – hierbei waren Wärmepumpen häufiger vertreten als Nachtspeicheröfen.

Tabelle 3: Eingesetzte Heizungen unterteilt nach Primärbrennstoffen [7]–[10]

Heizungen nach Primärbrennstoff	Anzahl Heizungen	Relativer Anteil
Heizöl	6.181	41 %
Erdgas	6.520	43 %
Holz (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel)	1.290	8 %
Wärmepumpe	581	4 %
Wärmenetze	420	3 %
Nachtspeicher	244	2 %
Klärgas	1	0,01 %
Summe	15.237	100 %

Da in Tabelle 3 die Heizungen nach ihrem Primärbrennstoff ausgewiesen werden, werden kleinere Holzöfen oder Solarthermieranlagen zur Heizungsunterstützung an dieser Stelle nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Altersstrukturen der fossilen Heizungen in Schwäbisch Gmünd im Vergleich zu Deutschland – hierfür wurden sämtliche verfügbaren Datensätze der Bezirksschornsteinfeger ausgewertet [7].

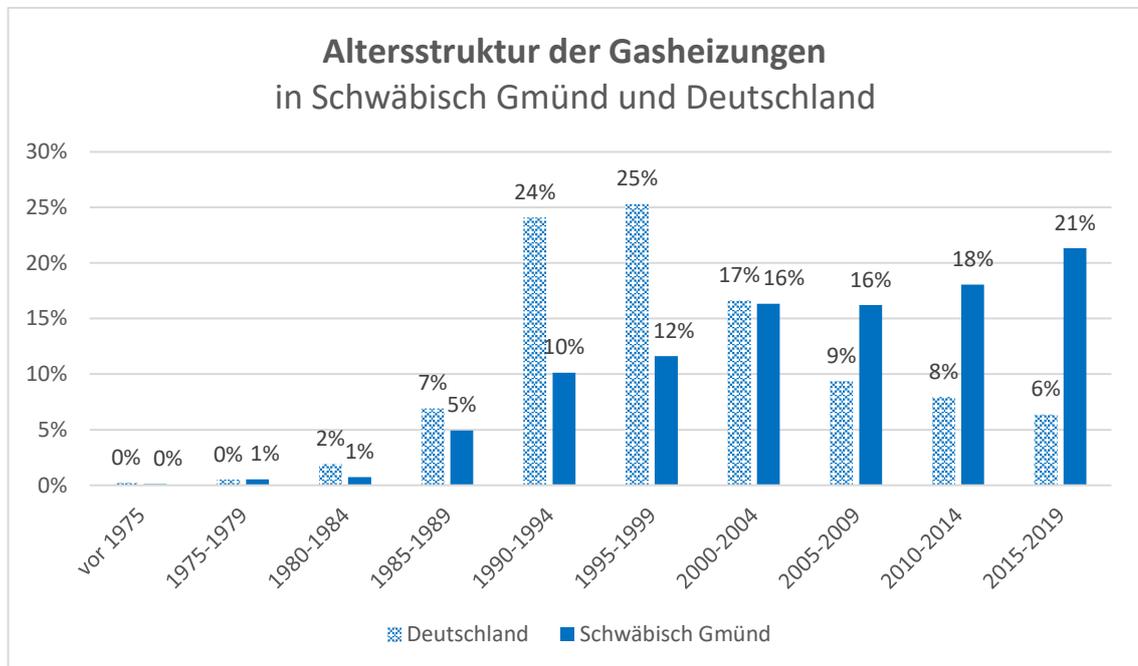


Abbildung 4: Altersstruktur der Gasheizungen in Schwäbisch Gmünd und Deutschland

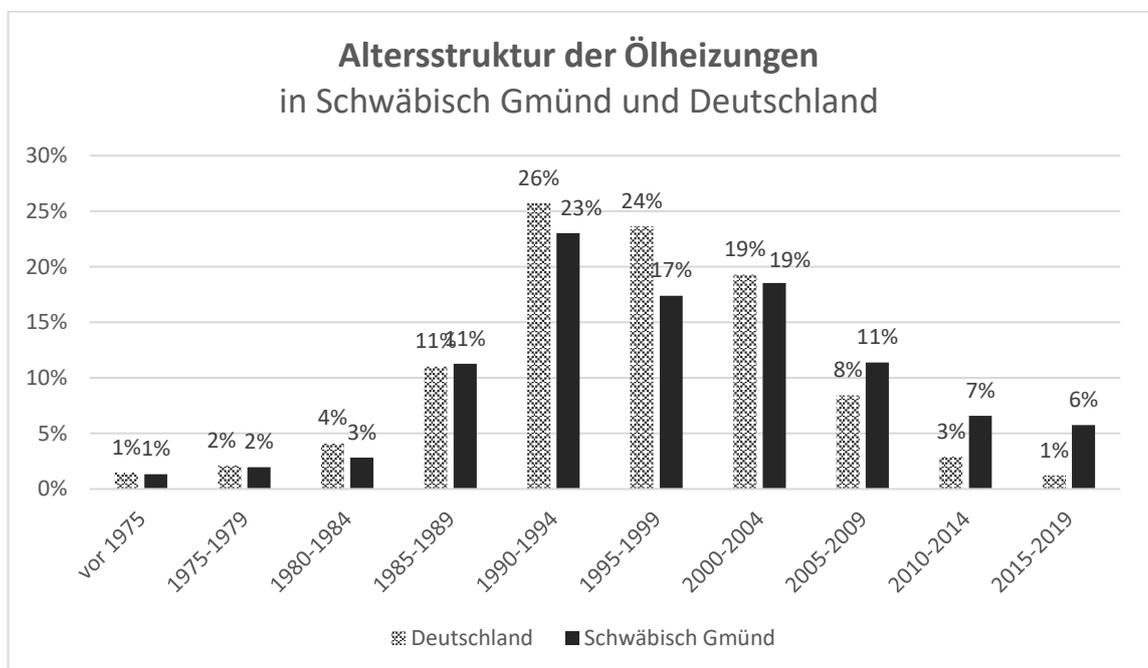


Abbildung 5: Altersstruktur der Ölheizungen in Schwäbisch Gmünd und Deutschland

Es lässt sich ablesen, dass die Ölheizungen in Schwäbisch Gmünd tendenziell älter sind als die Gasheizungen. Im Basisjahr 2019 waren insgesamt knapp 40 % der Ölheizungen in Schwäbisch Gmünd vor 1995 eingebaut worden und waren damit älter als 25 Jahre (Abbildung 5). Die Altersstruktur ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil diese älteren Heizungen spätestens nach 30 Jahren ausgewechselt werden müssen – hier bietet sich die Chance fossile Heizungssysteme durch regenerative zu ersetzen.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Schwäbisch Gmünder Gasheizungen verglichen mit dem Bundesschnitt deutlich jünger sind. Ca. 40 % der lokalen Gasheizungen sind nach 2010 installiert worden und waren somit im Basisjahr 2019 maximal 10 Jahre alt. Hier zeigt sich die Herausforderung für die Stadt Schwäbisch Gmünd – die Gasheizungen sind noch so jung, dass nicht mit einem zeitnahen Wechsel hin zu erneuerbaren Wärmequellen oder dem Anschluss an ein potenzielles Wärmenetz zu rechnen ist.

3.3.2 Gasversorgung

Im Stadtgebiet existiert, mit Ausnahme der südöstlich gelegenen Teilorte Weiler in den Bergen, Herdtlinsweiler und Degenfeld, eine weitreichende Erdgasversorgung. Diese wird in Abbildung 6, aus Gründen des Datenschutzes in einer Aggregation von 100 x 100 Metern mit mindestens fünf Gebäuden, dargestellt. Die Rasterkacheln sind blau markiert, wenn mehr als 50 % der örtlichen Heizungen mit Erdgas befeuert werden. Im Jahr 2020 wurden 6.070 Gebäude in Schwäbisch Gmünd mit rund 480 GWh Gas versorgt. Tabelle 4 schlüsselt die Gasabnahme nach Sektoren auf. Nicht berücksichtigt wurden hierbei die Gasmengen, welche in den Heizzentralen für den Betrieb der drei Wärmenetze verfeuert wurden. Die daraus resultierenden Wärmemengen wurden den angeschlossenen Verbrauchern zugeordnet (siehe Kapitel 3.3.3).

Tabelle 4: Erdgasverbrauch nach Sektoren [8]

Sektor	Erdgasverbrauch 2020 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	160.400	33 %
Kommunale Gebäude	48.600	10 %
GHD & Sonstiges	202.000	42 %
Verarbeitendes Gewerbe	69.600	14 %
Summe	480.600	100 %

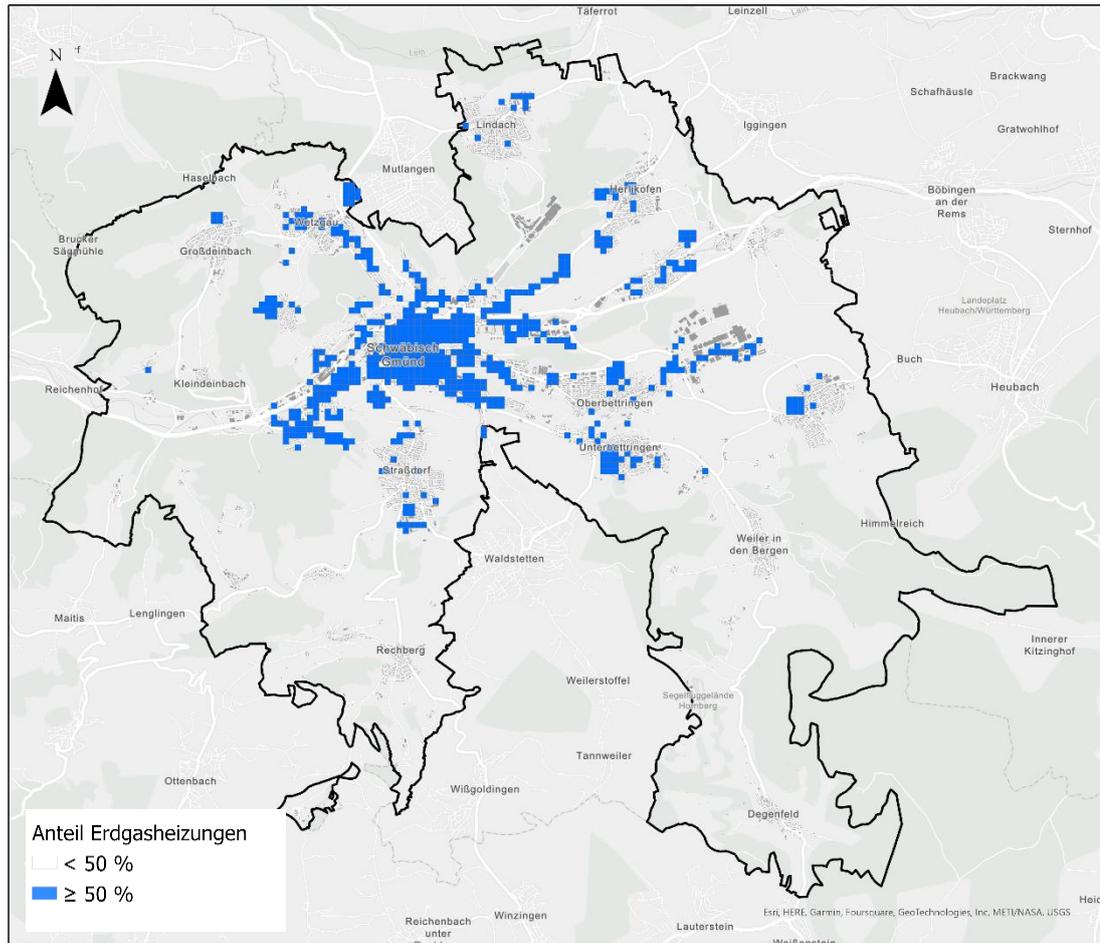


Abbildung 6: Darstellung der mit Gas versorgten Schwerpunktgebiete in Schwäbisch Gmünd

3.3.3 Wärmenetze

In Schwäbisch Gmünd gibt es fünf Wärmenetze, an welche 383 Gebäude angeschlossen sind. Die Wärmenetze befinden sich auf dem Gelände der oberen Halde, des Uniparks, im Ortsteil Bettringen Nordwest, im Wohngebiet Riedacker und im Gebiet Hardt. Im Jahr 2020 wurden in den Netzen insgesamt 24,8 GWh Wärme verteilt. In Tabelle 5 wird die Wärmeabnahme nach Sektoren aufgeschlüsselt.

Tabelle 5: Wärmeverbrauch Wärmenetze nach Sektoren [10]

Sektor	Wärmeverbrauch 2019 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	16.500	66 %
Kommunale Gebäude	5.600	23 %
GHD & Sonstiges	1.800	7 %
Verarbeitendes Gewerbe	900	4 %
Summe	24.800	100 %

Abbildung 7 zeigt die Gebiete, in denen der Anteil der Wärmenetzanschlüsse an der Gesamtanzahl der Heizungen bei über 50 % liegt. Diese wurden in der Karte rot markiert. Im Basisjahr wurde die Wärme durch unterschiedliche Erzeuger bereitgestellt. So wurde das Wärmenetz im Wohngebiet Riedäcker in der beispielsweise mit Holzpellets befeuert, während die Wärmenetze im Unipark oder in Hardt durch Erdgaskessel versorgt werden. Aktuell werden Pläne für ein neues Wärmenetz im Stadtteil Bettringen ausgearbeitet – hier soll zunächst der Osten des Gebietes erschlossen werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Abschlussberichts läuft eine Erhebung, in der die Anzahl möglicher Interessierter und ihre Wärmebedarfe ermittelt werden.

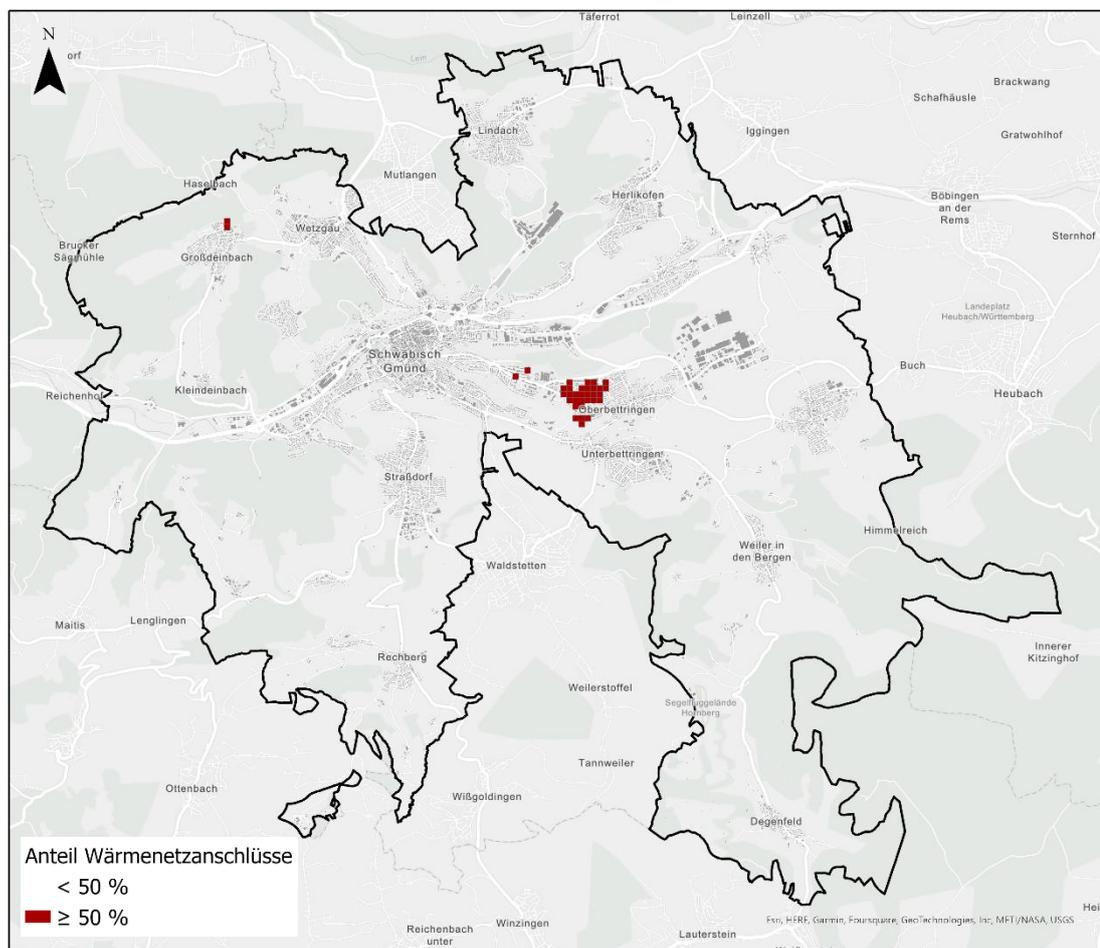


Abbildung 7: Darstellung der Wärmenetz Schwerpunktgebiete in Schwäbisch Gmünd

3.3.4 Schwerpunktgebiete Wärmepumpe

Auf Basis der Stromverbrauchsdaten für Wärmeanwendungen lassen sich Schwerpunktgebiete für Wärmepumpen ausweisen [9]. In diesen Gebieten machen Wärmepumpen mehr als 50 % der Heizungen je Hektar aus. In Abbildung 8 sind diese Gebiete orange eingefärbt. Es handelt sich hierbei meist um Wohngebiete mit jüngerer Bebauung wie z.B. im Straßdorfer Wohngebiet rund um die Hans-Eisele-Straße oder in Wetzgau rund um den Basilikumweg.

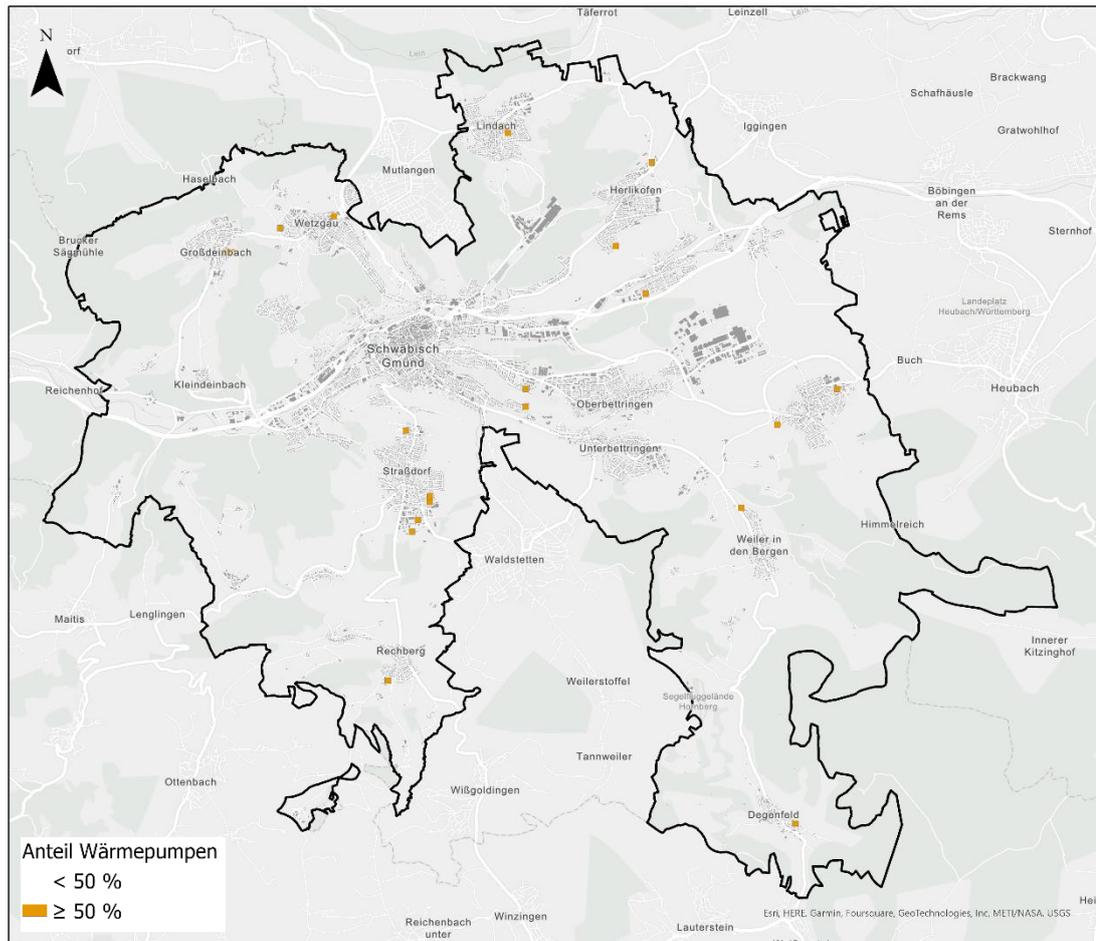


Abbildung 8: Markierte Schwerpunktgebiete mit Wärmepumpen

3.3.5 Schwerpunktgebiete Nachtspeicherheizungen

Schwerpunktgebiete, in denen vor allem Nachtspeicheröfen installiert sind, lassen sich ebenfalls auf Basis der Verbrauchsdaten für Wärmestrom verorten [9]. Diese sind in Abbildung 9 pink markiert und lassen sich vereinzelt in Wohngebieten mit älterer Bebauung, wie z.B. in der Klarenbergstraße, verorten.

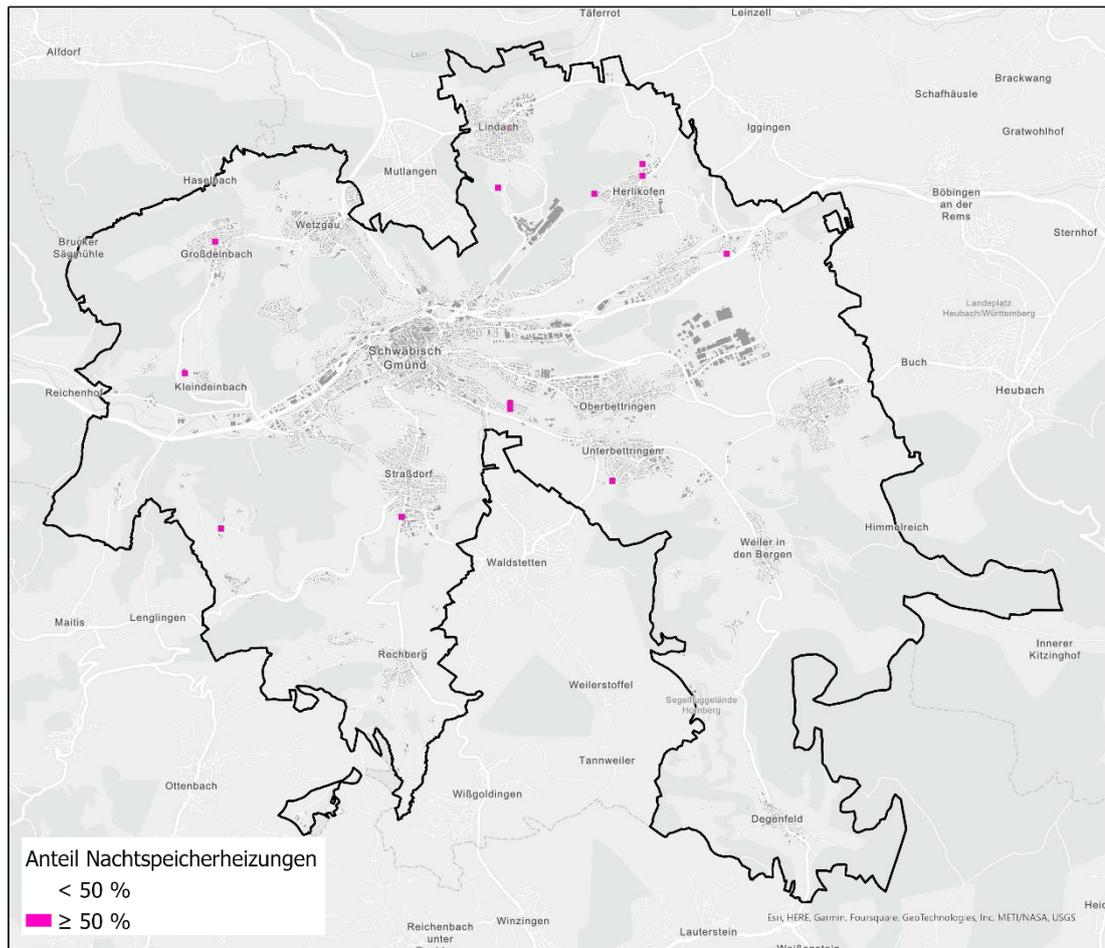


Abbildung 9: Markierte Schwerpunktgebiete mit Nachtspeicheröfen

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2019

Auf Basis der bereitgestellten Verbrauchsdaten sowie der Anlagendaten aus den elektronischen Kheirbüchern lassen sich sämtliche Endenergiebedarfe für die Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd im Basisjahr 2019 bilanzieren. Durch Multiplikation der Energiemengen mit den entsprechenden Emissionsfaktoren (siehe Anhang 1) können die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen bestimmt werden.

3.4.1 Aufschlüsselung nach eingesetzten Brennstoffen

Abbildung 10 zeigt den Endenergiebedarf im Basisjahr und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd, aufgeteilt nach eingesetzten Brennstoffen. Es konnte ein Gesamtendenergiebedarf von 767 GWh ermittelt werden. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wurde ein Großteil der Gebäude im Basisjahr 2019 fossil beheizt. Das spiegelt sich auch in der Endenergiebilanz wider – 90 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf Gas- und Ölheizungen zurückführen. Hinzu kommen noch die Gebäude, die an eines der zumindest teilweise fossil befeuerten Wärmenetze angeschlossen sind – 3 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf die Beheizung dieser Gebäude zurückführen. Holzbefeuerte Heizungen, also Scheitholz-, Hackschnitzel oder Pelletheizungen, haben mit 6 % einen vergleichsweise hohen Anteil am Endenergiebedarf. Die verbleibenden 1% des Endenergiebedarfs können den strombetriebenen Heizungen, also Nachtspeicheröfen und Wärmepumpen, zugeordnet werden.

Die fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl verursachen mit 94 % den Großteil der 187.000 Tonnen CO₂, die im Basisjahr 2019 im Wärmesektor in Schwäbisch Gmünd anfielen. 33 % der Emissionen werden durch Heizöl, 61 % durch Erdgas verursacht. Holz wird mit einem niedrigen Emissionsfaktor bewertet, da es sich hierbei um einen nachwachsenden Rohstoff handelt. Deshalb trägt die Verfeuerung von Holz nur zu knapp 1 % an den Gesamtemissionen bei. Allerdings kann Holz, je nach Herkunft, mit einem deutlich höheren Emissionsfaktor bewertet werden, beispielsweise dann, wenn dem Wald mehr Holz entnommen wird, als nachwächst.

Die auf Wärmestrom basierende Wärmeversorgung verursacht knapp 2 % der CO₂-Emissionen, obwohl nur 1 % des Endenergiebedarfes durch sie bereitgestellt wird. Die Ursache hierfür ist der hohe Emissionsfaktor für den deutschen Strommix im Basisjahr 2019 von 0,478 kg/kWh – da von einem stetigen Ausbau erneuerbarer Energien auszugehen ist, wird sich auch der Emissionsfaktor des eingesetzten Stroms in den kommenden Jahren deutlich reduzieren. So geht beispielsweise die KEA BW davon aus, dass dieser im Jahr 2030 auf 0,270 kg/kWh und im Jahr 2040 auf 0,151 kg/kWh gesunken sein wird [11].

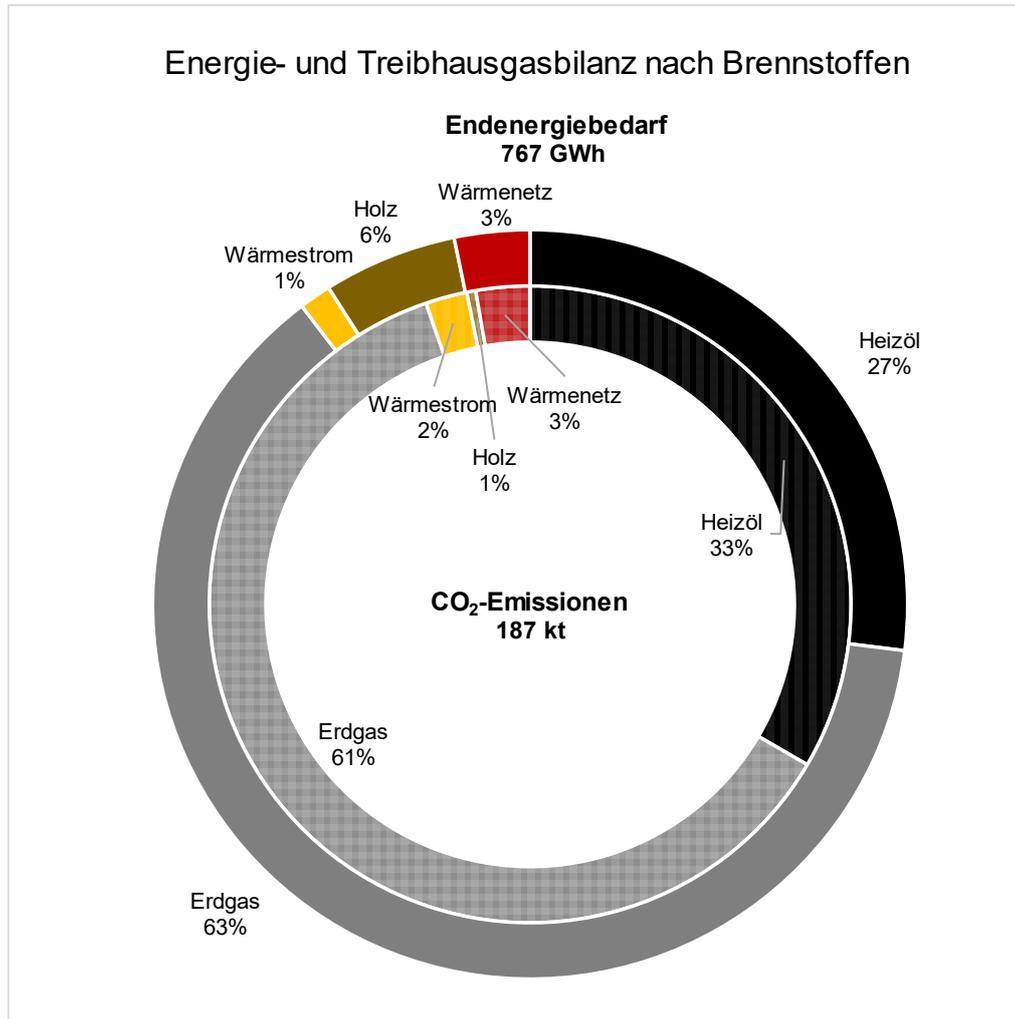


Abbildung 10: Energie- & Treibhausgasbilanz nach eingesetzten Brennstoffen

3.4.2 Aufschlüsselung nach Sektoren

Abbildung 11 zeigt die nach Sektoren aufgeteilten Endenergiebedarfe und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd. Mit 52 % fällt über die Hälfte des Endenergiebedarfs im Sektor Wohnen an. Rund 30 % lassen sich dem Sektor GHD & Sonstiges und 10 % dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes zuordnen. Auf die kommunalen Liegenschaften lassen sich 8 % des gesamten Endenergiebedarfes in Schwäbisch Gmünd zurückführen – hier wird deutlich, weshalb diese in der Kommunalen Wärmeplanung eine Sonderstellung einnehmen. Angesichts der Tatsache, dass die Kommune Eigentümerin ist, kann sie selbst einen Brennstoff- bzw. Heizungswechsel beschließen und realisieren. Sie hat damit ein Vorbildfunktion gegenüber allen anderen Akteuren und Akteurinnen in der Kommune.

In Abbildung 11 werden die 187.00 Tonnen CO₂, welche durch die Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd verursacht werden, den einzelnen Gebäudesektoren zugeordnet. Mit 54 % wird über die Hälfte der Emissionen dem Wohnsektor zugeordnet. Die Sektoren GHD & Sonstiges und das verarbeitende Gewerbe emittierten im Basisjahr 30 % bzw. 9 %. Die kommunalen Liegenschaften verursachten ca. 7 % der CO₂-Emissionen.

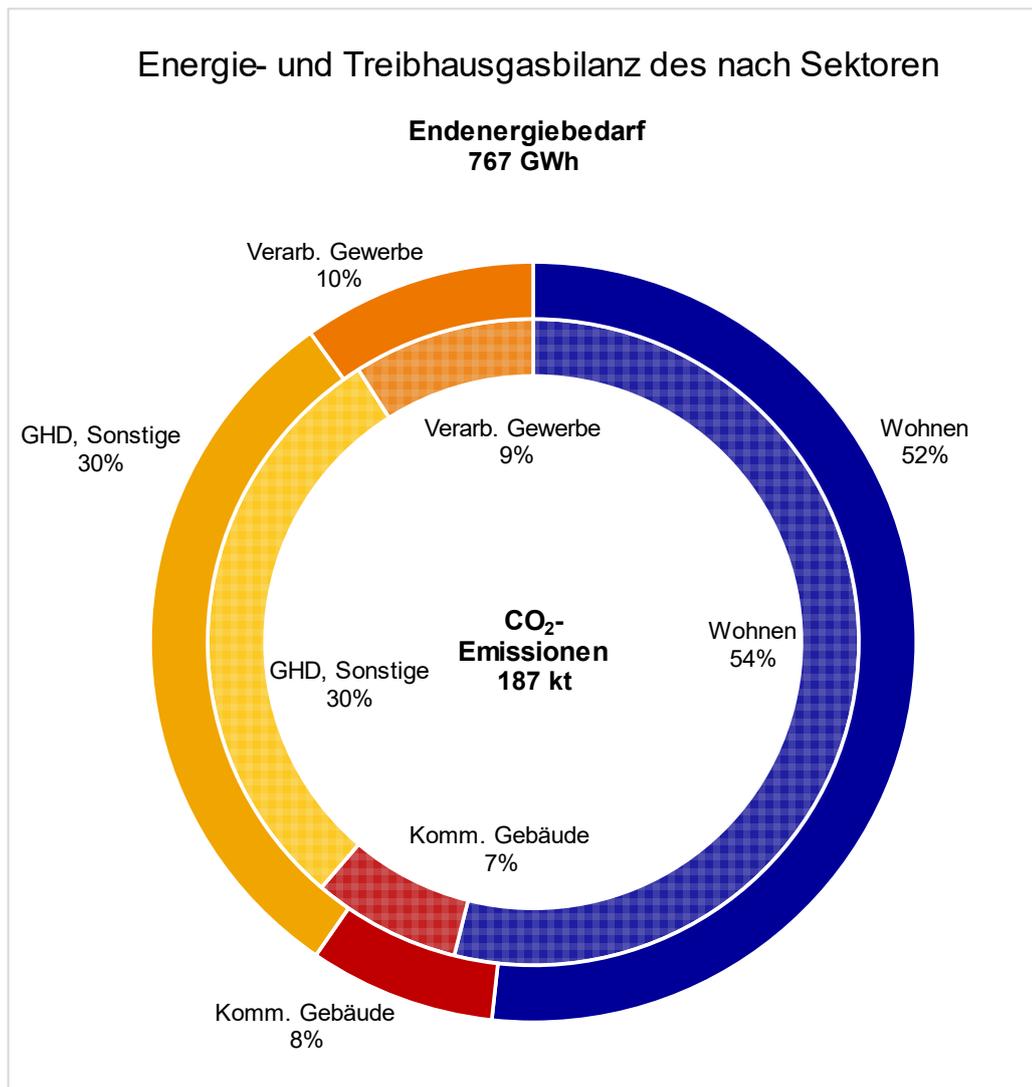


Abbildung 11: Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren

3.5 Wärmebedarf

Auf Basis der in Kapitel 3.4 ermittelten Endenergieverbräuche lassen sich die gebäudescharfen Wärmebedarfe (WB) gemäß Formel (1) ermitteln. Um die Effizienz der unterschiedlichen Heizungstechnologien abzubilden, wurden für die jeweiligen Bestandsheizungen entsprechende Jahresnutzungsgrade bzw. Jahresarbeitszahlen ($\eta_{Heizung}$) angenommen (siehe Tabelle 6) und mit den Endenergieverbräuchen (EEV_{2019}) multipliziert. Insgesamt lässt sich somit für das Basisjahr 2019 ein gesamter Wärmebedarf von knapp 671 GWh in Schwäbisch Gmünd feststellen.

$$WB_{2019} = EEV_{2019} \times \eta_{Heizung} \quad (1)$$

Tabelle 6: Angenommene Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen für Bestandsheizungen

Bestandsheizungen	Jahresnutzungsgrad / Jahresarbeitszahl
Erdgas	0,90
Heizöl	0,80
Wärmenetz	1,00
Wärmepumpe	3,00
Nachtspeicher	0,98
Pelletkessel	0,80

Der gebäudescharfe Wärmebedarf lässt sich auf den Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmebedarf aufteilen. Die Anteile hierfür unterscheiden sich je nach Gebäudenutzung, -typ und Baualtersklasse. So hat beispielsweise ein Bürogebäude einen geringeren Anteil an Warmwasser als ein Wohngebäude. Die Aufteilung des Bedarfs nach Verwendung ist deshalb von Bedeutung, da insbesondere der Raumwärmebedarf stark von der Außentemperatur abhängig ist und deshalb je nach Witterung unterschiedlich hoch ist. Die Annahmen, die für die Aufteilung der Wärmebedarfe getroffen worden sind, sind im Anhang in Anhang 2 und Anhang 3 aufgelistet. Da für die Kommunale Wärmeplanung in Schwäbisch Gmünd das Basisjahr 2019 betrachtet wurde, musste im nächsten Schritt dargestellt werden, inwiefern die Witterung den Raumwärmeverbrauch in diesem beispielhaften Jahr beeinflusst hat. Als Berechnungsgrundlage wurde hierfür die vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Klimafaktoren (Kf) genutzt [12]. Der Klimafaktor für das Jahr 2019 am Standort Schwäbisch Gmünd beträgt 1,06, was bedeutet, dass es in diesem Jahr etwas wärmer war als im gleichen Jahr am Referenzort Potsdam. Um darüber hinaus abzubilden, ob es im Vergleich zu den anderen Jahren ein besonders warmes oder kaltes Jahr in Schwäbisch Gmünd war, wurde der Klimafaktor des Jahres 2019 ins Verhältnis zum

Mittelwert der Klimafaktoren der letzten 10 Jahre gesetzt. Schlussendlich ergibt sich damit für die Wärmebedarfsermittlung ein anzusetzender Klimafaktor von 1,09, was bedeutet, dass 2019 ein vergleichsweise warmes Jahr in Schwäbisch Gmünd war und darauf schließen lässt, dass der Raumwärmeverbrauch in diesem Jahr entsprechend geringer gewesen ist als in einem durchschnittlichen Jahr.

Für die Berechnung des witterungsbereinigten Wärmebedarfs (WB_{kb}) ergibt sich somit in Abhängigkeit von den gebäudespezifischen Anteilen für Raumwärme (RW), Warmwasser (WW) und Prozesswärme (PW) folgende Formel (2):

$$WB_{kb} = WB_{2019} \times (RW \times \frac{KF_{2019}}{\bar{KF}_{2009-2019}} + WW + PW) \quad (2)$$

Nach Witterungsbereinigung des Raumwärmebedarfs lässt sich somit ein Gesamtwärmebedarf von durchschnittlich 720 GWh pro Jahr in Schwäbisch Gmünd ermitteln.

3.6 Fazit Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurde sowohl die Gemeinde- als auch die Gebäudestruktur in Schwäbisch Gmünd betrachtet. Die Flächen außerhalb des Stadtkerns werden vorwiegend land- oder forstwirtschaftlich genutzt und sind deshalb auch lockerer bebaut. Flächen, welche durch Wohngebäude belegt werden, machen 8 % der Gesamtfläche aus und befinden sich vor allem im Stadtkern und in den Zentren der Teilorte Schwäbisch Gmünds. Die Wohnbebauung wird durch Einfamilien- und Doppel- bzw. Reihenhäuser dominiert, wovon der Großteil in der Mitte des letzten Jahrhunderts erbaut worden ist.

Mit Blick auf die Beheizungsstruktur lässt sich bilanzieren, dass im Basisjahr 2019 der Anteil der fossilen Einzelheizungen bei knapp 84 % lag. Mit Erdgas befeuerte Kessel stellten dabei die dominierende Technologie dar.

Zusammenfassend lassen sich über 90 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden können, auf fossile Einzelheizungen zurückführen. Mit Blick auf die Sektoren entfallen mit 52 % mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor – ihm lassen sich auch knapp 87 % der beheizten Gebäude zuordnen. Der Sektor des verarbeitenden Gewerbes macht ca. 10 % des Endenergiebedarfs und 9 % der wärmebedingten Emissionen aus.

Grundsätzlich hat die Stadt Schwäbisch Gmünd eine Vorbildfunktion und kann als Eigentümerin zahlreicher Gebäude ca. 8 % des Endenergieverbrauchs und die damit einhergehenden Emissionen im Wärmesektor direkt beeinflussen. Hinzu kommen noch weitere öffentliche Gebäude, die sich jedoch nicht im Eigentum der Kommune befinden. Kommunale und öffentliche Gebäude können als Keimzellen für Wärmenetze dienen, da die Kommune hier in der Position ist, über ihre Wärmeversorgung selbst zu entscheiden.

4. Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse werden einzelne Potenziale der Gebäudesanierung und der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung im Gemarkungsgebiet Schwäbisch Gmünds untersucht. Bedarfsseitig wird eine Senkung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung der Gebäudehülle berücksichtigt. Erzeugerseitig spielt der Einsatz erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung eine wichtige Rolle. Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung sind die Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen, Windkraft und Wasserkraft. Potenziale zur Auskopplung von Abwärme sind in industriellen Prozessen oft schwierig zu identifizieren und abzuleiten. Eine Unternehmensumfrage zur Auskopplung industrieller Abwärme sorgte für positive Rückmeldungen seitens der Unternehmen. Potenziale zur Wärmeerzeugung stellen z.B. Energieholz zur thermischen Verwertung, Abwasserwärme oder Geothermie dar. Eine kombinierte Form der Strom- und Wärmeerzeugung sind Kraft-Wärmekopplungsanlagen (KWK) regenerativer Brennstoffe, wie z.B. Biomethan oder Wasserstoff. Im Folgenden wird auf diese Potenziale eingegangen.

4.1 Energetische Sanierung

Gemäß dem KEA-Leitfaden wird bei der Ermittlung der Einsparpotenziale der Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung zwischen Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. Das Sanierungspotenzial von Wohngebäuden wird in Kapitel 4.1.1 erläutert. Zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden wird über einen pauschalen Minderungsfaktor der Energieeinsparung in den Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und GHD abgebildet.

Der Wärmebedarf kann für Wohngebäude und Gewerbe in Heizwärme und Warmwasser untergliedert werden. In den Sektoren GHD und verarbeitendem Gewerbe besteht häufig ein Bedarf an Prozesswärme. Die Einsparpotenziale durch Sanierung beziehen sich auf die Reduktion der Heizwärme.

Das Sanierungspotenzial bezieht sich ausschließlich auf die Bestandsgebäude. Für Neubauten, mit einem Baujahr ab 2019, wird kein Einsparpotenzial durch Sanierung angenommen, da diese den neusten energetischen Sanierungsstandards entsprechen. Die Neuansiedelung und Abriss von Wohngebäuden werden im Zielszenario unter Kapitel 5.1 berücksichtigt.

4.1.1 Sanierungspotenzial Wohngebäude

Um die Klimaschutzziele Deutschlands und des Landes Baden-Württemberg zu erreichen, sind umfassende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudesektor zur Reduktion des Wärmebedarfs nötig. Derzeit beträgt die Sanierungsquote bundesweit ca. 1 %, ein Wert, der als deutlich zu niedrig angesehen wird [13].

Problematisch bei der Betrachtung einer Sanierungsquote ist insbesondere die Tatsache, dass es keine einheitliche Definition dieses Terminus gibt. So kann z.B. sowohl eine Teil- als auch eine Vollsanierung zu gleichem Anteil in diese Quote eingehen. Des Weiteren wird teilweise auch der Heizungstausch als Sanierungsmaßnahme hinzugerechnet.

Im Folgenden wird der Begriff Sanierungsquote ausschließlich in Bezug auf Maßnahmen an der Gebäudehülle (Fassadendämmung, Fenstertausch, Dach-/Geschossdeckendämmung), die den Wärmebedarf in einem Gebäude senken, verwendet.

Um abzuschätzen, in welchen Bereichen des Gmünder Stadtgebiets im Sektor Wohnen ein besonders hohes Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen vorliegt, werden basierend auf den Baualtersklassen sowie den erhobenen bzw. berechneten Endenergieverbräuchen gebäudescharfe Einsparpotenziale errechnet. Diese Potenziale ergeben sich aus dem Abgleich des Ist-Wertes mit den bestmöglich erreichbaren spezifischen Kennwerten nach dem KEA-Technikkatalog.

Für die Ermittlung des maximalen Einsparpotenzials an Wärme, im Weiteren Sanierungspotenzial genannt, wird die im KEA-Leitfaden vorgeschlagene, vereinfachte Bilanzierungsmethode angewendet. Das maximale Sanierungspotenzial eines Gebäudes ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen dem Wärmeverbrauchs- bzw. -bedarfswert im Basisjahr und dem Wärmebedarfs-Zielwert, welcher aus der beheizten Fläche des Gebäudes und dem je Gebäudealtersklasse zu Grunde gelegten minimalen Verbrauchswert (in der Abbildung 12 durch den grauen Balken symbolisiert) gebildet wird.

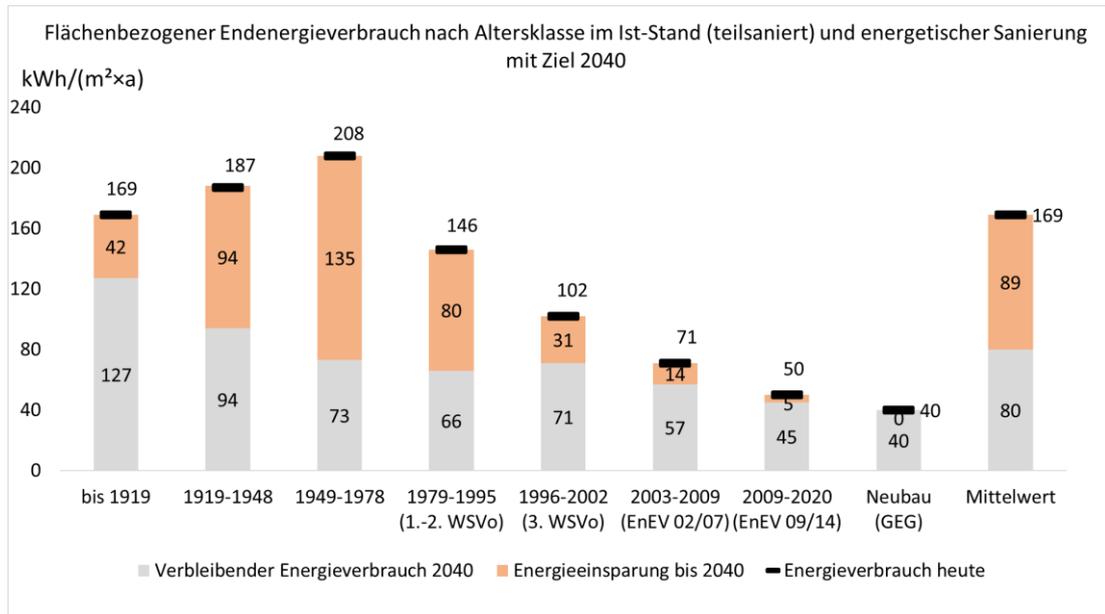


Abbildung 12: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040 [2]

Das maximale Sanierungspotenzial für Wohngebäude im Stadtgebiet Schwäbisch Gmünds ist in der folgenden Abbildung 13 dargestellt. Es können nun Stadtgebiete identifiziert werden, in denen ein hohes Sanierungspotenzial vorliegt.

Auf den ersten Blick lassen sich zusammenhängende Gebiete mit mittlerem Sanierungspotenzial in den Teilorten erkennen. Ein mittleres Sanierungspotenzial befindet sich beispielsweise im Norden Straßdorfs mit Einfamilienhäusern. Im Westen Herlikofens oder im Osten Oberbettringens zeichnen sich Gebiete gleichen Bautyps, Flachdachbauten und Altersklasse ab. In der Stadt Schwäbisch Gmünd zeigen sich zusammenhängende Sanierungspotenziale in den Stadtteilen Hardt oder Bettringen. Entlang von Straßenzügen wie der Weißensteinerstraße oder der Franz-Konrad-Straße sind Sanierungspotenziale der Reihenhäuser zu sehen. Hohe Sanierungspotenziale treten eher punktuell auf und beziehen sich zum Teil auf große Gebäudekomplexe oder einer hohen Bebauungsdichte älterer Baualtersklasse, wie z.B. im Stadtteil Hardt.

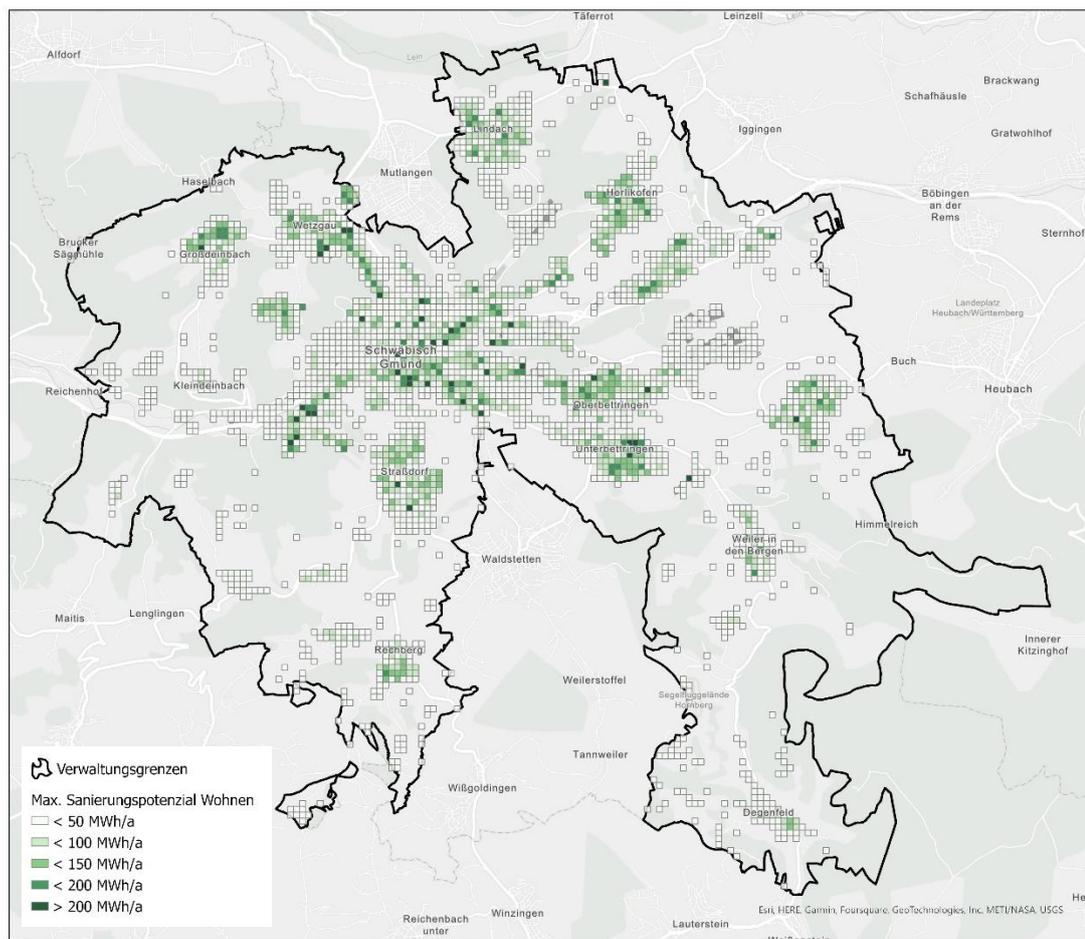


Abbildung 13: Darstellung des maximalen Sanierungspotenzials für Wohngebäude

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das maximale Sanierungspotenzial bis zum Jahr 2040 oder sogar 2035 voll ausgeschöpft werden kann. Gründe hierfür sind z.B. fehlende Kapazitäten im Handwerk und hohe Investitionen der Sanierungsmaßnahmen. Ausgehend von einer Sanierungsrate derzeit von 1 % wurde das Sanierungspotenzial für die Sanierungsraten von 2 % und 3 % für die Wohngebäude ermittelt. Die sich ergebende Reduktion des Wärmebedarfes ist in der folgenden Abbildung 14 dargestellt. Bei einer Sanierungsquote von 2 % wird angenommen, dass in jedem Jahr des Betrachtungszeitraumes zwei Prozent der beheizten Flächen in Wohngebäuden ausgehend von ihrem jeweiligen aktuellen energetischen Zustand, mittels Energetischer Sanierung in den minimal möglichen Zustand überführt wird (siehe Abbildung 12). Dieser Ansatz impliziert bei der Betrachtung von Einzelgebäuden einen gleitenden Verlauf des Sanierungsprozesses, der in der Realität stufenweise durch Einzelmaßnahmen verlaufen würde. Da Schwäbisch Gmünd bereits bis 2035 klimaneutral sein will, ist das Zeitfenster für die Reduzierung des Wärmebedarfes durch Sanierungsmaßnahmen entsprechend kleiner.

Eine gleichmäßige Reduktion des Wärmebedarfes für die Sanierungsquoten von 1 - 3 % ist in Abbildung 14 zu erkennen. Der Wärmebedarf kann durch eine Vollsanierung sämtlicher Wohngebäude maximal um 16 % reduziert werden.

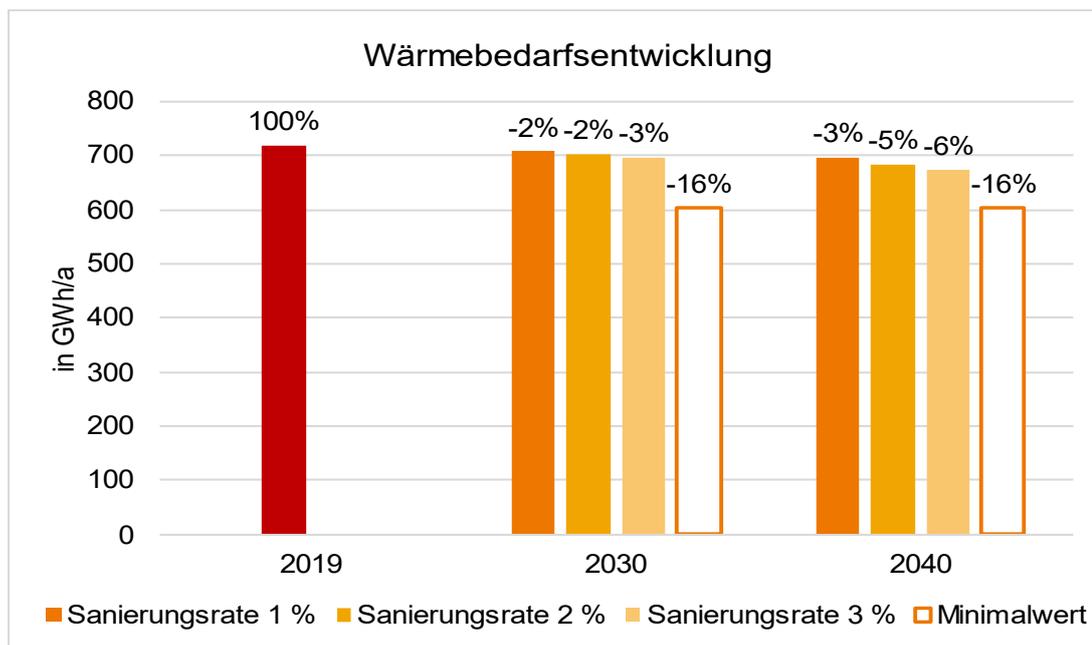


Abbildung 14: Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung Wohnen

Unterstellt man weiterhin, dass die im Basisjahr installierten Heizungssysteme bis 2040 gleichbleiben, so ergeben sich daraus bei 1 % (2 %) jährlicher Sanierungsrate CO₂-Emissionsreduktionen von 7 % (8 %) im Jahr 2030 und 9 % (11 %) im Jahr 2040 ggü. dem Basisjahr 2019 (siehe Abbildung 14). Die maximal mögliche jährliche CO₂-Einsparung, unter sonst gleichen Bedingungen, beträgt für das Jahr 2030 21 % und für das Jahr 2040 22 %. ggü. 2019. Die Gesamtemissionen für das Jahr 2040 sind aufgrund der sinkenden CO₂-Emissionen im deutschen Strommix niedriger als für das Jahr 2030 (vgl. Anhang 1).

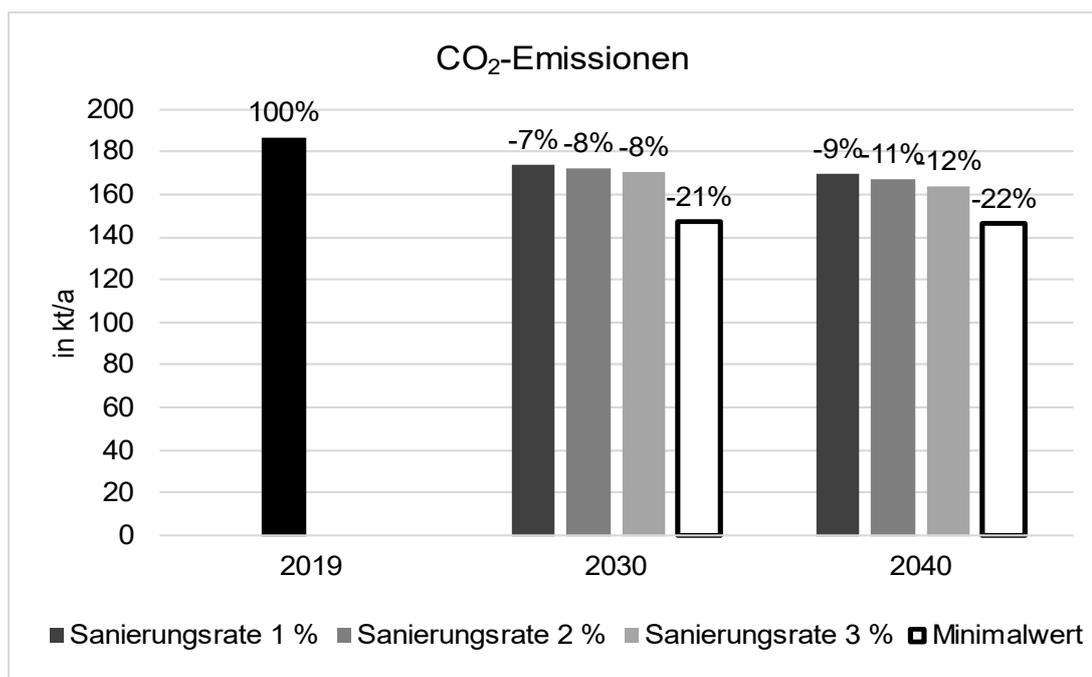


Abbildung 15: Reduktionen der CO₂-Emissionen durch Sanierung Wohnen

4.2 Wärmenetzpotenziale

Um das Potenzial für den weiteren Ausbau von Wärmenetzen in Schwäbisch Gmünd zu bewerten, wurden die zuvor ermittelten gebäudescharfen Wärmebedarfe als Grundlage verwendet. Die im GIS verorteten Wärmebedarfe wurden innerhalb eines Rasters von je einem Hektar aggregiert und in Abbildung 16 dargestellt. Für die Bewertung hinsichtlich der lokalen Wärmenetzzeignung wurde die Skala der KEA BW aus Tabelle 7 verwendet.

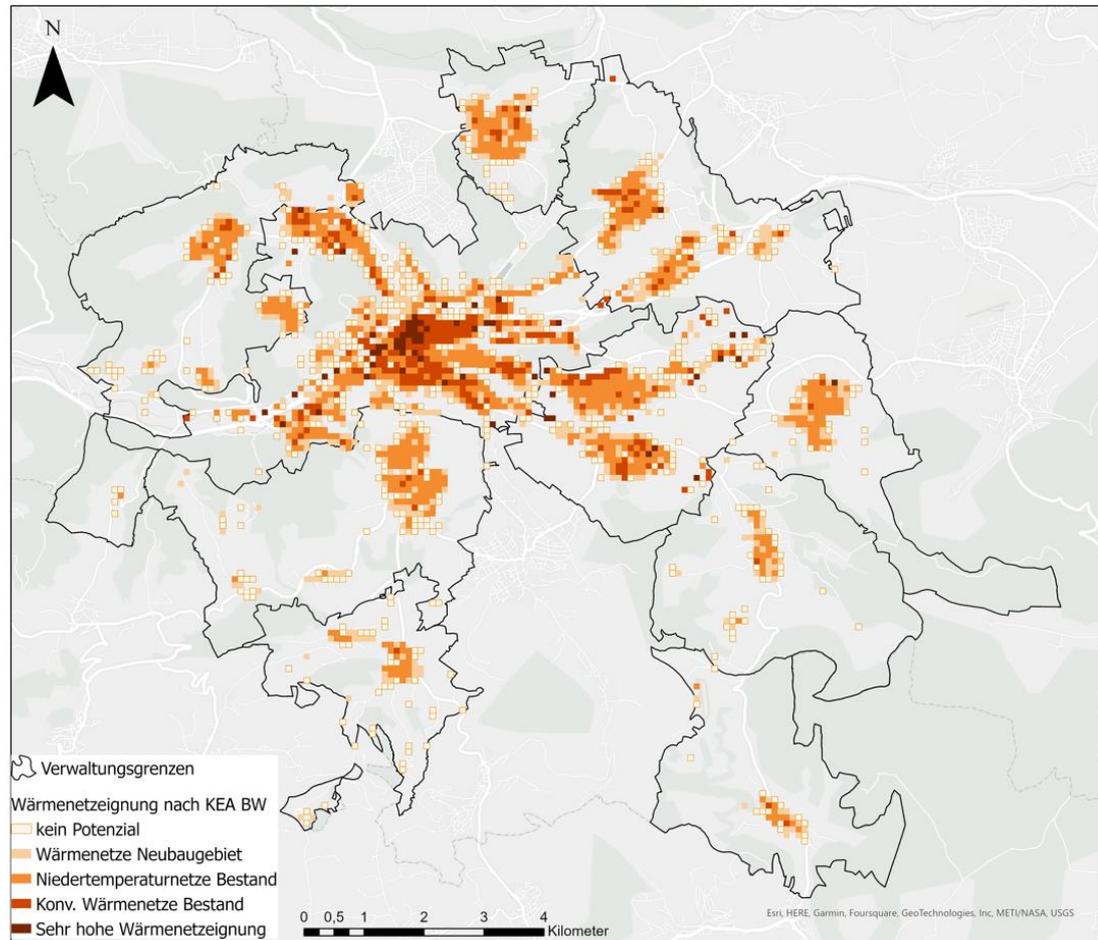


Abbildung 16: Wärmenetzzeignung 2019 nach KEA BW

Aus der Abgrenzung der KEA für potenzielle Wärmenetze anhand der Grenzwerte für die Wärmenetzzeignung lassen sich für Schwäbisch Gmünd folgende Schlüsse ziehen:

Im Altstadtbereich und in östlicher Ausdehnung ist, aufgrund von dichter Bebauung, eine hohe Wärmedichte in zusammenhängenden Rastern zu erkennen. Südlich der Altstadt und im Stadtteil Bettringen/Hardt können ebenfalls hohe Wärmedichten aufgezeigt werden. Diese Gebiete eignen sich deshalb für konventionelle Wärmenetze im Bestand und es kann ein ausreichend hohes Temperaturniveau für Gebäudebeheizung, Trinkwassererwärmung und ggf. Prozesswärme bereitgestellt werden. In der Regel kann hier von Vorlauftemperaturen von bis zu 90 °C ausgegangen werden.

Eine entsprechende Eignung für Niedertemperaturnetze im Bestand liegt aufgrund einer mittleren Wärmebedarfsdichte je Hektar in lockerer Bebauung in den Teilorten u.a. Bargau und Weiler in den Bergen vor. In diesen Gebieten kann ebenfalls ein ausreichend hohes Temperaturniveau von bis zu 55 °C zur Gebäudebeheizung bereitgestellt werden. Höhere Temperaturen zur Trinkwassererwärmung müssen dezentral erzeugt werden.

Tabelle 7: Klassifizierung der Wärmebedarfsdichte nach potenzieller Eignung für Wärmenetze [2]

Wärmedichte in MWh / ha *a	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 – 415	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmeerzeugung

In den folgenden Abschnitten werden die betrachteten regenerativen Energiepotenziale und das Vorgehen bei der Potenzialermittlung kurz beschrieben. Dabei werden neben den Potenzialen zur Wärmeerzeugung auch Potenziale zur Stromerzeugung betrachtet. Da zukünftig mit einer weiteren Verbreitung von Wärmepumpen und anderer strombasierter Heizanwendungen (z.B. Warmwasserbereitung) zu rechnen ist, besteht ein entsprechend ansteigender Strombedarf.

In Abbildung 17 ist eine Abstufung unterschiedlicher Potenzialbegriffe dargestellt. Diese Potenziale bilden untereinander Schnittmengen. Erläutert werden die Potenzialbegriffe in Tabelle 8.

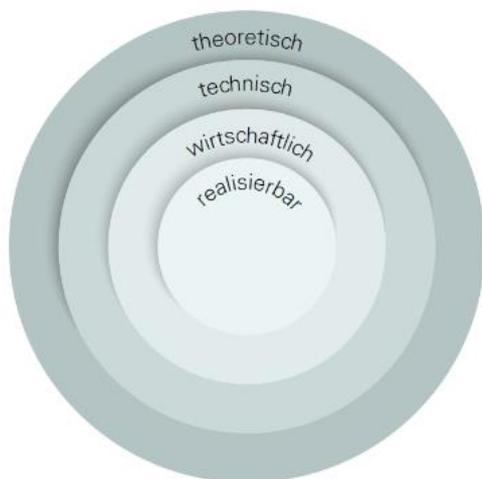


Abbildung 17: Definition der Potenzialbegriffe [2]

Tabelle 8: Definition Potenzialbegriffe [14]

Potenzialbegriff	Beschreibung
Theoretisches Potenzial	„Das in einem bestimmten geographischen Raum in einer bestimmten Zeitspanne theoretisch nutzbare physikalische Energieangebot (z.B. Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres).“
Technisches Potenzial	„Teil des theoretischen Potenzials, das unter Beachtung technischer Restriktionen nutzbar ist.“
Wirtschaftliches Potenzial	„Teil des technischen Potenzials, das wirtschaftlich genutzt werden kann und unter volks- oder betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet wurde.“
Realisierbares Potenzial	„Potenzial, das unter dem Einfluss verschiedener Restriktionen und Hemmnissen (z.B. Flächenrestriktionen) oder Anreizen (z.B. Fördermaßnahmen) tatsächlich erschlossen wird.“

4.3.1 Abwärme von Industrie und Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde im Frühjahr und Sommer 2022 eine Unternehmensumfrage unter den Unternehmen in Schwäbisch Gmünd durchgeführt. Diese hatte vor allem das Ziel, lokale Akteure aus Industrie und Gewerbe in das Projekt miteinzubinden und stellte deshalb ein wichtiges Element der Akteursbeteiligung dar. Neben Energieverbrauchsdaten der Unternehmen wurden mögliche Abwärmepotenziale aus Produktionsprozessen ermittelt. Hierfür wurden gezielt Abwärmquellen und ihre zeitlichen Verfügbarkeiten abgefragt. Zudem gab es in der Umfrage die Möglichkeit, die jährlichen Abwärmemengen und -leistung näher zu quantifizieren, sofern diese Werte den Unternehmen bekannt waren.

An der Umfrage haben 16 Unternehmen aus Schwäbisch Gmünd teilgenommen, von denen 4 angaben, dass in ihren Produktionsprozessen Abwärme anfalle. Zur Bereitschaft eben diese Abwärme auszukoppeln bzw. zu verkaufen, äußerten sich zwei Unternehmen unentschieden. Räumlich verortet werden kann das Industriegebiet Gügling als Schwerpunktgebiete potenzieller industrieller Abwärme. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen, um welche Unternehmen es sich hierbei genau handelte.

Zwischen dem bestehenden Industriegebiet Gügling und dem Teilort Bargau soll ein nachhaltiger Technologiepark „H₂-Aspen“ mit einer Größe von rund 40 ha entstehen. Angedacht ist, seitens der Stadt, die Ansiedlung von Unternehmen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik. Hier kann geprüft werden, ob die Abwärme, die beim Elektrolyseprozess zur Herstellung von Wasserstoff entsteht, auskoppelt oder einer anderweitigen Nutzung zugeführt werden kann [15].

Für eine weiterführende Potenzialermittlung wird der Stadt Schwäbisch Gmünd empfohlen, weiterführende Gespräche mit den Unternehmen zu führen, welche eine unentschiedene Bereitschaft zur möglichen Auskopplung von Abwärme geäußert haben. Nach Abbildung 16 ist die Wärmenetzeignung im Industriegebiet Gügling nicht flächendeckend, weshalb sich eine kleinräumige Versorgung von direkten Nachbargebäuden im Industriegebiet Gügling anbieten könnte. Gemeinsam kann dann erörtert werden, inwiefern überschüssige Abwärme in einem potenziellen Wärmeverbund integriert werden kann. Für weitere Informationen und einer Erstberatung der Unternehmen zum industriellen Abwärmepotenzial kann der Kontakt zu einer unabhängigen Beratungsstelle gewinnbringend sein. Für Abwärme-Checks vor Ort und weitere Beratungsschritte zur Auskopplung der Abwärme können Fördergelder über das Klimaschutz-Plus-Programm beantragt werden.

4.3.2 Abwasserwärme

Eine weitere wichtige Wärmequelle stellt das kommunale Abwasser dar. Durch den Einbau spezieller Abwasserwärmetauscher kann dem Abwasser entlang der Fließrichtung Wärme entzogen werden. Eine Temperaturerhöhung geschieht mittels einer Wärmepumpe und kann so Wärmeabnehmern zur Verfügung gestellt werden. Laut KEA-Leitfaden sind Abwasserkanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 400 grundsätzlich hinsichtlich einer möglichen Abwärmenutzung relevant. Des Weiteren sollte der Trockenwetterabfluss dort mindestens 10-15 Liter pro Sekunde im Tagesmittel betragen, eine Mindesttemperatur von 10°C auch im Winter nicht unterschritten werden und ein Gefälle von mindestens 1 Promille aufweisen [2].

Im Gemarkungsgebiet Schwäbisch Gmünds gibt es ein Klärwerk. Die Sammelkläranlage der Größenklasse 5 in den Zollerwiesen besitzt eine Kapazität von 135.000 Einwohnerwerten. Die Abbildung 18 zeigt geeignete Abwasserkanäle in Schwäbisch Gmünd und eine eingezeichnete Pufferzone mit 100 Metern. In dieser Zone liegen Gebäude, die sich für eine Versorgung mit Abwasserwärme eignen.

Eine Potenzialstudie der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) untersuchte die Potenziale der Abwasserwärmenutzung am Auslauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg. Eine Angabe zum Potenzial lag für die Abwasserwärmenutzung am Auslauf der Kläranlage in Schwäbisch Gmünd seitens der DWA nicht vor. Als weiterer Einflussparameter auf eine mögliche Nutzung des Potenzials der Abwasserwärme aus dem Auslauf der Kläranlage ist die Entfernung zu möglichen Wärmeabnehmern. Diese beträgt zur nächstgelegenen Wohnbebauung mehr als 1 km und zur Gewerbebebauung mehr als 700 m. In erster Einschätzung sind diese Entfernungen für den Neubau eines Wärmenetzes bei einem mittleren Wärmebedarf im westlichen Industriegebiet zu groß.

Zusammenfassend ist aufgrund der Größenklasse der Sammelkläranlage in Schwäbisch Gmünd von einem Potenzial zur Wärmeabgewinnung aus Abwasser auszugehen. Das Potenzial kann im Abwassersammler selbst und am Auslauf der Kläranlage genutzt werden. Zur Bestimmung des Potenzials der Abwasserwärme in geeigneten Sammlern ist unbedingt eine Messung des Durchflusses und der Temperatur des Abwassers notwendig. Für eine Nutzung des Potenzials der Abwasserwärme im Auslauf der Sammelkläranlage ist, in erster Einschätzung, die Entfernung zu den nächstgelegenen Abnehmern zu groß, um eine wirtschaftliche Darstellung im Betrieb eines Wärmenetzes zu realisieren.

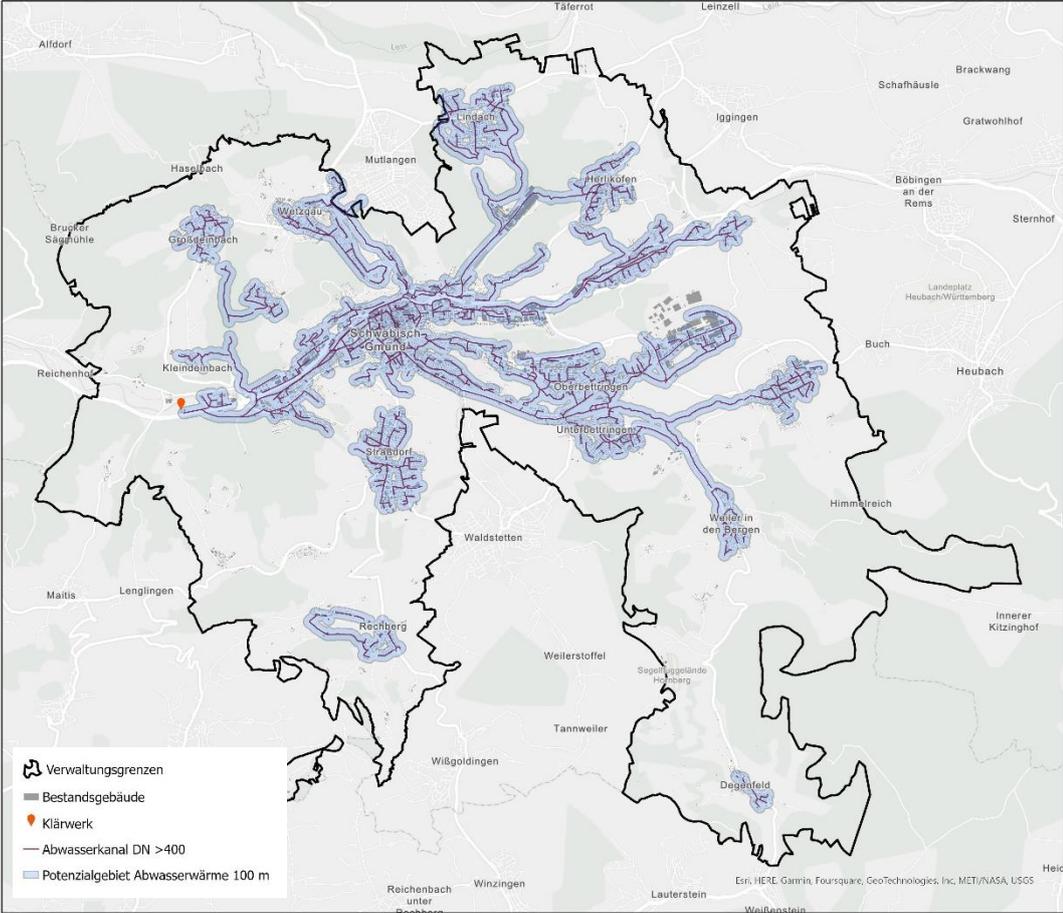


Abbildung 18: Geeignete Abwassersammler zur Nutzung von Abwasserwärme in Schwäbisch Gmünd

4.3.3 Solarenergie

Solarenergie kann mittels Photovoltaik-Anlagen zu Strom gewandelt und mittels Solarthermieanlagen als Wärme nutzbar gemacht werden. Im Folgenden wird die Photovoltaik (PV) als Potenzial der Solarenergie dargestellt. Unterschieden werden kann das PV-Potenzial auf Dachflächen oder auf Freiflächen. Als Datengrundlage für die Potenzialanalyse dient der Energieatlas der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Neben dem LUBW-Energieatlas gibt es weitere Potenzialkarten, wie z.B. die Planhinweiskarten der Regionalverbände Baden-Württembergs. Die folgende Abbildung 19 zeigt einen Ausschnitt der Dachflächenpotenziale in Schwäbisch Gmünd, unterteilt nach unterschiedlicher Eignung anhand der Einstrahlung. Das theoretische Potenzial weist 8 Eignungsklassen aus, berücksichtigt wurden für das technische Potenzial die Eignungsklassen 1-3.



Abbildung 19: PV-Potenzial auf Dachflächen gemäß LUBW-Energieatlas [16]

Die installierte Leistung der Photovoltaik-Anlagen beläuft sich nach Abfrage des Marktstammdatenregisters (Stand 09/2023) auf 31,5 MW. Dies sind knapp 10 % des technischen Potenzials, welches im Energieatlas der LUBW ausgewiesen wird. Durch vollständige Ausnutzung des technischen Potenzials könnten, mit einer installierten Leistung von 321 MW, jährlich ca. 305 GWh Strom auf den geeigneten Dachflächen erzeugt werden. Dies entspricht 94 % des Gesamtstrombedarfes von 324 GWh im Jahr 2019. Weiterhin wurde von der Firma greenventory GmbH eine Potenzialstudie

zu Photovoltaik-Dachflächen erstellt. In dieser Studie wurde für Schwäbisch Gmünd ein maximales technisches Potenzial von 447 MW berechnet [17].

Gemäß des 2 % Flächenziels für Windkraftanlagen und Freiflächen-Photovoltaik des KlimaG BW, besteht für die Regionen Baden-Württembergs die Pflicht geeignete Flächen in den jeweiligen Regionalplänen bis Ende 2025 auszuweisen [18]. Insbesondere für die Freiflächen-Photovoltaik sind nach § 21 des KlimaG BW mindestens 0,2 % der Regionalfäche festzulegen. In diesem Zusammenhang steht die Planungs-offensive der Regionalverbände, welche eine harmonisierte Planung und verlässliche Planungsleitplanken, hinsichtlich exklusiver Flächen für Freiflächen-Photovoltaik und Windenergieanlagen, schaffen soll. In Abbildung 20 sind Potenzialflächen für die Photovoltaik auf Freiflächen dargestellt. Unterschieden werden kann zwischen Flächen auf Seitenrandstreifen entlang von Bahnlinien oder Bundesstraßen. Des Weiteren sind Flächen der sog. benachteiligten Gebiete dargestellt – diese unterteilen sich in Ackerland und Grünland. Diese jeweiligen Flächentypen können weiter in Flächen mit oder ohne weiche Restriktionen eingeteilt werden. Weiche Restriktionen sind z.B. in FFH, Natura2000- und Biosphärengeländen vorhanden. PV-Freiflächenanlagen stehen generell in Nutzungskonkurrenz zur Grünflächen- und landwirtschaftlicher Nutzung. Eine Ausnutzung des Potenzials ist deshalb nur teilweise möglich.

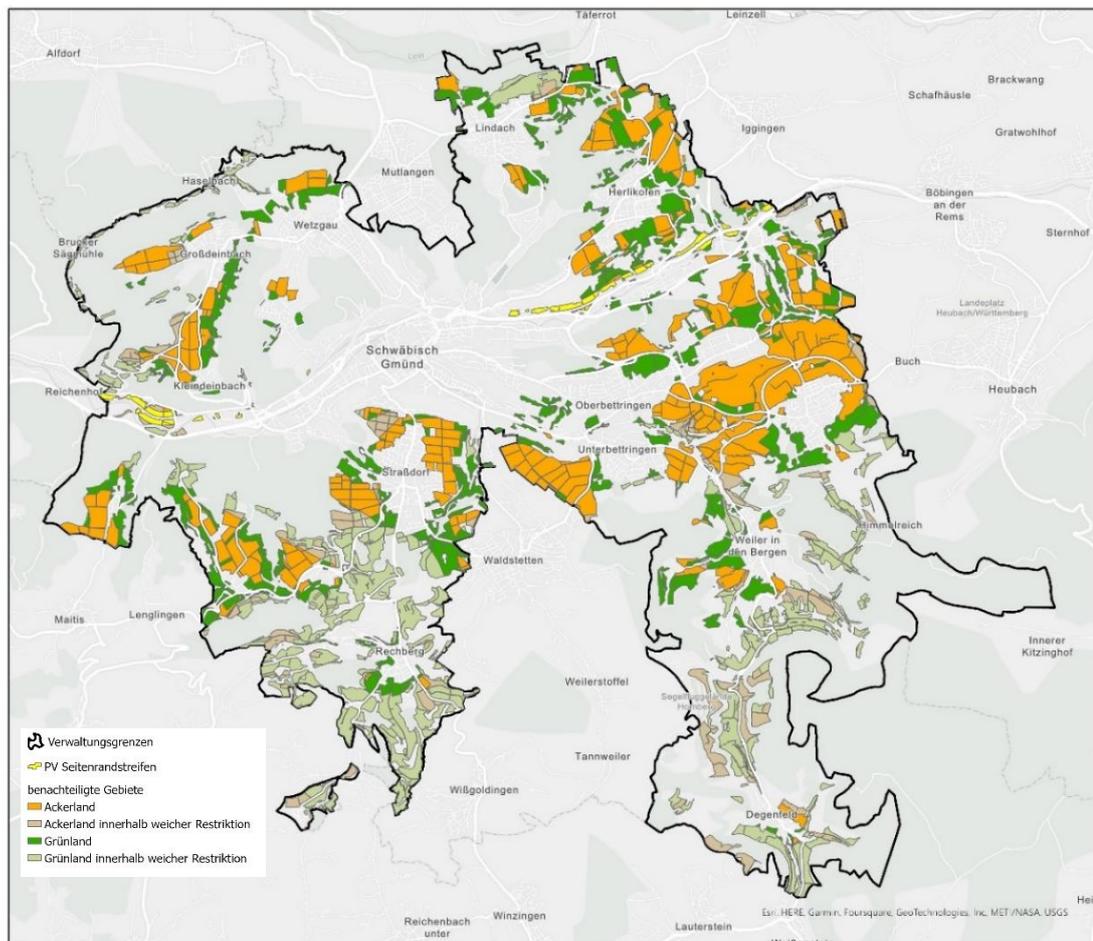


Abbildung 20: PV-Potenzialflächen Seitenrandstreifen und benachteiligte Gebiete [16]

Aus den Potenzialflächen der Freiflächen-Photovoltaik wurden nur Flächen ohne Restriktion in der Potenzialbetrachtung berücksichtigt. Aufgrund von weichen Restriktionen ist eine Belegung mit Photovoltaik unwahrscheinlich, da naturschutzrechtliche Hürden überwunden werden müssten.

Eine Potenzialflächenanalyse zur Freiflächen-Photovoltaik wurde im Jahr 2022 im Auftrag der Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd-Waldstetten durchgeführt. In dieser Studie wurden Freiflächen anhand von unterschiedlichen Kriterien eingegrenzt und in drei Kategorien eingeteilt (siehe Abbildung 21). Flächen der Kategorie I eignen sich gut für Freiflächen-Photovoltaik, hier stehen kaum Belange für die Errichtung einer Anlage entgegen. Flächen der Kategorie II betreffen den Puffer um bewohntes Gebiet und stellen einen Eingriff in das Landschaftsbild dar. Flächen der Kategorie III stehen einzelne Belange, wie naturschutzfachliche Aspekte oder ungünstiger Lage einer Errichtung einer Freiflächenanlage entgegen. Es wird eine Gesamtpotenzialfläche von ca. 112 ha ausgewiesen. Hierbei fallen 74 ha auf die Kategorie I, 38 ha auf die Kategorie II [19]. Auf diesen Potenzialflächen könnten jährlich bis zu 48 GWh an erneuerbarem Strom erzeugt werden. Dies entsprächen rd. 15 % des Gesamtstrombedarfes aus dem Jahr 2019.

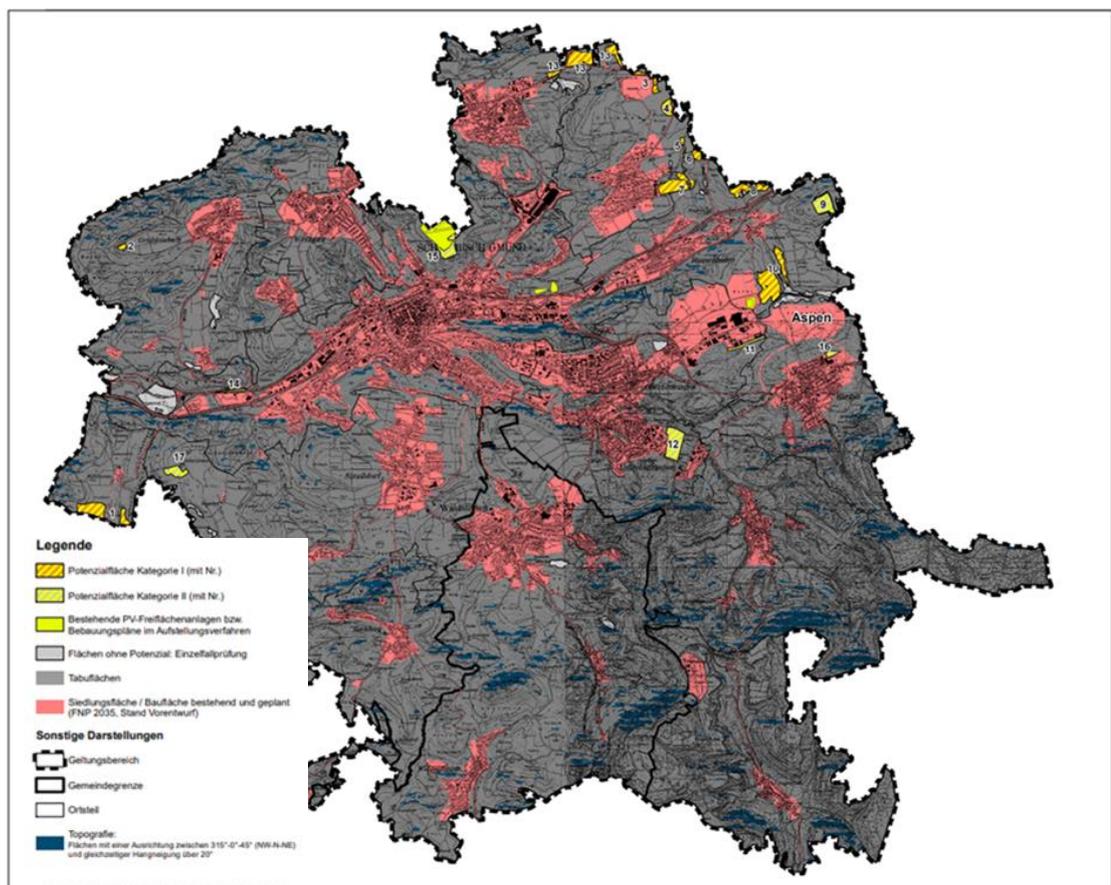


Abbildung 21: Potenzialflächenanalyse Photovoltaik Schwäbisch Gmünd & Waldstetten [19]

In Tabelle 9 sind die Potenziale des LUBW-Energieatlas der Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen zusammengefasst.

Tabelle 9: Installierte PV-Leistung und verfügbares PV-Potenzial nach Energieatlas LUBW

	Bestand	Potenzial gem. LUBW	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
PV-Dachflächen	26,3	321	305
PV-Freiflächen (Seitenrand)	-	25	24
PV-Freiflächen (ben. Gebiete)	6,8	1.667	1.649
Gesamt	33,1	2.013	1.978

4.3.4 Windkraft

Zur Erreichung des 2 % Flächenziels gem. KlimaG BW § 20, sind die Regionen Baden-Württembergs, bis Ende 2025, verpflichtet 1,8 % der Regionalfläche für Windkraftanlagen auszuweisen [18]. Das Verfahren des Regionalverbandes Ost-Württemberg nimmt sich dieser Aufgabe an. Im Rahmen der regionalen Planungsoffensive werden Teilfortschreibungen für die Nutzung von erneuerbaren Energien bis Q4/2023 erarbeitet [20].

Zur Ermittlung des Windkraftpotenzials wurden ausgewiesene Flächen des LUBW-Energieatlas herangezogen. Diese Flächen sind in der nachfolgenden Abbildung in grün dargestellt. Die verfügbaren Windkraftpotenziale sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

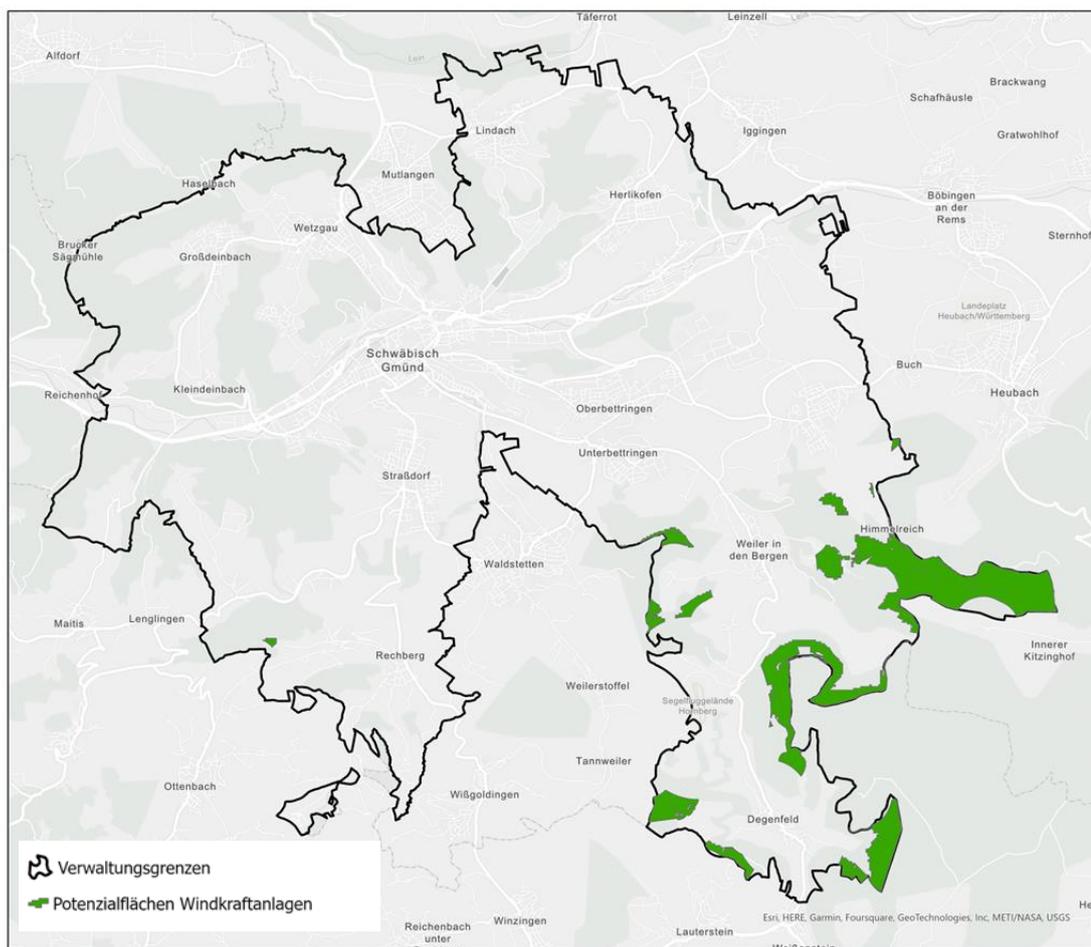


Abbildung 22: Potenzialflächen Windkraftanlagen gemäß LUBW [21]

Tabelle 10: Verfügbares Windkraftpotenzial gemäß LUBW [21]

	Bestand		Potenzial gem. LUBW	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a	
Windkraft	-	812	1.218	

Eine begleitende Maßnahme der kommunalen Wärmeplanung ist in Kapitel 6.2 in Form eines Steckbriefes dargestellt. Die begleitende Maßnahme hat das Ziel vier Windkraftanlagen zu errichten. Der so nachhaltig erzeugte Strom soll den Betrieb eines im Technologiepark Aspen geplanten Elektrolyseurs dienen und den Technologiepark Aspen mit grünem Strom versorgen.

4.3.5 Wasserkraft

Zur Ermittlung des Wasserkraftpotenzials wurden die Potenzialdaten LUBW-Energieatlas herangezogen. Die bestehenden Wasserkraftanlagen auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünds sind in der nachfolgenden Abbildung 23 dargestellt. Die installierte Wasserkraftleistung und das noch verfügbare Wasserkraftpotenzial sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

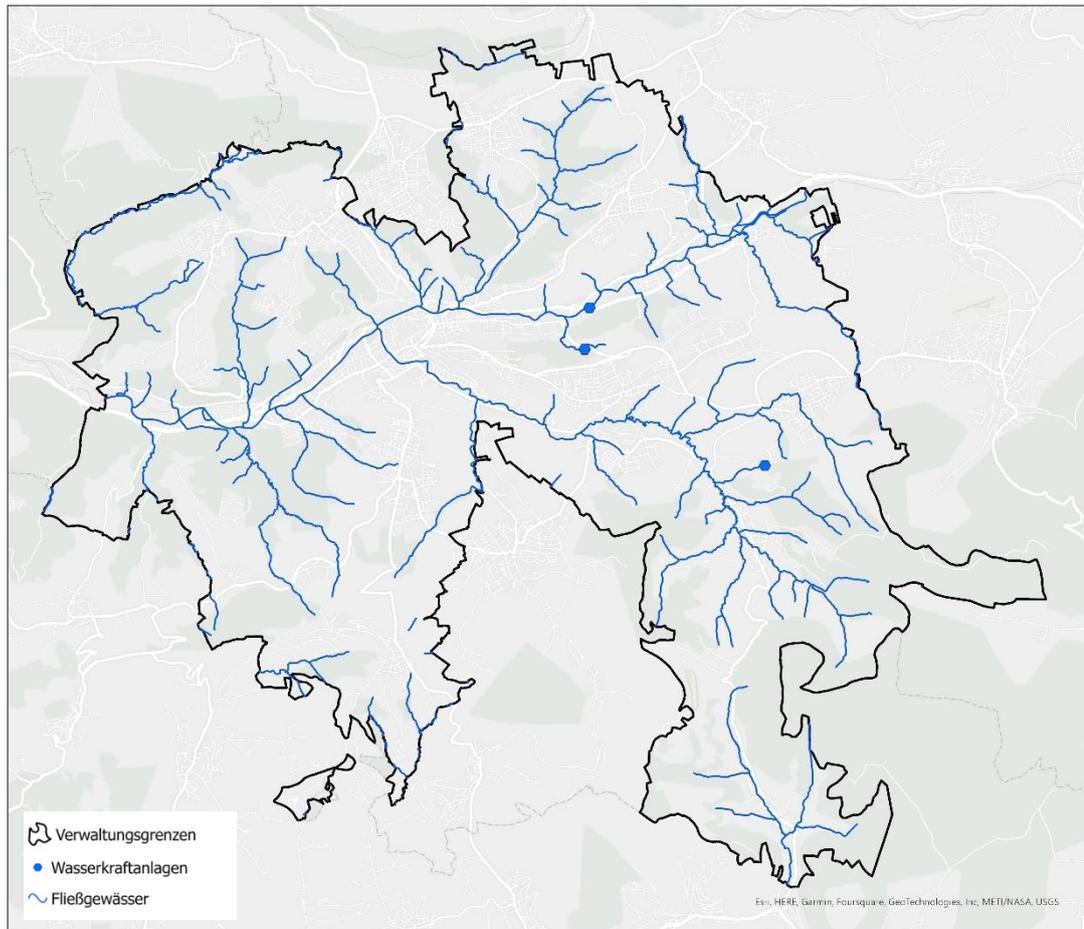


Abbildung 23: Bestehende Wasserkraftanlagen in Schwäbisch Gmünd [22]

Tabelle 11: Installierte Wasserkraftleistung und verfügbares Wasserkraftpotenzial [16]

	Ist-Leistung in kW	Potenzial gem. LUBW	
		Leistung in kW	Erzeugung in MWh/a
Wasserkraft	150	200	333

Das Wasserkraftpotenzial ist gemäß des LUBW-Energieatlas nahezu ausgeschöpft. Weitere 50 kW könnten insgesamt in den bestehenden Wasserkraftwerken und einem zusätzlichen Flusskraftwerk im Schindelackerweg installiert werden, sodass theoretisch insgesamt 333 MWh Strom pro Jahr durch Wasserkraft erzeugt werden könnten. Dies entspricht 0,1 % des Gesamtstrombedarfes aus dem Jahr 2019.

4.3.6 Biomasse

Gemäß KEA-Leitfaden werden unter dem Begriff Biomasse verschiedene Formen von fester Biomasse sowie organische Abfallstoffe, Klärgas und Biogas verstanden. Die Wärmebereitstellung durch feste Biomasse (thermische Verwertung) ist von der kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom mittels KWK zu unterscheiden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Potenziale der Biomasse erläutert.

Feste Biomasse

Unter fester Biomasse können Potenziale des lokalen Energieholzaufkommens und Restholzaufkommens, beispielsweise aus Industrie oder Grüngutabfälle an Häckselplätzen zusammengefasst werden.

Die derzeitige thermische Nutzung von Energieholz kann in Schwäbisch Gmünd mit der Energiemenge von 46 GWh/a angegeben werden (vgl. Treibhausgasbilanz Kapitel 3.4.1.). Jährlich werden etwa 2.140 FM und somit etwa 20 % des Gesamtholzeinschlags thermisch genutzt. Dies entspricht einer Endenergiemenge von 4,3 GWh. Thermisch verwertet werden können ebenfalls Grüngutabfälle der Häckselplätze und der Gartentonne. Die seitens der Stadt Schwäbisch Gmünd anfallenden Abfallströme belaufen sich auf jährlich 901 t Baumschnitt und 3.860 t Grünschnitt auf den Wertstoffhöfen und der Gartentonne. Für das Potenzial des Baumschnitts wurde eine reine thermische Verwertung angenommen. Für die Zusammensetzung des Grünschnittes wurde pauschal zu 30 % holziges Material, welches thermisch verwertet werden kann, angenommen [23].

Das Potenzial des Waldrestholzes im Gmünder Forst kann anhand der Waldfläche überschlägig berechnet werden. Mittels eines Faktors, von 4,3 MWh/ha, kann eine theoretisch anfallende und ökologisch zu entnehmende Menge Waldrestholz pro Hektar und Jahr angenommen werden. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass ein Verbleib der Biomasse im Wald ein wichtiger Nährstoff-Lieferant ist und zur Erhaltung des ökologischen Kreislaufes eines gesunden Waldes beiträgt. Die Waldfläche Schwäbisch Gmünds beträgt 3.706 ha, dies entspricht einer berechneten Wärmemenge von 14.340 MWh/a.

Die Potenziale der erwähnten festen Biomasse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Thermische Verwertung fester Biomasse und Potenzialabschätzung

	Potenzial
	Thermische Verwertung in MWh/a
Baumschnitt	905
Grüngutabfälle	6
Waldrestholznutzung	14.340
Gesamt	15.251

In Summe entspricht das Potenzial, der Nutzung des Wald- und Restholzes, mit 15,2 GWh/a etwa 2 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2019. Bei gezieltem Einsatz des lokal begrenzten Energieholzaufkommens in Heizzentralen und Kamin-einzelöfen, kann die Wärmeversorgung zum Teil dekarbonisiert werden.

Organische Abfälle

Unter organischen Abfällen fallen biogene Abfälle, wie sie beispielsweise in der Haushaltsbiotonne anfallen, und biologische Grünabfälle, wie Strauch- oder Grasschnitt. In einer Biomassevergärungsanlage kann aus organischen Abfällen Biogas erzeugt und in einer KWK-Anlage zu Wärme und Strom umgewandelt werden.

Die jährlich anfallende Menge an biogenen Abfällen beläuft sich auf 2.780 t. Unter der Annahme, dass 40 % der gesamten Grünschnittmenge, einer Biomassevergärungsanlage zugeführt werden, fallen theoretisch pro Jahr 1.550 t Grünabfälle beispielsweise aus der Gartentonne an [23]. Die entsprechenden Potenzialmengen an Strom- und Wärmeerzeugung sind in der folgenden Tabelle 13 aufgeführt. Mit diesem Potenzial können ca. 1 % des Gesamtwärmebedarfes und 2 % des Gesamtstrombedarfes des Basisjahres 2019 gedeckt werden. Das Potenzial der lokalen Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen ist demnach gering, da keine großen Mengen an organischen Abfallstoffen lokal in Schwäbisch Gmünd anfallen. Gegebenenfalls kann dieses Potenzial in einer Biomassevergärungsanlage überregional verwertet werden.

Tabelle 13: Potenzial organischer Abfälle zur Biomassevergärung

Potenzial	Menge in t/a	Wärmeertrag in MWh/a	Stromertrag in MWh/a
Biogener Abfall (Biotonne)	2.780	736	620
Grüngutabfälle	1.550	58	49
Gesamt	4.310	794	669

Biogas und Klärgas

Biogas und Klärgas eignen sich zum Einsatz in KWK-Anlagen und können daher zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Im Klärwerk Zollerwiesen werden derzeit 2 Blockheizkraftwerk mit Klärgas zur teilweisen Deckung des Eigenwärmebedarfes und zur Deckung des Stromeigenbedarfes betrieben. Die Klärgasnutzung ist in der folgenden Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Klärgasnutzung Klärwerk Zollerwiesen

	Anzahl	Bestand Wärmeerzeugung in MWh/a	Bestand Stromerzeugung in MWh/a
Klärgas BHKW	2	ca. 1.780	1.370

Biogas aus lokaler landwirtschaftlicher Herkunft wird in Schwäbisch Gmünd derzeit nicht zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt. Das Potenzial für die Biogaserzeugung mit anschließender Verwertung in einem Blockheizkraftwerk kann anhand der Fläche des Dauergrünlandes und Viehbeständen abgeschätzt werden. In Schwäbisch Gmünd gibt es 2.207 ha Fläche Dauergrünland [24]. Das theoretische Potenzial der Biogaserzeugung aus Gülle kann über den Viehbestand an ca. 3.568 Rindern, 1.094 Milchkühen, 1.980 Schweinen und knapp 4.690 Hühnern berechnet werden (siehe Tabelle 15) [25]. Einberechnet ist hier ein Erschließungsfaktor von 30%.

Tabelle 15: Potenzialabschätzung Biogas- Energieerzeugung mittels BHKW

Potenzial	Methanertrag in Nm ³	Wärmeerzeugung in GWh/a	Stromerzeugung in GWh/a
Dauergrünland	1.923.070	8,7	7,3
Gülle	306.460	1,2	1,0
Gesamt	2.229.530	9,9	8,3

Das theoretische Erzeugungspotenzial im Vergleich zum Gesamtstrom- und Wärmebedarf Schwäbisch Gmünds beläuft sich auf 2,6 % des jährlichen Gesamtstrombedarfes und 1,3 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2019.

Zusammenfassend stellt, unter Vorbehalt des Waldrestholzpotenzials zur thermischen Verwertung, die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung mittels eines Biogas-BHKW energiemengenmäßig das größte Potenzial dar. Hier gilt es zunächst eine landwirtschaftliche Nutzungskonkurrenz des Grasschnittes zu prüfen und auszuschließen. Darauf folgen die thermisch verwertbaren Grüngutmengen der Häckselplätze/ Gartentonnen. Hier gilt es diese Potenziale gezielt zu nutzen. Potenziale zur Biomassevergärung von Abfallstoffen und der anschließenden Verbrennung in einem BHKW sind im Vergleich sehr gering und spielen keine nennenswerte Rolle in der lokalen Wärmeerzeugung innerhalb der Gemarkungsgrenzen Schwäbisch Gmünds.

4.3.7 Oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt in Schwäbisch Gmünd großflächig vor. Von oberflächennaher Geothermie spricht man in der Regel bis zu einer Tiefe von 150 Metern. Durch Erdwärmekollektoren, in bis zu 1,5 m Tiefe, oder Erdwärmesonden, in bis zu 150 m Tiefe, lässt sich dieses Potenzial mittels einer Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung nutzen.

Erdwärmesonden

Auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünds gibt es aktuell 215 Erdwärmesonden mit einer Tiefe bis zu 150 m [26]. Das geothermische Potenzial wird im Informationssystem Oberflächennaher Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) im Gemarkungsgebiet zum größten Teil als „effizient“ eingestuft [27]. Eine spezifische Wärmeentzugsleistung von 45-55 W/m in 100 m Tiefe und 2.400 Volllaststunden kann flächendeckend im Gemarkungsgebiet Schwäbisch Gmünds angegeben werden, wie Abbildung 24 zeigt.

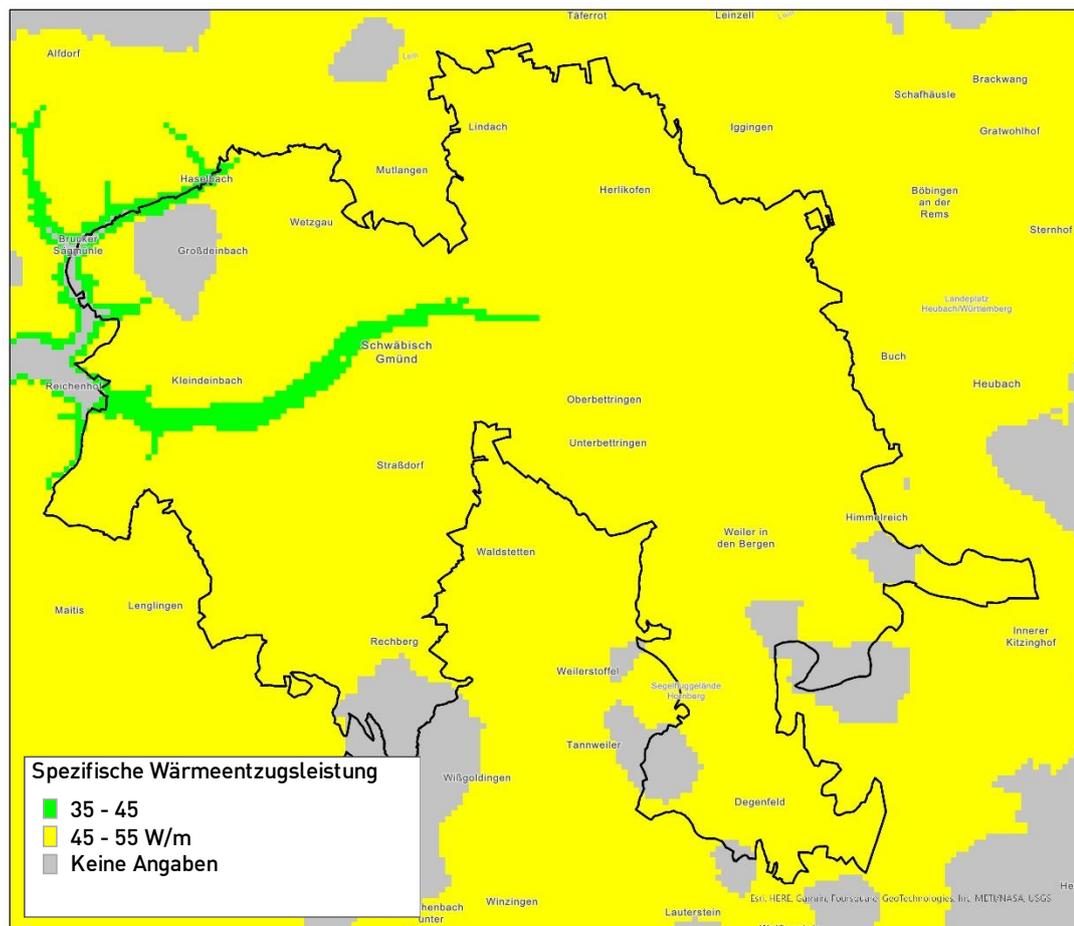


Abbildung 24: Darstellung der spezifischen Wärmeentzugsleistung in 100 m und 2.400 h/a [27]

Die KEA-BW weist in ihrer Analyse des Erdwärmesonden-Potenzials einen möglichen jährlichen Wärmeentzug von 87 bis 250 GWh in Schwäbisch Gmünd aus [28]. Die Angaben beziehen sich dabei auf die Installation von einer bzw. der maximal möglichen Anzahl von Erdwärmesonden je Flurstück. Durch den Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen könnten so jährlich 11-33 % des Gesamtwärmebedarfes des Basisjahres 2019 bereitgestellt werden.

Die Abbildung 25 zeigt die Verteilung der maximal möglichen Wärmeentzugsmenge pro Jahr von Erdwärmesonden an unterschiedlichen Orten im Gemarkungsgebiet. Einzelne „Hotspots“ lassen sich in den Teilorten Bargau, Weiler in den Bergen und Bettringen ausmachen. Die mittlere bereitgestellte Wärmemenge von 100-200 MWh/ha und Jahr liegt eher flächig verteilt in den einzelnen Flurstücken im Stadtgebiet Schwäbisch Gmünds und in den Teilorten vor.

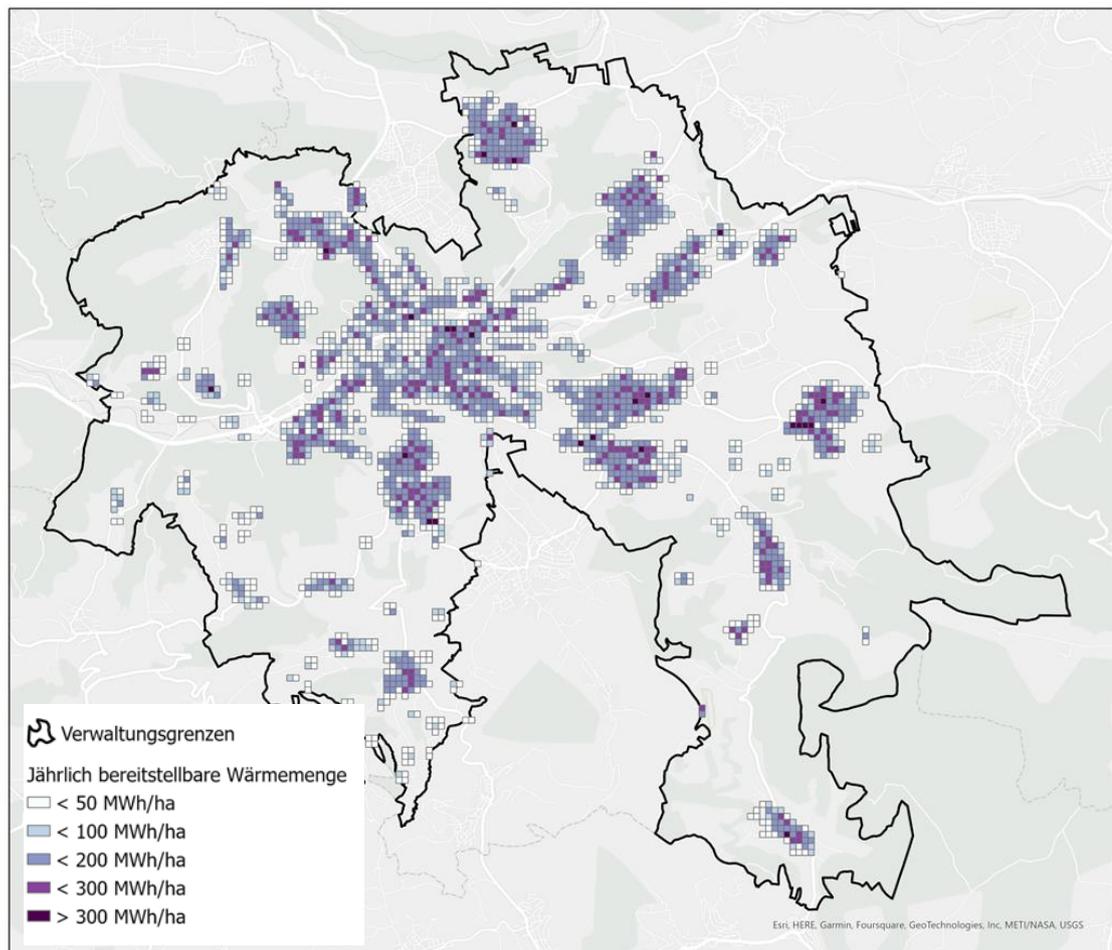


Abbildung 25: Potenzial oberflächennaher Geothermie – max. Wärmebereitstellung in MWh/ha [28]

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren stellen eine Alternative zu Erdwärmesonden dar – sie werden typischerweise als horizontaler Wärmeübertrager in Tiefen von 1-1,5 m, und damit unterhalb der Frostgrenze, im Erdreich installiert. Diese Fläche darf im Anschluss nicht bebaut oder anderweitig versiegelt werden. Aufgrund der geringeren Bodentemperaturen bedarf es einer größeren Fläche für mehrere Erdwärmekollektoren, um den Wärmebedarf eines Gebäudes zu decken. Diese variiert je nach Bodentyp und seiner Beschaffenheit [14]. Das Potenzial von Erdwärmekollektoren lässt sich deshalb nicht genau beziffern und erfordert eine Einzelfallprüfung.

Grundwasser

Grundwasser stellt aufgrund seines ganzjährig gleichbleibenden Temperaturniveaus ein effizientes Potenzial zur Gebäudebeheizung dar. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung kann dieses aber nicht gesamtheitlich für die Kommune Schwäbisch Gmünd betrachtet werden. Stattdessen bedarf es punktueller Untersuchungen und hydrogeologischer Gutachten, in welchen die möglichen Auswirkungen von zu erbauenden Grundwasserbrunnen auf das umgebende Ökosystem oder bestehende Anlagen erörtert werden.

4.3.8 Umweltwärme

Die Umgebungsluft stellt eine grundsätzlich überall verfügbare Quelle für Umweltwärme dar, welche mittels einer Wärmepumpe einfach genutzt werden kann. Die KEA-BW weist im Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung darauf hin, dass andere Quellen der Umweltwärme, wie z.B. Sole oder Wasser, deutlich effizienter zu nutzen sind. Luftwärmepumpen sollten also nur dort installiert werden, wo „keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist (Einzelversorgungsgebiete) und [...] keine oberflächennahe geothermische Wärmequelle erschlossen werden kann“ [2]. Weiterhin ist ein ausreichender Platzbedarf für die Aufstellung der Außeneinheit einer Split-Wärmepumpe notwendig. Für Einfamilienhäuser kann von einem Platzbedarf von etwa 2 x 2 Meter ausgegangen werden. Ebenso spielen Anforderungen an den Lärmschutz und der Abstandhaltung zum Nachbargrundstücks bei der Aufstellung der Außeneinheit eine große Rolle.

4.3.9 Oberflächengewässerwärme

Für die Potenzialanalyse wurden sowohl Flüsse als auch Seen in Schwäbisch Gmünd betrachtet. Hier kann mittels Großwärmepumpe die ganzjährig bestehende Umweltwärme des Wassers genutzt und in einem Wärmenetz gespeist werden. Gemäß Handlungsleitfaden für die Kommunale Wärmeplanung der KEA-BW können „bei geeigneten Durchflussmengen/Reservoirgrößen und Tiefe der Entnahme/Rückgabe in Seen erhebliche technische Potenziale bestehen“ [2].

Auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünd wurde das Potenzial zur Flusswasserwärmenutzung der Rems untersucht. Hierzu wurden Pegel- und Temperaturaufzeichnungen der Rems näher betrachtet. Es wurden öffentlich zugängliche Daten der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg sowie des interaktiven Diensts UDO der LUBW verwendet [16], [29]. Ausgewertet wurden jeweils die niedrigsten gemessenen Abflusskennwerte der letzten 40 Jahre. Auf Basis der monatlichen Durchschnittstemperaturen der Rems und unter der Annahme, dass 10 % des Abflusses für die Wärmeerzeugung entnommen werden, kann eine Wärmeentzugsleistung angegeben werden. Eine Abschätzung des Potenzials der Fließgewässernutzung ist in der Abbildung 26 dargestellt. Hier wurden Messwerte der nächstgelegenen Messstelle Schwäbisch Gmünds in Neustadt herangezogen. Eine minimale Entzugsleistung kann im Monat Dezember mit $0,02 \text{ MW}_{\text{th}}$ angegeben werden. In den Monaten Januar bis März fällt die Temperatur der Rems auf durchschnittlich $\leq 4 \text{ °C}$ und ist somit zu niedrig für einen effizienten Wärmeentzug durch eine Wärmepumpe, da die Abkühlung des Fließgewässers nahe des Gefrierpunktes läge [16]. In diesem Zeitraum kann deshalb keine Wärmeleistung genutzt werden. In den Sommermonaten steigt das theoretische Potenzial der minimalen Wärmeleistung der Rems auf $1,6 \text{ MW}_{\text{th}}$. In den Monaten Mai bis September ist nach erster Abschätzung, orientiert an Minimalwerten der Flusswärmeleistung, prinzipiell ein geringes Potenzial vorhanden. Da dieses Potenzial aber nicht ganzjährig genutzt werden kann und gerade in Monaten November bis März, während der Heizperiode, geringe Entzugsleistungen

möglich sind, werden weitere Untersuchungen der Nutzung der Flusswasserwärme nicht empfohlen.

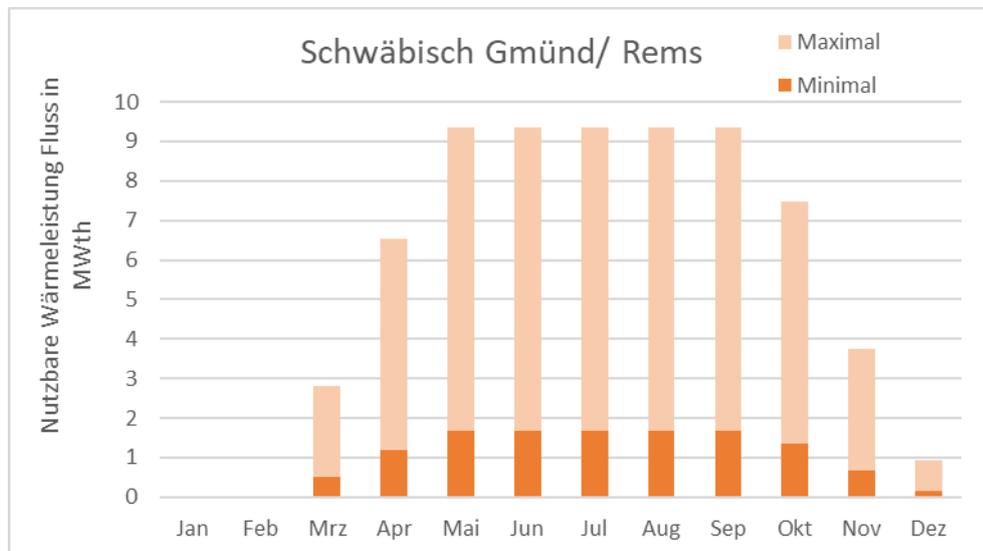


Abbildung 26: Potenzialabschätzung nutzbare Wärmeleistung Fließgewässer Rems, Messstelle Neustadt

Für die Wärmenutzung von Seen gibt es in Schwäbisch Gmünd kein relevantes Potenzial, da hierfür grundsätzlich nur Oberflächengewässer mit einer Größe von über 50 ha und einer Tiefe von mind. 20 m in Frage kommen [30].

4.3.10 Standorte KWK

KWK-Anlagen stellen eine effiziente Erzeugung von Wärme und Strom dar. Meist werden diese KWK-Anlagen mit Erdgas betrieben. Empfohlen wird die auf fossilen Energieträgern bestehenden KWK-Anlagen durch Formen der klimaneutralen Energieträger, wie z.B. Biogas oder Klärgas, zu ersetzen. Sind KWK-Anlagen in einem Wärmenetz als Erzeuger eingebunden, kann im Rahmen eines Transformationsplanes innerhalb der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), eine technische und wirtschaftliche Untersuchung klimaneutraler Wärmeerzeugung, erfolgen.

Bei stromgeführten KWK-Anlagen bietet sich eine Prüfung der Abwärmenutzung an, um so die Effizienz der Anlage zu steigern. Die Wärmeerzeugung der bestehenden KWK-Anlagen lässt sich auf 5,4 GWh berechnen, dies entspricht rund 0,7 % des Gesamtwärmebedarfes im Basisjahr 2019. Die Stromerzeugung von KWK-Anlagen betrug, mit rund 4,3 GWh, knapp 1,3 % des Gesamtstromverbrauches im Basisjahr 2019. Die Standorte der bestehenden KWK-Anlagen sind in der folgenden Abbildung 27 dargestellt.

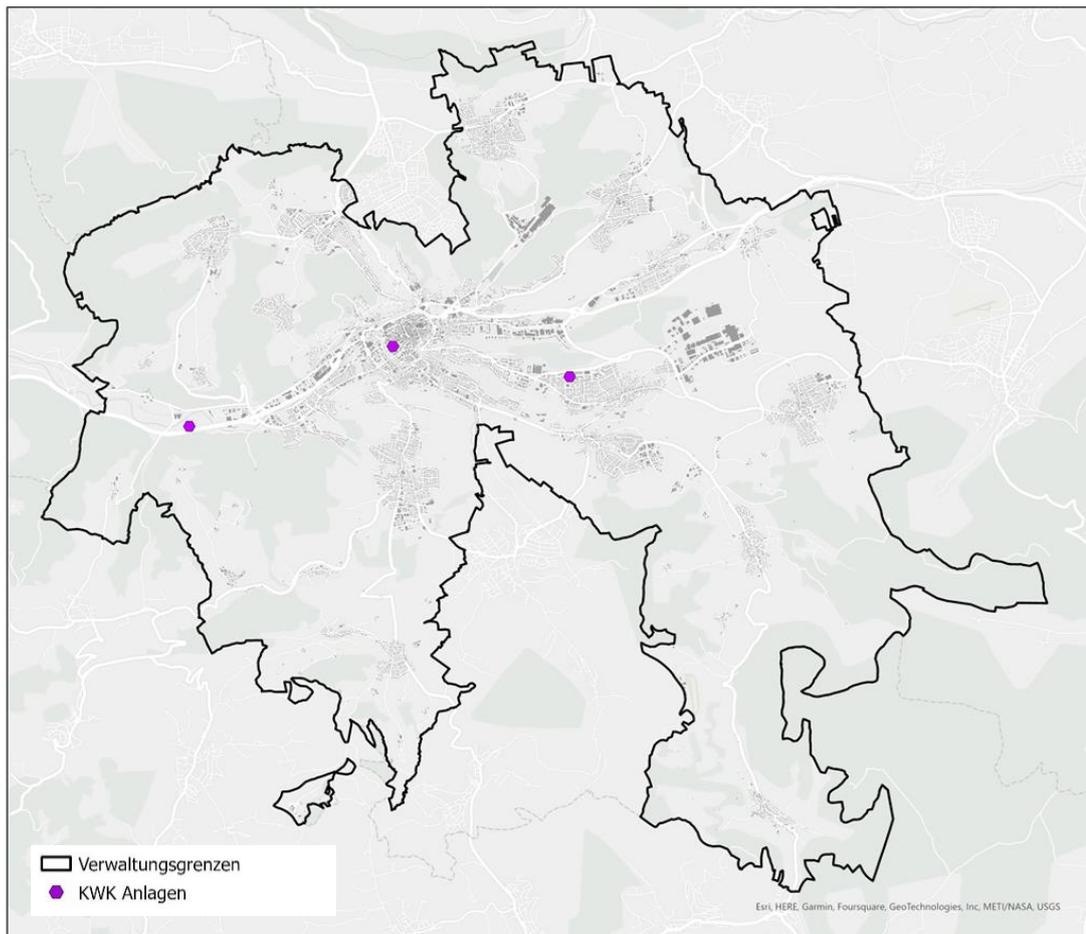


Abbildung 27: Bestehende KWK-Anlagen

4.3.11 Wasserstoffpotenziale

Im Folgenden wird auf das Potenzial des Wasserstoffs in Schwäbisch Gmünd eingegangen.

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr motiviert mit dem Wettbewerb „HyLand- Wasserstoffregionen in Deutschland“ Akteure deutschlandweit Projekte mit Wasserstoffbezug zu initiieren, zu planen und umzusetzen. Auf regionaler Ebene haben sich der Ostalbkreis, der Kreis Heidenheim und die Stadt Schwäbisch Gmünd gemeinsam am Wettbewerb mit dem Projekt „H₂Ostwürttemberg“ beteiligt. Mit einer Förderzusage geht ein umsetzungsfähiges Gesamtkonzept für eine regionale Wasserstoffwirtschaft einher [31].

Das Konzept beinhaltet u.a. folgende Punkte:

- die Entwicklung eines klimaneutralen Technologieparks mit Elektrolyseanlage in Schwäbisch Gmünd
- der Aufbau eines Logistiknetzwerkes und Betrieb von Nutzfahrzeugen basierend auf Wasserstoff
- der Aufbau eines auf Wasserstofftechnologien basierenden Fort-, Aus- und Weiterbildungsangebots
- die Erstellung von fundierten Studien zur ökonomischen und ökologischen Standortwahl für Wasserstofftankstellen
- die Erarbeitung von Industriekonzepten zur Nutzung und Herstellung von Wasserstoff.

Mit diesem umsetzungsfähigen Konzept soll der vernetzte und sektorenübergreifende Einsatz von Wasserstoff gelingen. Mit dem Technologiepark H₂-Aspen und dem Elektrolyseur wird Wertschöpfung vor Ort geschaffen und etabliert. Der Wasserstoffproduzent Lhyfe wird bis zu 4 Tonnen Wasserstoff täglich produzieren und voraussichtlich 2024 in Betrieb gehen. Der Wasserstoff soll an künftige Abnehmer in unmittelbarer Nähe per Wasserstoff-Pipeline verteilt werden und industriellen Kunden als Prozessgas zur Verfügung stehen. Außerdem ist im Sinne der Sektorenkopplung eine öffentliche Wasserstoff-Tankstelle geplant [15].

Die Stadt Schwäbisch Gmünd veranstaltete zwei Informationstage zum Thema Wasserstoff und sorgt so für einen breiten Dialog mit Vertretern aus der Wissenschaft, der Wirtschaft und interessierte Besucherinnen und Besucher [32].

Die regionale Wasserstoffproduktion wird die Nachfrage nach Wasserstoff nicht abdecken können, deshalb sind Wasserstoffimporte notwendig. Ein zentraler Punkt des Projektes „H₂Ostwürttemberg“ ist die Konzeption einer leitungsgebundenen Versorgung der Ankerkunden. Dies soll zum einen über die sog. „T-Lösung“ in der Region und die Anbindung an die Süddeutsche Erdgasleitung, diese ist in der Region Ostwürttemberg als reine Wasserstoffpipeline geplant, geschehen. In Abbildung 28 ist die „T-Lösung“ mit dem Ankerprojekt Technologiepark H₂-Aspen dargestellt [15].



Abbildung 28: Möglicher regionaler Pipelineausbau Verbindung Ankerprojekte und Hauptstandorte [15]

Zusammenfassend gelingt durch die lokale Produktion von grünem Wasserstoff, durch den Einsatz erneuerbarer Energien, eine klimaneutrale Versorgung des „Technologiepark H₂-Aspen“ in den Sektoren verarbeitendes Gewerbe und GHD. Eine großflächige Versorgung der privaten Haushalte, mit Wasserstoff als Heizenergieträger zur Verbrennung in sog. H₂-ready Gasheizungen, ist in Schwäbisch Gmünd, nach jetzigem Planungsstand, nicht zu erwarten.

4.4 Fazit Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Potenziale zur Strom- und Wärmeversorgung untersucht. Beide Potenziale wurden gemeinsam betrachtet, da künftig mit einer stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors zu rechnen ist.

Durch eine kontinuierliche energetische Sanierung der Gebäudehülle der Bestandsgebäude wird der Gesamtwärmebedarf anteilig gesenkt. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 kann, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % des Wohngebäudebestands, der Gesamtwärmebedarf bis zu 5 % gesenkt werden. Die energetische Sanierung stellt somit einen wichtigen Baustein der Wärmewende dar. Hierbei gilt es, das ambitionierte Ziel der Stadt Schwäbisch Gmünd im Blick zu behalten, bis 2035 klimaneutral zu sein. Für die Sanierungstätigkeit und die damit einhergehende Wärmebedarfssenkung besteht demnach ein kürzeres Zeitfenster.

Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Schwäbisch Gmünd teilweise flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Eine hohe Eignung konventioneller Wärmenetze liegt im Altstadtgebiet, in unmittelbarer Nähe östlich und südlich der Altstadt und sowie in dem Stadtteil Bettringen vor. In Gebieten geringerer Wärmebedarfsdichte im Stadtgebiet und in den Teilorten Bargau oder Weiler in den Bergen eignen sich Niedertemperatur-Wärmenetze. Die Nutzung der Abwärme industrieller Betriebe kann in einem Wärmeverbund genutzt werden. Im Industriegebiet Gügling können bspw. Wärmeverbünde entstehen, und so benachbarte Betriebe mit Wärme versorgen. Die durchgeführte Unternehmensumfrage mit positiven Rückläufern legt die Grundlage für Folgeschritte zur Quantifizierung des Abwärmepotenzials durch Beratung. Die Abwasserwärmenutzung birgt in Schwäbisch Gmünd, nach erster Einschätzung, ein hohes Potenzial. Geeignete Abwassersammler sind nahe Wohnbebauung vorhanden. Letztendlich quantifiziert werden kann das tatsächliche Potenzial mithilfe von Durchfluss- und Temperaturmessung an geeigneten Sammlern. Ein technisches Potenzial zur Abwasserwärmenutzung im Auslauf von der Kläranlage Zollerwiesen besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit. Eine Nutzung des Potenzials ist aufgrund der peripheren Lage zur nächstgelegenen dichten Bebauung jedoch eher auszuschließen.

Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung auf Dachflächen, durch Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen. Zur regenerativen Deckung des künftig steigenden Strombedarfes, u. a. für Wärmeanwendungen, ist ein Ausbau dieses PV-Potenzials und der Windenergieanlagen zu verfolgen.

Das lokale Potenzial der Verwertung des Waldrestholzes und holzartige Biomasse der Häckselplätze kann, wenn es gezielt eingesetzt wird, zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung im unteren einstelligen Prozentbereich beitragen. Eine Biomassevergärung organischer Abfallstoffe spielt wärmemengenmäßig eine untergeordnete Rolle. Im direkten Vergleich eine größere Rolle hingegen kann die Biomassevergärung von Grasschnitt des Dauergrünlandes und Verbrennung des Biogases in einem BHKW einnehmen, bis zu 1,3 % des Gesamtwärmebedarfes im Basisjahr könnten gedeckt werden.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünds, nach Auswertung des Informationssystems oberflächennaher Geothermie mit einer mittleren Wärmeentzugsleistung großflächig vor. Es sind somit die Voraussetzungen für den Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen gegeben – gegenüber Luft-Wasser-Wärmepumpen arbeiten diese aufgrund der ganzjährig erhöhten Erdtemperatur effizienter und können die Endenergie- und Treibhausgasbilanz somit verbessern, da ein geringerer Anteil an elektrischer Energie von Nöten ist.

Das Potenzial der Wärmenutzung aus dem Fließgewässer Rems ist während der Heizperiode von November bis März, nach erster Abschätzung, nicht ausreichend vorhanden, weshalb eine Vertiefung dieses Potenzials nicht empfohlen wird.

Im Bereich Wasserstoff hat die Stadt Schwäbisch Gmünd landesweit eine Vorreiterrolle inne. Mit der Versorgung des Technologieparks H₂-Aspen mit grünem Wasserstoff wird ein ganzes Industriegebiet klimaneutral. Mit einem langfristigen Anschluss an die sog. T-Lösung kann der Bedarf an Wasserstoff auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünds künftig gedeckt werden.

Schlussendlich ist das Zusammenführen der unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen und der Wärmebedarfe entscheidend für eine effiziente Gestaltung des Wärmesektors.

5. Zielszenario

5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

In Kapitel 4.1 wurde erläutert, wie die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung in Schwäbisch Gmünd unter Berücksichtigung einer prozentualen jährlichen Sanierungsquote im Sektor Wohnen abgebildet werden kann. Da die Gebäude in den Sektoren kommunale Gebäude, verarbeitendes Gewerbe sowie GHD & Sonstiges bezüglich ihrer typischen Größe, Nutzung und Wärmearten eine sehr inhomogene Zusammensetzung aufweisen und der KEA-Technikkatalog für diese Sektoren keine spezifischen Vorgaben enthält, wurden in Zusammenarbeit mit der Stadt und den Stadtwerken Schwäbisch Gmünd plausible Reduktionsraten des Gesamtwärmebedarfs diskutiert und gemeinsam für das Zielszenario festgelegt. Tabelle 16 gibt einen Überblick über die festgelegten Wertebereiche der Sanierungs- bzw. Reduktionsraten in den betrachteten Sektoren.

Tabelle 16: Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten der Sektoren bis zum Jahr 2035

Parameter	Wertebereich
Jährliche Sanierungsrate Wohngebäude	1 – 2 %
Jährliche Reduktionsrate kommunale Gebäude	1 – 2 %
Jährliche Reduktionsrate GHD & Sonstiges	0 – 1 %
Jährliche Reduktionsrate verarbeitendes Gewerbe	0 – 1 %

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 16 definierten Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten ergibt sich ein minimaler (MIN) sowie ein maximal (MAX) möglicher Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs bis zum Jahr 2035.

Im MIN-Fall ergibt sich eine Reduktion des Gesamtwärmebedarf von 4 % bis zum Jahr 2035, im MAX-Fall beträgt die Reduktion über alle Sektoren 10 %. In letzterem Fall tragen die kommunalen Gebäude mit 23 %, Industrie und GHD & Sonstiges mit je 8 % und der Sektor Wohnen mit 9 % zur Wärmebedarfsreduktion bei (vgl. Abbildung 29).

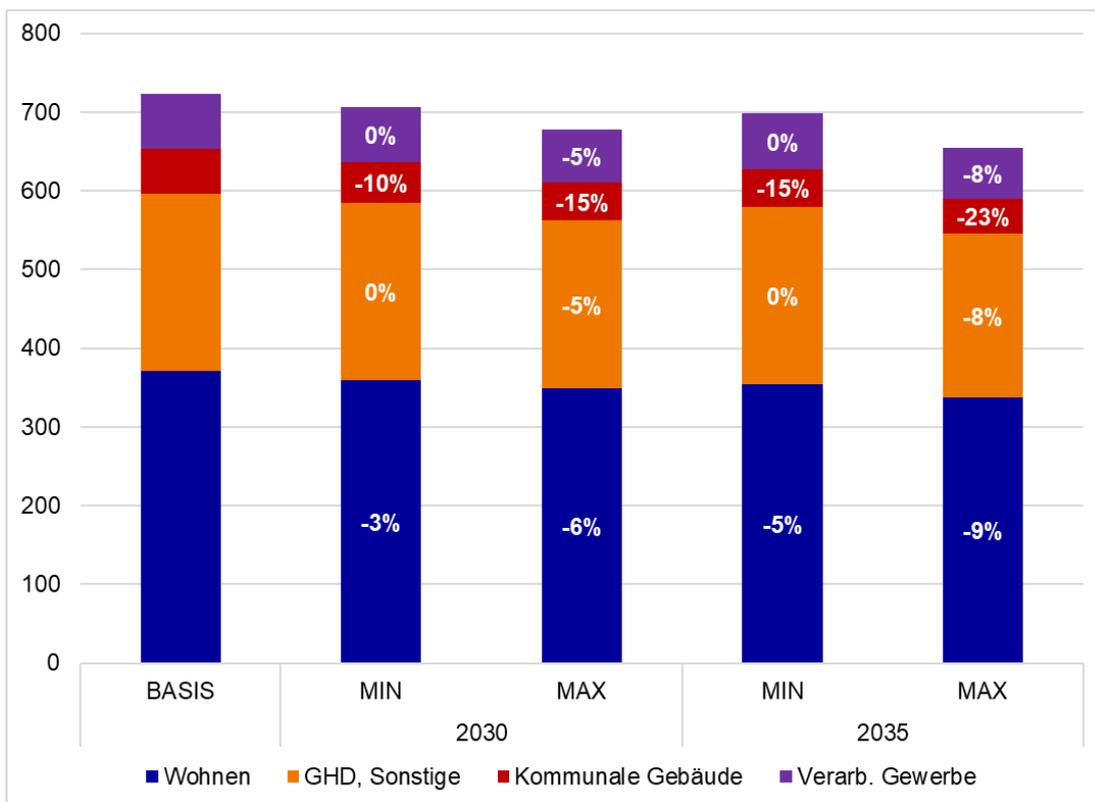


Abbildung 29: Minimaler und maximaler Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs

Für das Zielszenario 2035 wurde in Absprache mit der Stadtverwaltung und den Stadtwerken angenommen, dass die Mittelwerte der Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten durch forcierte Anstrengungen in allen Sektoren erreicht werden. Dies sind im Sektor Wohnen 2 %/a, bei den kommunalen Gebäuden 1,5 %/a und bei Industrie und GHD/Sonstige jeweils 0,5 %/a. Damit ergeben sich die in

Tabelle 17 dargestellten Wärmebedarfswerte.

Tabelle 17: Wärmebedarfsentwicklung in Schwäbisch Gmünd nach Sektoren bis 2035

Wärmebedarf in GWh/a	2019	2030	2035	Einsparung Zieljahr
Wohnen	371	349	337	9 %
GHD & Sonstige	225	214	208	8 %
Kommunale Gebäude	57	48	44	23 %
Verarbeitendes Gewerbe	71	67	65	8 %
Gesamt	724	678	655	10 %

5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2035

Basierend auf der im vorangegangenen Kapitel dargestellten Wärmebedarfsentwicklungen bis zum Jahr 2035 für die Stadt Schwäbisch Gmünd lässt sich die in Abbildung 16 dargestellte Wärmedichtekarte für die Jahre 2030 und 2035 fortschreiben. Dies dient in der nachfolgenden Festlegung der Eignungsgebiete dazu, bei der Empfehlung von Wärmenetzungsgebieten sicherzustellen, dass diese auch in Zukunft bei sinkendem Wärmeverbrauch wirtschaftlich betrieben werden können. Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigen die Wärmebedarfsdichten in Schwäbisch Gmünd für die Zieljahre 2030 und 2035. Es ist erkennbar, dass auch bei fortgeschriebener Wärmebedarfsminderung im Stadtgebiet eine flächendeckend hohe Wärmebedarfsdichte und damit Wärmenetzeignung besteht.

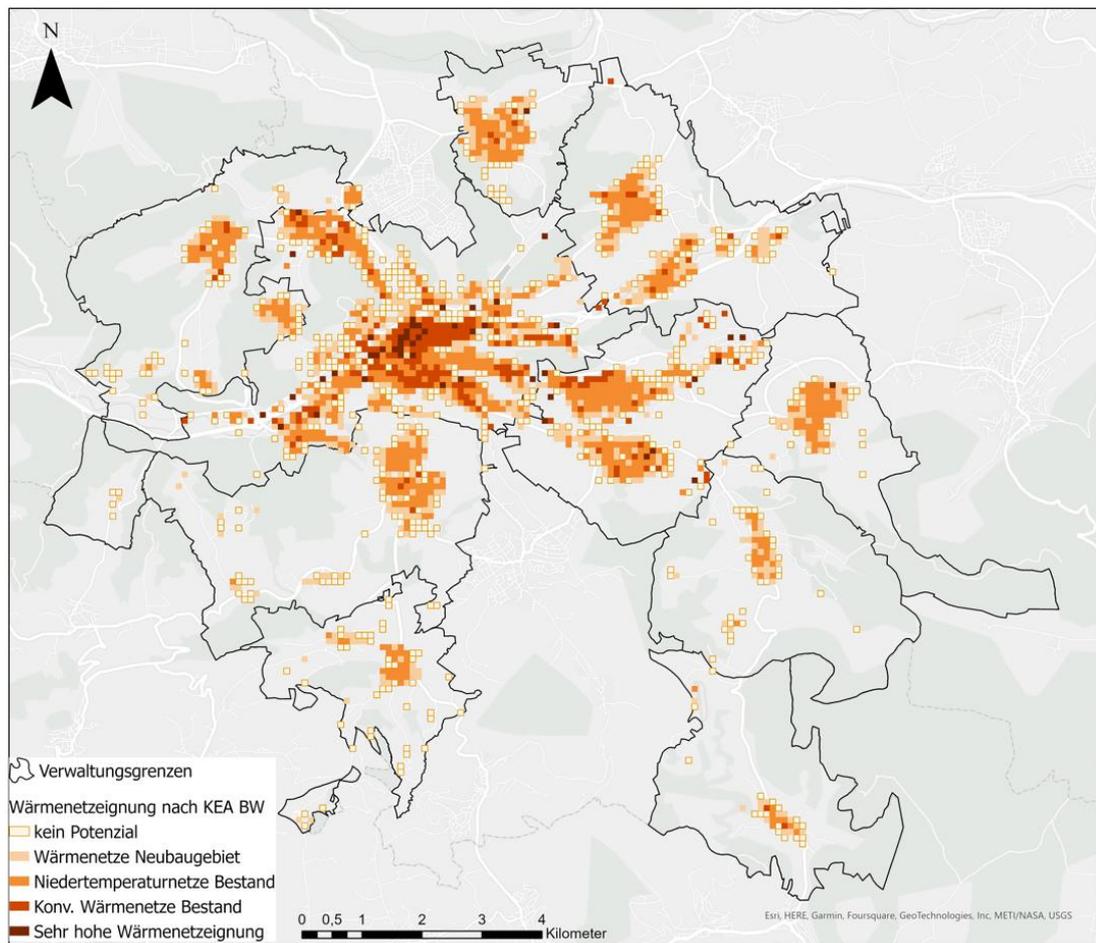


Abbildung 30: Wärmenetzeignung nach KEA BW im Jahr 2030 im Zielszenario

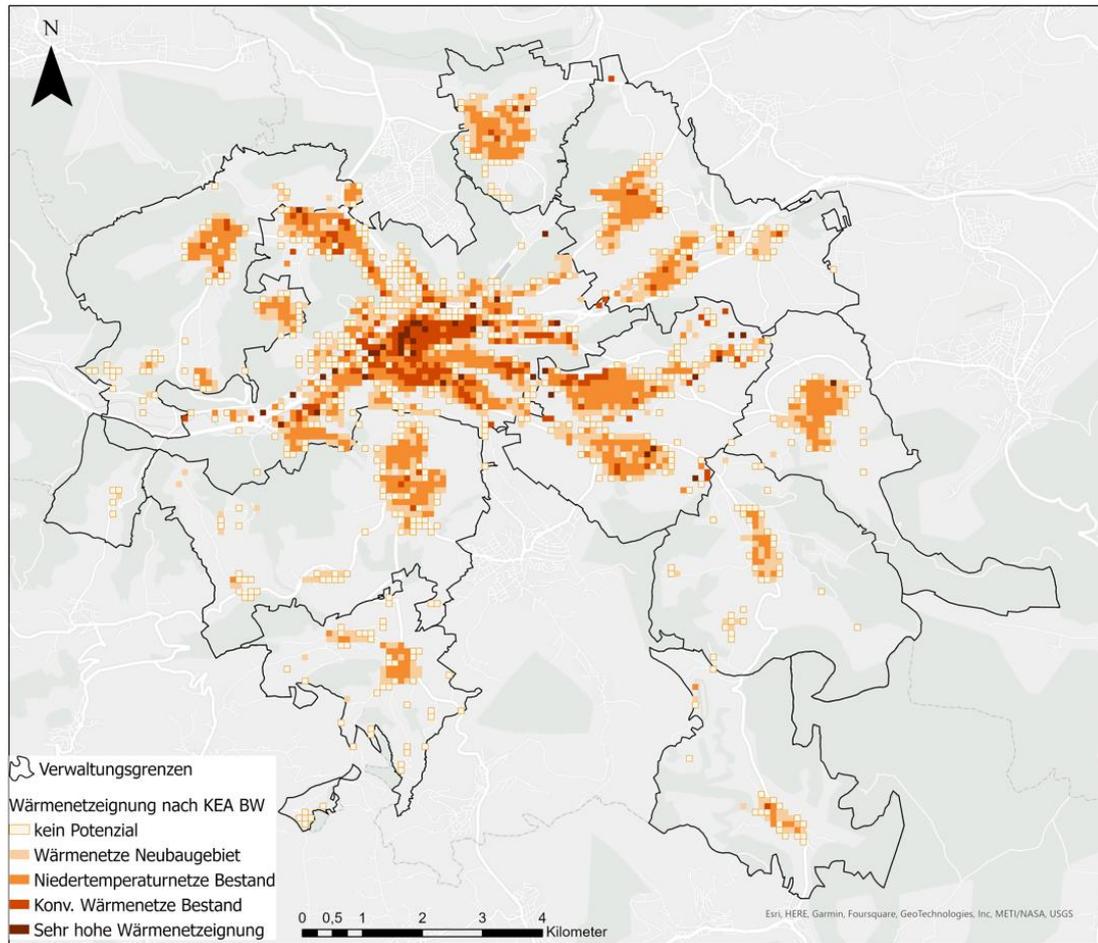


Abbildung 31: Wärmenetzsignung nach KEA BW im Jahr 2035 im Zielszenario

5.3 Eignungsgebiete

Abgeleitet von den Wärmebedarfsdichten und unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen wie Flächennutzung und vorhandene Infrastruktur sowie natürlichen Grenzen wurden für Schwäbisch Gmünd 52 Gebiete definiert (siehe Abbildung 32). 20 dieser Gebiete wurde auf Basis ihrer Wärmedichte im Basisjahr 2019 – nach KEA BW [2] mindestens 415 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote in die Eignung als konventionelles Wärmenetzgebiet zugeordnet. Weitere 25 Gebiete eignen sich nach der genannten Klassifikation mit mindestens 175 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote als Niedertemperatur-Netzgebiet, und 7 Siedlungen im Stadtgebiet sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Anhand dieser Gebietseinteilung erfolgt im nächsten Schritt eine Analyse der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs im Basisjahr, möglicher Ankerkunden und der vorhandenen regenerativen Potenziale zur dezentralen und zentralen Wärmeerzeugung. Die Ergebnisse finden Eingang in die Teilgebietssteckbriefe, welche der Übersichtlichkeit halber in einem separaten Dokument aufgeführt werden.

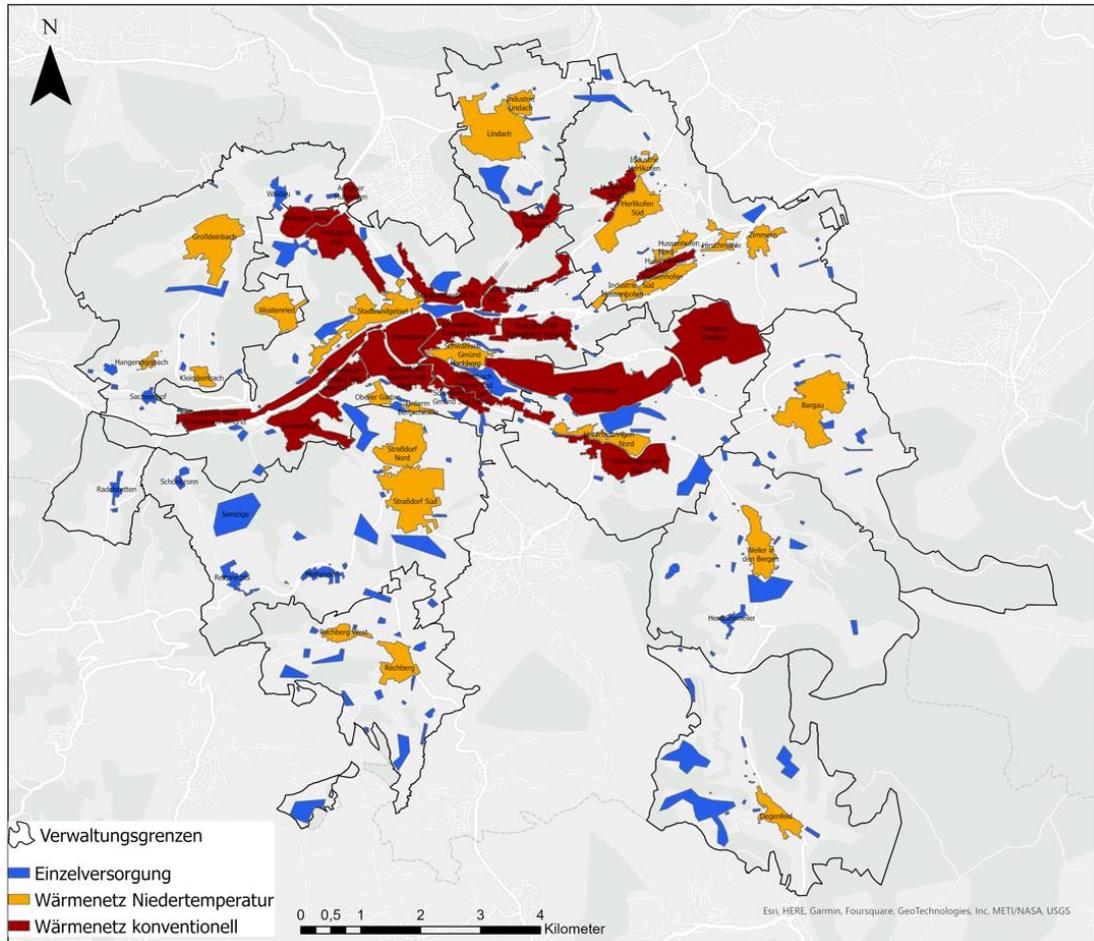


Abbildung 32: Eignungsgebiete in Schwäbisch Gmünd

Die Teilgebiete sind hinsichtlich ihrer Ist-Situation in der folgenden Tabelle 18 dargestellt. Mit Blick auf das zu entwickelnde Zielszenarios dienen die festgelegten Eignungsgebiete dazu, unter den zukünftigen Technologieoptionen zur Wärmeerzeugung für jedes Gebäude die theoretische Verfügbarkeit von Wärmenetzen anzuzeigen. Im Bereich des Stadtgebiets Schwäbisch Gmünd wird hierbei angenommen, dass bis zum Jahr 2035 ein flächendeckender Ausbau von Wärmenetzen stattfindet und somit die überwiegende Mehrheit der Gebäude dort theoretisch angeschlossen werden könnte. Nach Berechnung des Zielszenarios und der Abschätzung der zukünftigen Wärmegestehungskosten für Einzelversorgung und Wärmenetze werden in einer weiteren Iteration die Eignungsgebiete überprüft und die Zuordnung gegebenenfalls angepasst.

Tabelle 18: Eignungsgebiete in Schwäbisch Gmünd mit Ist-Situation

Name	Gasnetz	Wärmernetz	Anzahl beheizte Gebäude	Vorwiegender Gebäudetyp	Hauptalter Wohngebäude	Vorwiegender Heizungsstyp	Hauptalter Heizungen	Wärmebedarf 2019 in MWh	Sanierungspotenzial Wohnen	Eignung
Innenstadt	X	X	871	GHD_SONST	1918bis	GAS	2015-2019	1.652	niedrig	Wärmernetz konventionell
Wüstentried	X	X	295	WOHN	1995_2001	GAS	1990-1994	305	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Großdenbach	X	X	590	WOHN	1969_1978	OEL	2005-2009	390	hoch	Wärmernetz konventionell
Ansaier Mullangen	X	X	131	WOHN	1979_1984	GAS	1985-1989	496	hoch	Wärmernetz konventionell
Weitzgau Nord	X	X	307	WOHN	1958_1968	GAS	2010-2014	491	mittel	Wärmernetz konventionell
Weitzgau Süd	X	X	669	WOHN	1949_1957	OEL	2000-2004	449	hoch	Wärmernetz konventionell
Kleindenbach	X	X	75	WOHN	1918bis	OEL	1990-1994	286	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Handenbach	X	X	25	WOHN	1918bis	OEL	2010-2014	215	mittel	Wärmernetz Niedertemperatur
Undach	X	X	911	WOHN	1958_1968	OEL	2000-2004	355	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Industrie Lindach	X	X	35	GHD_SONST	2002_2009	OEL	2005-2009	408	niedrig	Wärmernetz Niedertemperatur
Henkicken Süd	X	X	591	WOHN	1958_1968	OEL	1990-1994	389	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Waldau	X	X	17	WOHN	1958_1968	OEL	2015-2019	92	hoch	Einzelversorgung
Weiler in den Bergen	X	X	316	WOHN	1969_1978	OEL	1995-1999	298	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Bargau	X	X	799	WOHN	1958_1968	OEL	2000-2004	354	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Oberebtingen	X	X	1342	WOHN	1969_1978	GAS	2010-2014	475	mittel	Wärmernetz konventionell
Rechberg	X	X	303	WOHN	1969_1978	OEL	2000-2004	360	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Degenfeld	X	X	173	WOHN	1918bis	OEL	2015-2019	361	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Herdlinsweiler	X	X	29	WOHN	1918bis	OEL	2005-2009	160	hoch	Einzelversorgung
Industrie Gügling	X	X	73	GHD_SONST	1979_1984	GAS	2015-2019	890	niedrig	Wärmernetz konventionell
Industrie Sulzbach	X	X	16	GHD_SONST	1969_1978	OEL	unbekannt	4.812	niedrig	Wärmernetz konventionell
Zimmern	X	X	143	WOHN	1979_1984	OEL	2015-2019	310	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Hirschmühle	X	X	53	WOHN	1958_1968	OEL	2000-2004	300	mittel	Wärmernetz Niedertemperatur
Henkicken Nord	X	X	294	WOHN	1979_1984	GAS	1990-1994	429	hoch	Wärmernetz konventionell
Industrie Henkicken	X	X	28	GHD_SONST	1979_1984	OEL	2010-2014	207	mittel	Wärmernetz Niedertemperatur
Hussenhöfen Süd	X	X	246	WOHN	1949_1957	GAS	1990-1994	361	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Industrie Ost Schwäbisch Gmünd	X	X	183	WOHN	1958_1968	GAS	2015-2019	812	niedrig	Wärmernetz konventionell
Unterebtingen Süd	X	X	494	WOHN	1958_1968	OEL	1990-1994	598	hoch	Wärmernetz konventionell
Unterebtingen Nord	X	X	366	WOHN	1979_1984	OEL	1990-1994	390	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Sträßdorf Nord	X	X	505	WOHN	1969_1978	OEL	1995-1999	325	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Sträßdorf Süd	X	X	625	WOHN	1969_1978	OEL	2000-2004	334	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Stadttrandgebiet III	X	X	281	WOHN	1969_1978	GAS	1990-1994	474	hoch	Wärmernetz konventionell
Stadttrandgebiet II	X	X	264	WOHN	1918bis	GAS	2010-2014	638	mittel	Wärmernetz konventionell
Schwäbisch Gmünd Ost	X	X	455	WOHN	1918bis	GAS	2015-2019	887	mittel	Wärmernetz konventionell
Stadttrandgebiet I	X	X	293	WOHN	1949_1957	GAS	2010-2014	256	mittel	Wärmernetz Niedertemperatur
Schwäbisch Gmünd Hochberg	X	X	180	WOHN	1958_1968	GAS	2015-2019	327	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Schwäbisch Gmünd Süd Ost I	X	X	569	WOHN	1958_1968	GAS	2015-2019	592	mittel	Wärmernetz konventionell
Schwäbisch Gmünd Süd West I	X	X	577	WOHN	1918bis	GAS	2015-2019	839	mittel	Wärmernetz konventionell
Schieberhof	X	X	573	WOHN	1949_1957	GAS	2010-2014	582	hoch	Wärmernetz konventionell
Industrie West Schwäbisch Gmünd	X	X	94	GHD_SONST	1918bis	GAS	2000-2004	818	niedrig	Wärmernetz konventionell
Rechberg West	X	X	91	WOHN	1958_1968	OEL	2005-2009	328	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Neulangen	X	X	39	WOHN	1979_1984	OEL	unbekannt	146	hoch	Einzelversorgung
Reiprechtsweiler	X	X	34	WOHN	1918bis	OEL	unbekannt	162	mittel	Einzelversorgung
Schönbrom	X	X	7	WOHN	1995_2001	OEL	unbekannt	69	mittel	Einzelversorgung
Radelisletten	X	X	10	WOHN	1958_1968	OEL	1990-1994	105	hoch	Einzelversorgung
Sachsenhof	X	X	6	WOHN	1979_1984	HOLZ	1995-1999	56	mittel	Einzelversorgung
Hussenhöfen Nord	X	X	143	WOHN	1995_2001	GAS	1995-1999	380	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Hussenhöfen Kernort	X	X	164	WOHN	1918bis	OEL	2000-2004	431	mittel	Wärmernetz konventionell
Industrie Hussenhöfen	X	X	25	GHD_SONST	1995_2001	GAS	1990-1994	315	niedrig	Wärmernetz Niedertemperatur
Oberer Garten	X	X	69	WOHN	1979_1984	GAS	unbekannt	323	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Unterm Bergschlößle	X	X	30	WOHN	1958_1968	OEL	unbekannt	268	hoch	Wärmernetz Niedertemperatur
Schwäbisch Gmünd Süd Ost II	X	X	142	WOHN	1949_1957	GAS	1990-1994	606	mittel	Wärmernetz konventionell
Schwäbisch Gmünd Süd West II	X	X	281	WOHN	1949_1957	GAS	2010-2014	668	mittel	Wärmernetz konventionell

5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2035

5.4.1 Wirkungspfade zur Klimaneutralität

Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd sind zwei grundlegende Wirkungspfade zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 33):

1) Nachfrageseite

Der Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung wird nachfrageseitig durch den energetischen Zustand der Gebäude bestimmt. Hier können Maßnahmen zur energetischen Sanierung an der Gebäudehülle (Austausch Fenster sowie Dämmung von Dach, Geschossdecken und Außenfassaden) zur Minderung des Wärme- und Kältebedarfs und dadurch zur Reduktion des Endenergieverbrauchs beitragen.¹

2) Erzeugungsseite

Bei der Bereitstellung der nachgefragten Wärme kann zum einen durch den technischen Fortschritt und daraus resultierend höheren Effizienzen bei den eingesetzten Wärmeerzeugern Endenergie eingespart werden. Zum anderen können durch einen Heizungstausch und damit einhergehenden Energieträgerwechsel die CO₂-Emissionen effektiv reduziert werden.

Um das Zusammenspiel dieser Wirkungspfade mit ihren diversen Einflussgrößen und unterschiedlichen Interventionszeitpunkten gesamthaft betrachten zu können, wurde ein Simulationsmodell zur Berechnung aussagekräftiger Szenarien entwickelt. Es ist dazu geeignet, die Kommunen in der Diskussion zum klimaneutralen Zielszenario durch die Berechnung verschiedener Varianten zu unterstützen.

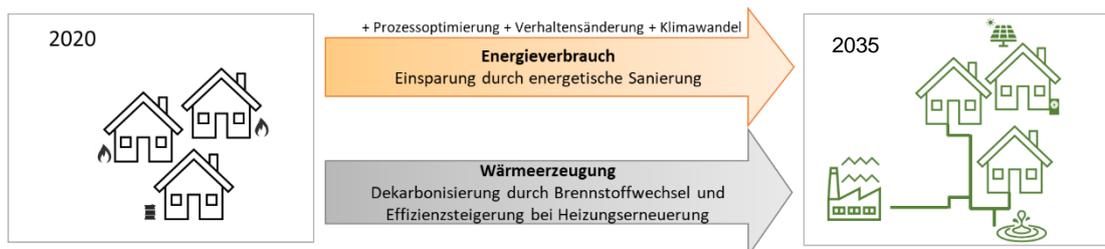


Abbildung 33: Einflusspfade zum klimaneutralen Zielszenario

¹ Zusätzlich können Prozessoptimierungen in der Industrie, Verhaltensänderungen bei den Menschen (z.B. Absenken der Raumtemperaturen) oder auch sich ändernde Witterungsbedingungen durch den fortschreitenden Klimawandel den Energieverbrauch im Wärmesektor beeinflussen. Diese Faktoren sind jedoch schwer zu quantifizieren und werden daher in der folgenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

5.4.2 Einflussparameter und Zielgröße Klimaneutralität

Auf dem Weg zur Klimaneutralität im Wärmesektor sind verschiedene Einflussgrößen in ihrem zeitlichen Verlauf bis 2035 zu berücksichtigen. Neben dem Bestand an Gebäuden und Heizungssystemen sind dies insbesondere:

- Sanierungs- und Wärmebedarfsreduktionsraten in den Sektoren
- (zulässige) Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Verfügbare Endenergieträger und deren Preise bis 2035
- Verfügbare Technologien zur Wärmeerzeugung und deren Kosten
- Politische Rahmenbedingungen wie Verbote, Förderungen, Grenzwerte oder CO₂-Abgaben
- Zubau an beheizten Flächen bis 2035
- Hauptentscheidungskriterium bei Heizungswechsel

Diese Parameter bzw. deren Werte(bereiche) wurden zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios mit den Akteuren der Stadt Schwäbisch Gmünd diskutiert und festgelegt. Dabei wurden für die nachfolgende Variantenrechnung die in Tabelle 19 aufgeführten Festlegungen getroffen:

Tabelle 19: Eingabeparameter zur Szenarioanalyse

Eingabeparameter Zielszenario	Wertebereich / Festlegung
Sanierungsrate / Reduktionsraten	
Wohnen	1 – 2 %/a
Kommunale Liegenschaften	1 – 2 %/a
Gewerbe und Industrie	0 – 1 %/a
Zubau Wohn- und Nutzflächen	
Wohnen	139.376 m ²
Kommunale Liegenschaften	3.127 m ²
Gewerbe	282.429 m ²
Heizungstausch	
Betriebsdauer Bestandsheizungen	technische Lebensdauer KEA-Technikkatalog (i.d.R. 20 Jahre) / 15 Jahre
Zulässige Folgeheizungen	Erfüllung EWärmeG / Vorgabe 65 % erneuerbare Energien ab 2024
Entscheidungskriterium Folgeheizung	Wirtschaftlichkeit ²

² Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit: Nach Ablauf der vorgegebene Betriebsdauer wird unter den verfügbaren bzw. zulässigen neuen Heizungen diejenige mit den objektspezifisch niedrigsten Wärmegestehungskosten auf Basis einer Vollkostenrechnung ausgewählt.

Entwicklung leitungsgebundene Infrastruktur bis 2035	
Festlegungen Wärmenetze	
Eignungsgebiete	Grenzwerte Wärmebedarfsdichte KEA BW [2]
Anschlussquote	65 % in konventionellen Eignungsgebieten / 50 % für Niedertemperaturnetze / 100 % kommunale Gebäude in Eignungsgebieten
Festlegungen Gasnetz	
Anteil Wasserstoff	ab 2035 für Industrieprozesse verfügbar
Anteil Biomethan	kein Biomethan im Gasnetz verfügbar

Der Begriff „**Klimaneutralität**“ ist zunächst nicht eindeutig definiert und wurde im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung mit den Akteuren erörtert und wie folgt festgelegt:

Bis zum Jahr 2035 sind in Schwäbisch Gmünd keine fossil befeuerten Einzelheizungen oder Wärmeerzeuger in Wärmenetzen mehr in Betrieb.

Dabei ist klar, dass die CO₂-Emissionsbilanz auch für das Jahr 2035 den Wert Null nicht erreichen kann, da z.B. der Netzstrom sowie regenerative Energieträger wie Holz auch im Jahr 2035 Emissionen aufweisen werden (siehe Anhang 1). Eine bilanzielle Verrechnung dieser Restemissionen mit vor Ort eingesparten Emissionen durch die Stromerzeugung mit erneuerbaren Quellen wird nicht vorgenommen.

5.4.3 Szenariomodell

Das entwickelte Szenariomodell verfolgt einen Bottom-Up-Ansatz, dessen Basis eine Gebäudedatenbank mit sämtlichen wärmerelevanten Gebäuden der Stadt Schwäbisch Gmünd im Basisjahr 2019 bildet. Unter Berücksichtigung zukünftig verfügbarer Wärmeerzeugungstechnologien, hinterlegt in einer Technologie-datenbank, können auf Basis wirtschaftlicher, technischer und politischer Eingabewerte mögliche zukünftige Entwicklungen des Wärmesektors simuliert werden. Die Modellergebnisse werden zunächst kumuliert für das ganze Stadtgebiet ermittelt. In einem nachgelagerten Schritt werden Teilbilanzen für die festgelegten Eignungsgebiete ausgewiesen (siehe Kapitel 5.3). Die abgebildeten Eingabewerte wurden im vorangegangenen Kapitel erörtert.

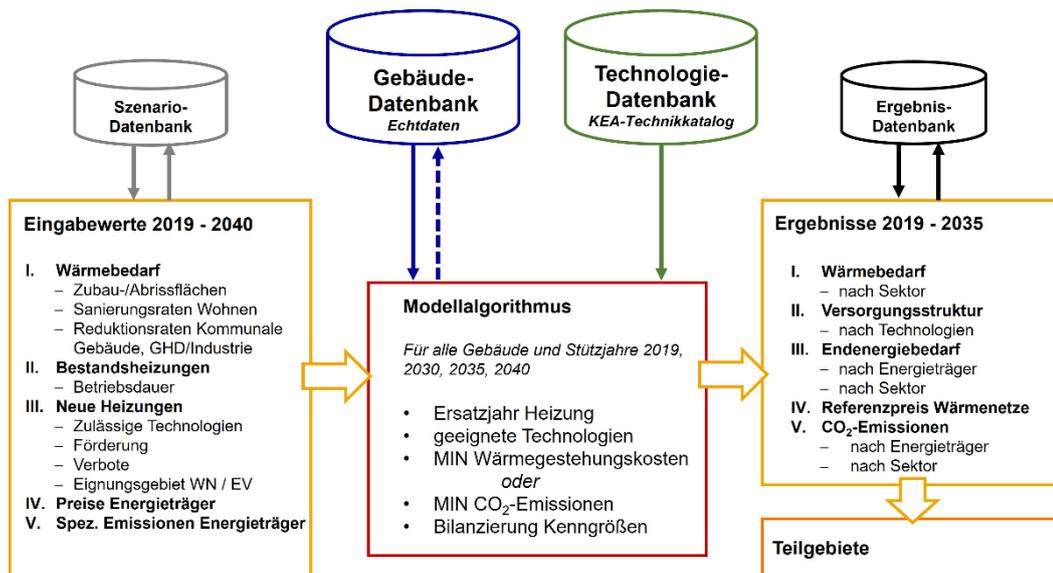


Abbildung 34: Modellstruktur

5.4.4 Szenarioanalyse und Zielszenario

Um ein besseres Verständnis für das abgebildete Energiesystem zu entwickeln und verschiedene Parametrierungen für das klimaneutrale Zielszenario hinsichtlich ihrer Wirkung vergleichen zu können, wurden für Schwäbisch Gmünd drei mögliche Zukunftsszenarien festgelegt und simuliert:

1) Business as usual (BAU)

- fortgesetzt niedrige Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- fossile Heizungen weiterhin zulässig, Verbot Ölkessel ab 2026
- hohe Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Kein Ausbau der Wärmenetze

2) Klimaneutralität I (KLIM I)

- Hohe Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen (20 Jahre)
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten

3) Klimaneutralität II (KLIM II)

- Hohe Sanierungs- und Reduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- Stark begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen (15 Jahre)
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten

Tabelle 20 fasst die Rahmenannahmen dieser drei Szenarien zusammen.

Tabelle 20: Definition der Szenarien

	Einheit	BAU	KLIM I	KLIM II
Sanierungsrate Wohnen	%/a	1	2	2
Reduktionsrate Kommunale Gebäude	%/a	1	1,5	1,5
Reduktionsrate Gewerbe & Industrie	%/a	0	0,5	0,5
Förderungen	-	gemäß BEW / BEG / BAFA		
Betriebsdauer fossiler Bestandsanlagen	a	25 - 30	20	15
Verbot fossiler Heizungen	-	Öl: 2026	2024	2024
Entscheidungskriterium	-	Wirtschaftlichkeit		
Eignungsgebiete Wärmenetze	-	Kein Ausbau	gemäß KEA-Eignung	gemäß KEA-Eignung
Anschlussquote Wärmenetze (vgl. Tabelle 19)	%	-	50 / 65 / 100	50 / 65 / 100
Wasserstoff für Industrie & Wärmenetze		ab 2030		
CO ₂ -Emissionen Wärmenetze	kg/kWh	2019: 0,240	2030: 0,120	2035: 0,028

Im **BAU**-Szenario ergibt sich unter obigen Annahmen die in Abbildung 35 dargestellte Entwicklung der Heizungssysteme in Schwäbisch Gmünd bis zum Jahr 2040³.

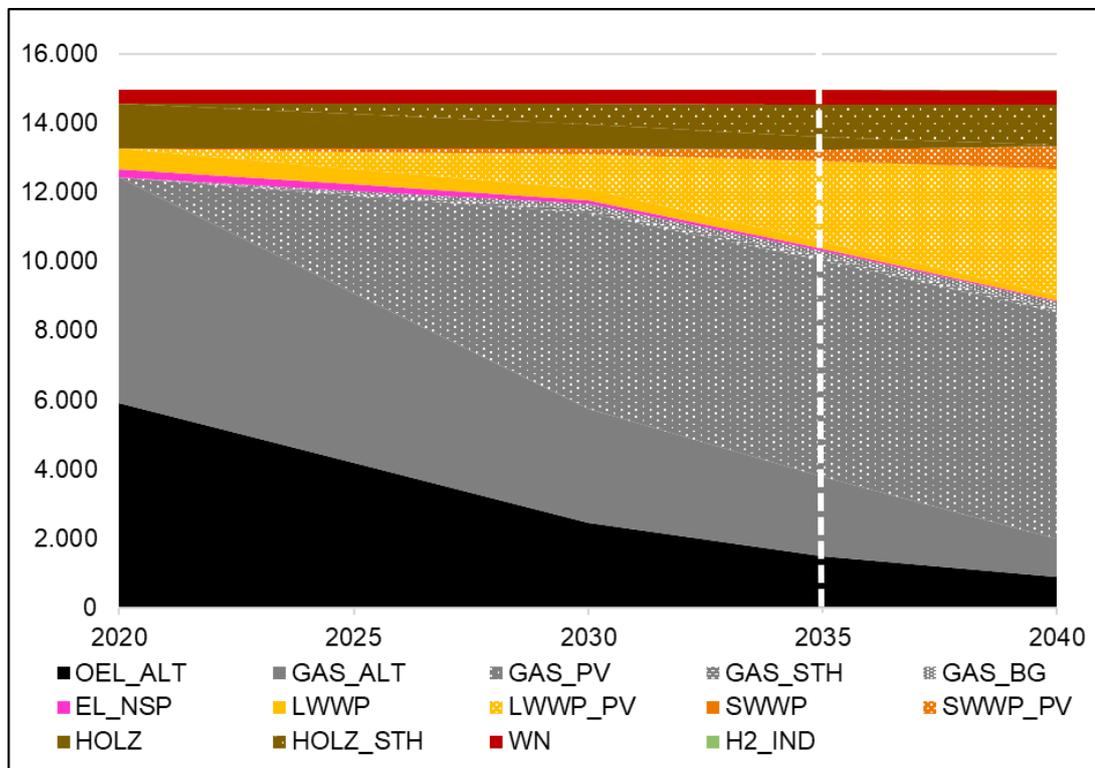


Abbildung 35: Transformation der Heizungssysteme in Schwäbisch Gmünd im BAU-Szenario⁴

Es ist ersichtlich, dass die Klimaneutralität bei Fortsetzung der bisherigen Situation im Wärmesektor im Jahr 2035 deutlich verfehlt wird; fossile Einzelheizungen machen mehr als 70 % der Wärmeerzeuger in Schwäbisch Gmünd aus. Zwar werden zunehmend gas- und ölbefeuerte Anlagen durch Luft-Wasser-Wärmepumpen mit PV-Unterstützung und Pelletkessel mit Solarkollektoren abgelöst, die Transformation hin zu einem CO₂-freien System dauert jedoch ohne weitere Intervention bis über das Jahr 2040 hinaus an. Haupttreiber sind dabei steigende Wärmegestehungskosten bei Gas- und Ölheizungen durch die CO₂-Abgabe sowie sinkende Gestehungskosten bei Wärmepumpen durch geringere Investitionen bei gleichzeitig steigender Effizienz bzw. Jahresarbeitszahl. Des Weiteren ist erkennbar, dass Sole-Wasser-Wärmepumpen beim Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit erst ab dem Jahr 2030 punktuell konkurrenzfähig werden.

³ Neben den Zieljahren 2030 und 2035 wird in der Simulation die Entwicklung des kommunalen Wärmesektors bis 2040 abgebildet. Damit lassen sich die Effekte der Transformation über das Zieljahr hinaus analysieren.

⁴ Die verwendeten Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis erläutert.

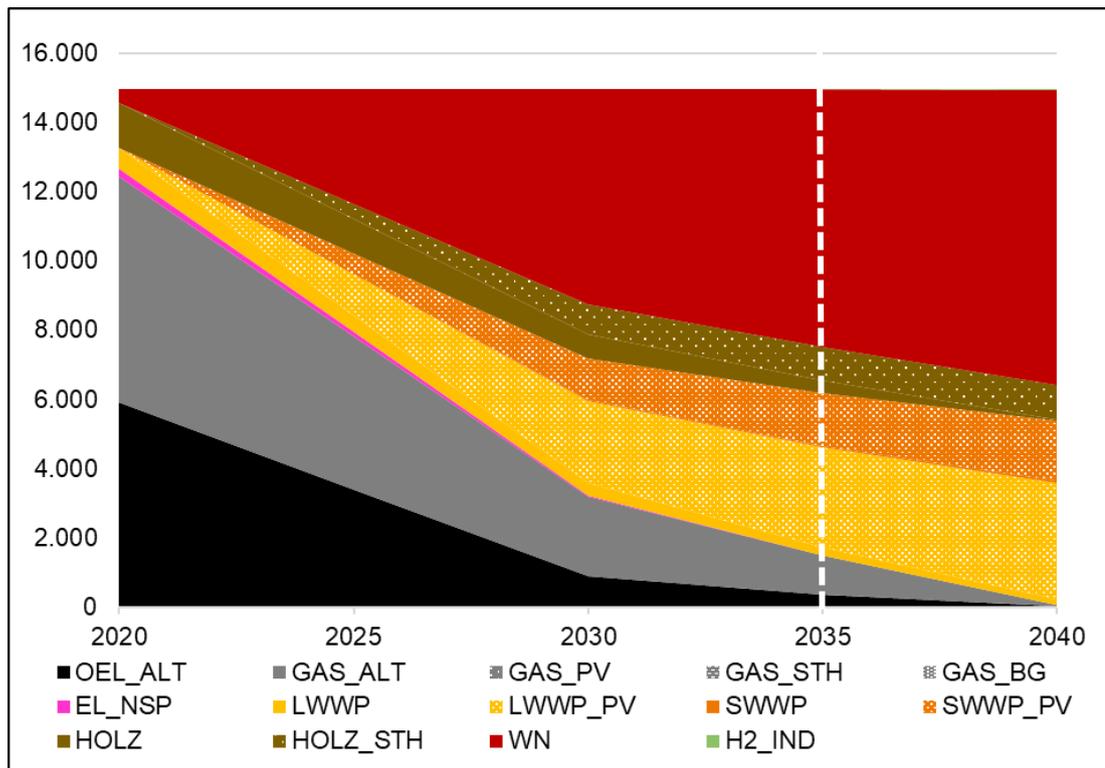


Abbildung 36: Transformation der Heizungssysteme in Schwäbisch Gmünd im KLIM I-Szenario

Geht man, wie im **KLIM I**-Szenario, von einem flächendeckenden Ausbau der Wärmenetze in Schwäbisch Gmünd, dem Verbot fossiler Heizungen sowie einer Begrenzung der Betriebsdauer von 20 Jahren aus, ergibt sich der in Abbildung 36 gezeigte Transformationspfad der Heizungssysteme. Hierbei wird die Klimaneutralität unter der Prämisse, dass die Wärmenetze dekarbonisiert sind, bis zum Jahr 2040, jedoch nicht bis zum Jahr 2035 erreicht. Neben einem Wärmenetzanteil von ca. 50 % an den vorhandenen Heizungssystemen wird die klimaneutrale Wärme im Jahr 2035 durch Luft-Wasser-Wärmepumpen (21 %), Sole-Wasser-Wärmepumpen (10 %) sowie Pelletkessel mit Solarthermie (9 %) erzeugt. 7 % der Bestandsheizungen sind außerdem alte Gasheizungen.

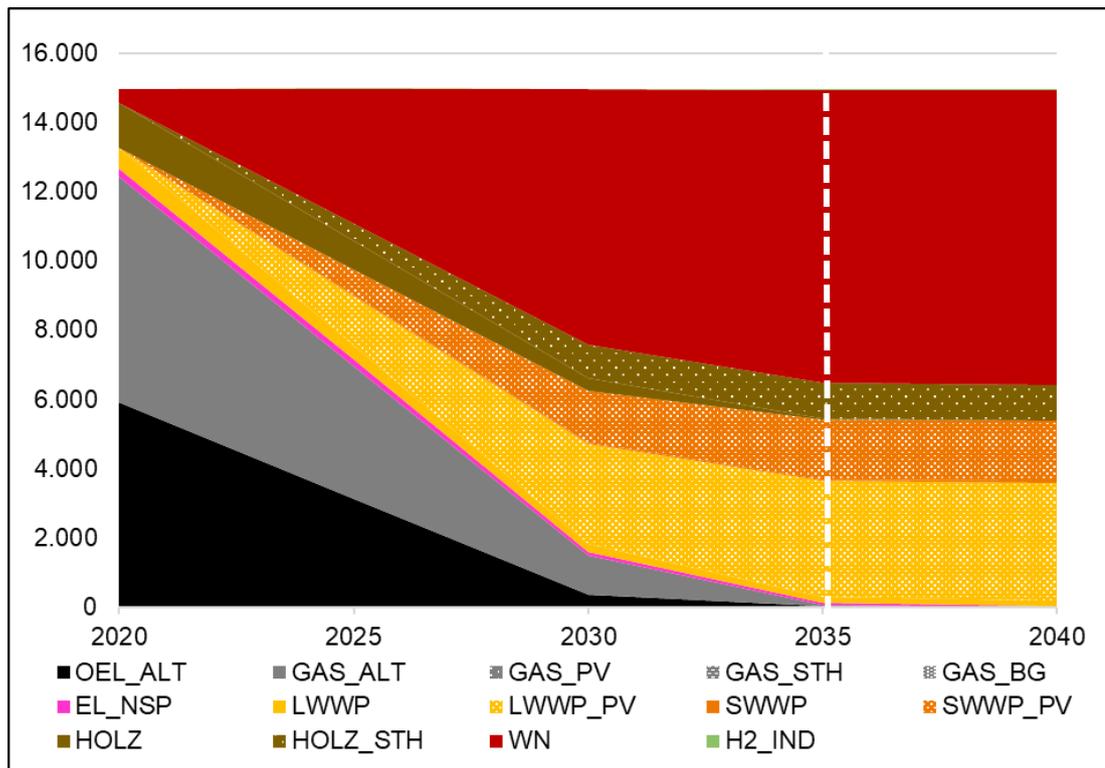


Abbildung 37: Transformation der Heizungssysteme in Schwäbisch Gmünd im KLIM II-Szenario

Im dritten betrachteten Szenario, **KLIM II**, wird die Klimaneutralität bereits im Jahr 2035 erreicht (siehe Abbildung 37). Da in diesem Szenario die zulässige Betriebsdauer der Bestandsheizungen auf 15 Jahre begrenzt wird, kann im Zieljahr 2035 das Klimaneutralitätskriterium – keine fossilen Einzelheizungen – erreicht werden. Der Anteil der Wärmenetze beträgt im KLIM II-Szenario im Zieljahr rund 57 %. Luft-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen weisen einen Anteil von 23 bzw. 12 % auf, und Pelletkessel mit Solarthermie stellen 7 % der Heizungssysteme im Zieljahr 2035 dar.

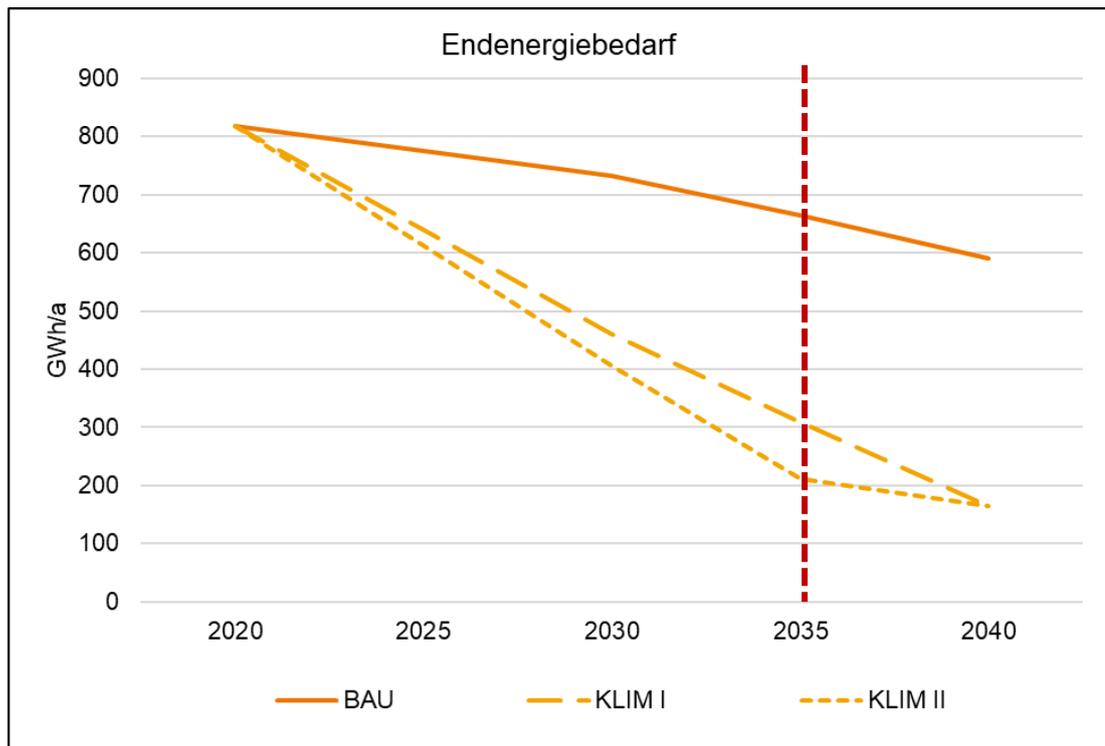


Abbildung 38: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den berechneten Szenarien

Neben der Analyse der zukünftigen Beheizungsstruktur wurden die Szenarien auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Endenergiebedarf (Abbildung 38) sowie die Entwicklung der CO₂-Emissionen (Abbildung 39) gegenübergestellt. Es ist ersichtlich, dass im BAU-Szenario bis zum Jahr 2035/40 deutlich mehr Endenergie im Wärme-sektor eingesetzt werden muss, und dass dieses für deutlich höhere CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Die Verläufe des Endenergiebedarfs in den beiden KLIM-Szenarien sind bis zum Jahr 2040 ähnlich, die Kurve der CO₂-Emissionen verläuft im KLIM II-Szenario zunehmend niedriger als im KLIM I-Szenario. Bis zum Jahr 2035 beträgt die Reduktion des Endenergiebedarfs im KLIM I-Szenario rund 62 %, im KLIM II-Szenario rund 74 %. Bis zum Jahr 2040 nähert sich der Verlauf der beiden Kurven dem Reduktionswert von rund 80 % an. Ein ähnlicher Verlauf ist bei den CO₂-Emissionen zu verzeichnen, mit einer Reduktion von rund 76 % im Jahr 2035 in KLIM I und 89 % in KLIM II sowie von rund 93 % im Jahr 2040 in beiden KLIM-Szenarien.

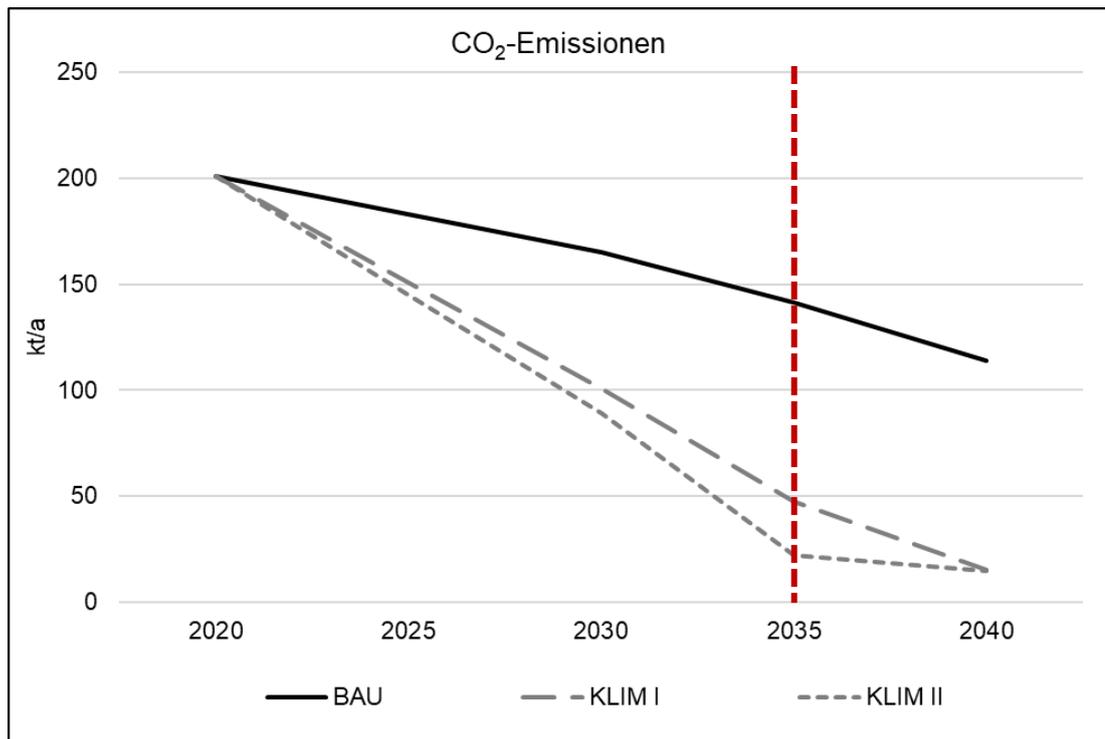


Abbildung 39: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den berechneten Szenarien

Die drei erarbeiteten Szenarien wurden hinsichtlich ihrer Prämissen und Ergebnisse mit den Ansprechpersonen der Stadt und Stadtwerke Schwäbisch Gmünd diskutiert und bezüglich ihrer Relevanz für das klimaneutrale Zielszenario bewertet. Dabei wurden folgende grundlegenden Rahmenannahmen festgelegt:

- Ein flächendeckender Ausbau der Wärmenetze in Schwäbisch Gmünd ist darstellbar und wird von den Stadtwerken angestrebt.
- Der Einsatz fester Biomasse sollte aufgrund alternativer Nutzungsmöglichkeiten, knapper Ressourcen und steigender Anforderungen an die Luftreinhaltung begrenzt sein.
- Eine deutliche Begrenzung der Betriebsdauer fossil befeuerter Bestandsanlagen ist zwingend nötig.

Auf Basis dieser Eckpunkte wurde für Schwäbisch Gmünd das Szenario **KLIM II als Zielszenario 2035** festgelegt.

5.4.5 Energie- und Treibhausgasbilanzen

Aus dem festgelegten Zielszenario ergibt sich für das Stadtgebiet Schwäbisch Gmünd für die Zieljahre 2030 und 2035 folgende Beheizungsstruktur:

Tabelle 21: Beheizungsstruktur 2030 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2030 in %	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Wasserstoff	Ergänzend: Solarthermie ⁵	Biomasse	Wärmepumpe	Direktstrom
Private Haushalte	3	7	49	0	7	10	31	1
GHD, Sonstige	1	14	48	0	1	3	32	1
Kommunale Gebäude	0	16	72	0	2	2	7	3
Verarbeitendes Gewerbe	2	23	43	17	0	0	15	0

Tabelle 22: Beheizungsstruktur 2035 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2035 in %	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Wasserstoff	Ergänzend: Solarthermie ⁷	Biomasse	Wärmepumpe	Direktstrom
Private Haushalte	0	0	56	0	8	8	35	0
GHD, Sonstige	0	1	58	0	1	1	38	1
Kommunale Gebäude	0	0	90	0	2	2	6	2
Verarbeitendes Gewerbe	0	0	60	19	2	2	19	0

Unter der Annahme, dass kommunale Gebäude als Ankerkunden in den Wärmenetz-eignungsgebieten grundsätzlich beim Heizungstausch an ein Wärmenetz angeschlossen werden, ergibt sich in diesem Sektor ein Anschlussgrad von 90 % aller Gebäude bis zum Jahr 2035. Bei den privaten Haushalten wird ein Anschlussgrad von 56 % erreicht, im Sektor GHD & Sonstige und im verarbeitenden Gewerbe liegen die Anteile bei 58 % bzw. 60 %. Neben den Wärmenetzen kommen vor allem Wärmepumpen im zukünftigen Heizungssystem zum Einsatz, mit dem höchsten Anteil von 38 % im Sektor GHD und Sonstige und dem geringsten Anteil bei den kommunalen Gebäuden mit ca. 6 %. Wasserstoff steht dem Sektor des verarbeitenden

⁵ Wärmeerzeugung aus Solarthermie nur in Kombination mit Erdgas- oder Pelletkesseln; nicht in Summe aller Heizungen berücksichtigt.

Gewerbes ab 2030 für Industrieprozesse zur Verfügung und erreicht dort einen Anteil von ca. 17 % im Jahr 2030 und ca. 19 % in Jahr 2035.

Die folgende Abbildung 40 illustriert die Zusammensetzung des Wärmebedarfs in Schwäbisch Gmünd nach Sektoren und Endenergieträgern im Basisjahr 2019. In allen vier Sektoren dominiert Erdgas als Energieträger, wobei die sektorspezifischen Anteile zwischen 43 % (private Haushalte) und 94 % (verarbeitendes Gewerbe) liegen. Heizöl stellt mit 41 % bei den privaten Haushalten den zweithäufigsten Endenergieträger dar. In den anderen Sektoren spielen weitere Brennstoffe neben dem Erdgas nur eine untergeordnete Rolle.

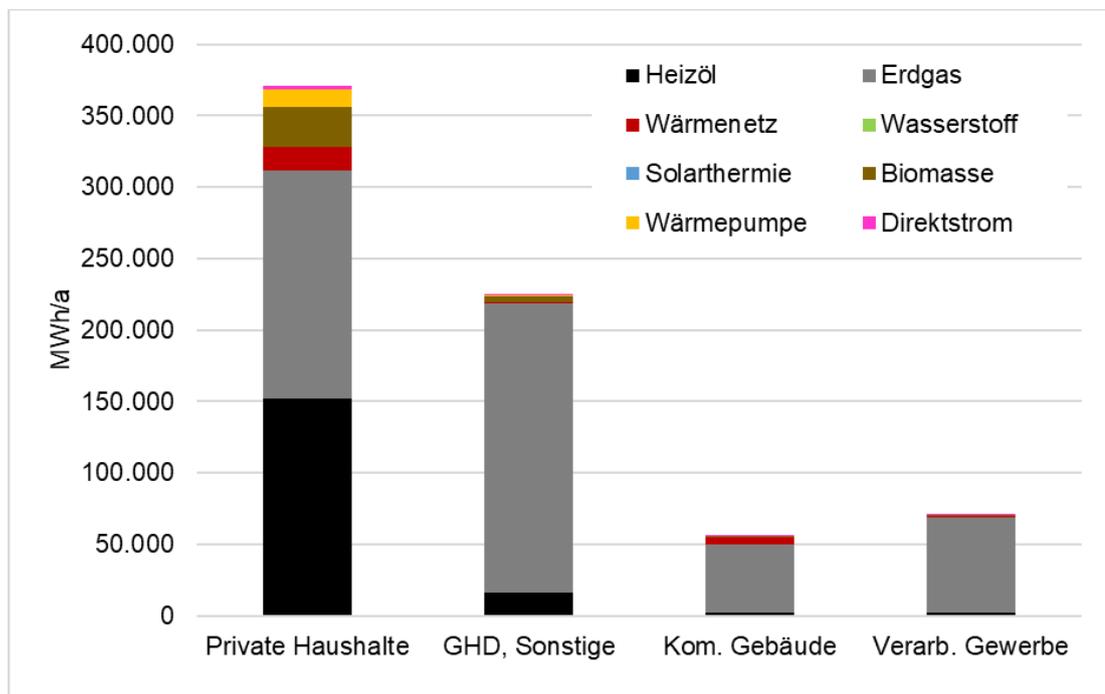


Abbildung 40: Wärmebedarf im Basisjahr 2019 nach Sektoren und Energieträgern

Nach der Transformation des Wärmesektors in Schwäbisch Gmünd stellt sich die Wärmebereitstellung im Jahr 2035 wie in Abbildung 41 ersichtlich dar. Als häufigster Endenergieträger kommen im Zieljahr Wärmenetze zum Einsatz. Der sektorspezifische Anteil beträgt zwischen 57 % bei den privaten Haushalten und 94 % bei den kommunalen Gebäuden. Wärmepumpen stellen den zweithäufigsten Energieträger bei der Wärmebereitstellung im Jahr 2035 dar. Im Sektor der kommunalen Gebäude werden 4 % der Wärme über Wärmepumpen bereitgestellt, 18 % im Sektor verarbeitendes Gewerbe, 23 % im Sektor GHD und Sonstige und 35 % bei den privaten Haushalten. Wie bei der Analyse der Beheizungsstruktur erläutert, steht dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes im Zieljahr grüner Wasserstoff zur Verfügung und liefert ca. 4 % der dort benötigten thermischen Energie.

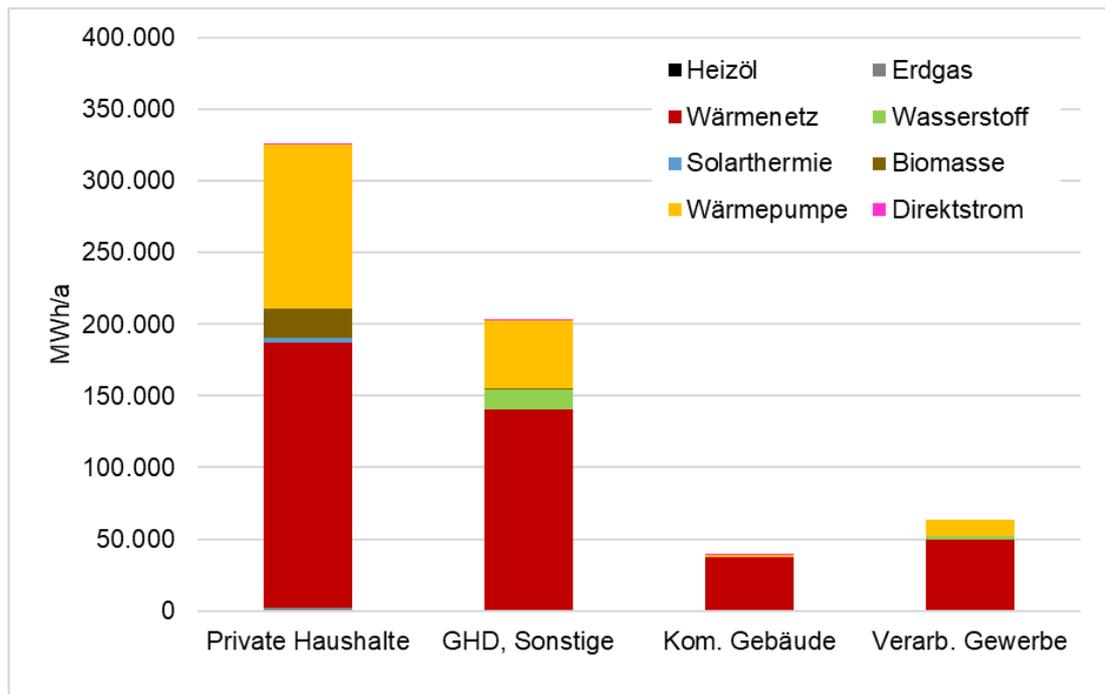


Abbildung 41: Wärmebedarf im Jahr 2035 nach Sektoren und Energieträgern

Die detaillierte Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Schwäbisch Gmünd in den Jahre 2019, 2030 und 2035 ist Tabelle 23 zu entnehmen.

Tabelle 23: Endenergiebilanz in MWh/a für die Jahre 2019, 2030 und 2035 nach Sektoren

	2019											2030											2035																
	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT
Private Haushalte	16.690	190.297	176.911	0	0	1860	34.375	3.104	1.073	0	3.115	0	427.425	167.588	10.153	27.256	0	0	4700	35.717	24.437	7.121	0	1.458	0	278.431	183.447	0	0	0	0	4965	24.586	27.180	8.110	0	250	0	248.558
GHD, Sonstige	927	20.318	224.717	0	0	0	4.775	338	117	0	444	0	251.636	125.679	707	33.087	4618	0	140	1.784	12.649	60	190	0	178.916	132.529	0	0	0	0	148	819	13.909	87	0	67	0	161.106	
Komm. Gebäude	4.701	2.515	53.443	0	0	0	1.318	29	10	0	656	0	62.673	30.727	0	13.112	0	0	66	233	0	0	0	485	0	45.257	37.287	0	0	0	204	551	0	361	0	38.469			
Verarb. Gewerbe	875	2.879	74.086	0	0	0	1.318	0	0	0	6	0	79.165	13.990	597	43.922	2567	0	0	0	0	2.261	0	0	0	63.336	46.638	0	0	0	7	527	3.251	0	0	0	0	52.964	
GESAMT	23.194	216.010	529.158	0	0	1.860	41.786	3.470	1.199	0	4.221	0	820.898	337.984	11.456	117.377	7.185	0	4.907	37.734	39.982	7.181	0	2.133	0	565.939	399.902	0	0	0	16.088	44.890	8.197	0	678	0	501.096		

Im Jahr 2019 wurden die Gmünder Wärmenetze fast ausschließlich durch Erdgas, teilweise in Blockheizkraftwerken, als Endenergieträger in den Erzeugungsanlagen gespeist. 4 % des Endenergieeinsatzes stammte aus Holzpellets (vgl. Abbildung 42).

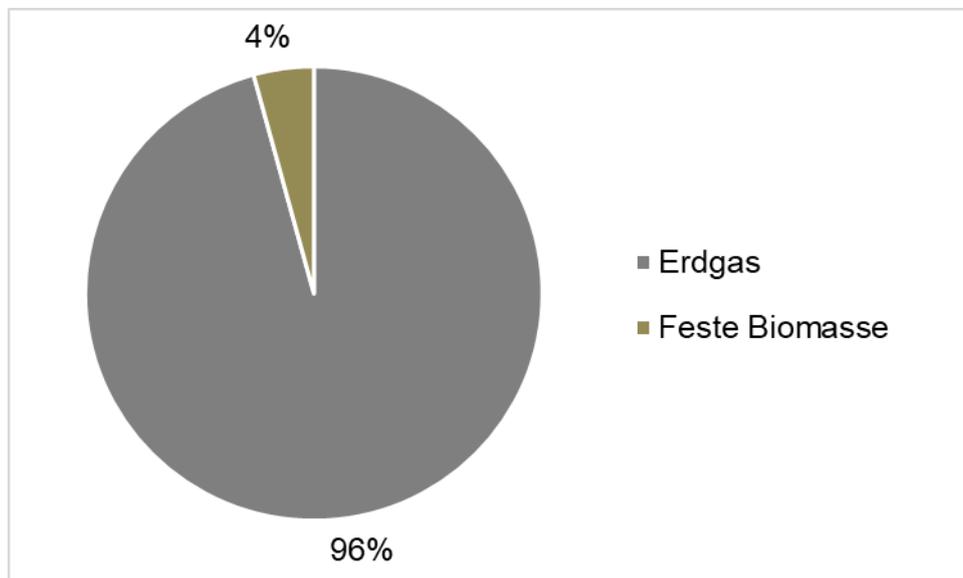


Abbildung 42: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Basisjahr 2019

Unter Berücksichtigung der lokal verfügbaren erneuerbaren Ressourcen wurde ein möglicher Erzeugungsmix für die Transformation des Bestandnetzes sowie die Wärmeerzeugung in neuen Wärmenetzen abgeschätzt. Dabei orientiert sich die Kombination der möglichen Energieträger an der BEW Förderung [33], sowie den aus Praxisbeispielen abgeleiteten realisierbaren Anteilen der verschiedenen Wärmeerzeuger (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Annahmen zu Anteilen regenerativer Energieträger in klimaneutralen Wärmenetzen

	Max. Anteil Wärmeerzeugung in %
Industrielle Abwärme	5
Abwärme aus Abwasserkanälen	15
Große Solarthermie	15
Oberflächennahe Geothermie	20
Tiefe Geothermie	30
Feste Biomasse	Begrenzt durch lokale Verfügbarkeit
Großwärmepumpe (Luft)	nach Einbindung aller sonstigen Quellen verbleibender Anteil
Grüne Kraft-Wärme-Kopplung	15
Grüner Spitzenlastkessel (synthetisches Methan, Wasserstoff, Elektrokessel)	10

Nach Abgleich mit den in den festgelegten Teilgebieten vorhandenen Potenzialen ergibt sich für die zukünftigen Wärmenetze in Schwäbisch Gmünd der in Abbildung 43 dargestellte mögliche Energiemix zur Wärmebereitstellung. Nach Ausschöpfen der regenerativen Quellen aus Abwärme und erneuerbaren Energien würden 15 % der

Wärme durch grüne Gase und 37 % durch große Luft-Wärmepumpen bereitgestellt werden. Die Abdeckung der Spitzenlast von 10 % könnte je nach Verfügbarkeit durch grüne Gase oder Elektrokessel erfolgen. Eine detaillierte Quantifizierung der Wärmeerzeugung in den zukünftigen Netzen ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich und muss in nachfolgenden Machbarkeitsstudien und Energiekonzepten ermittelt werden.

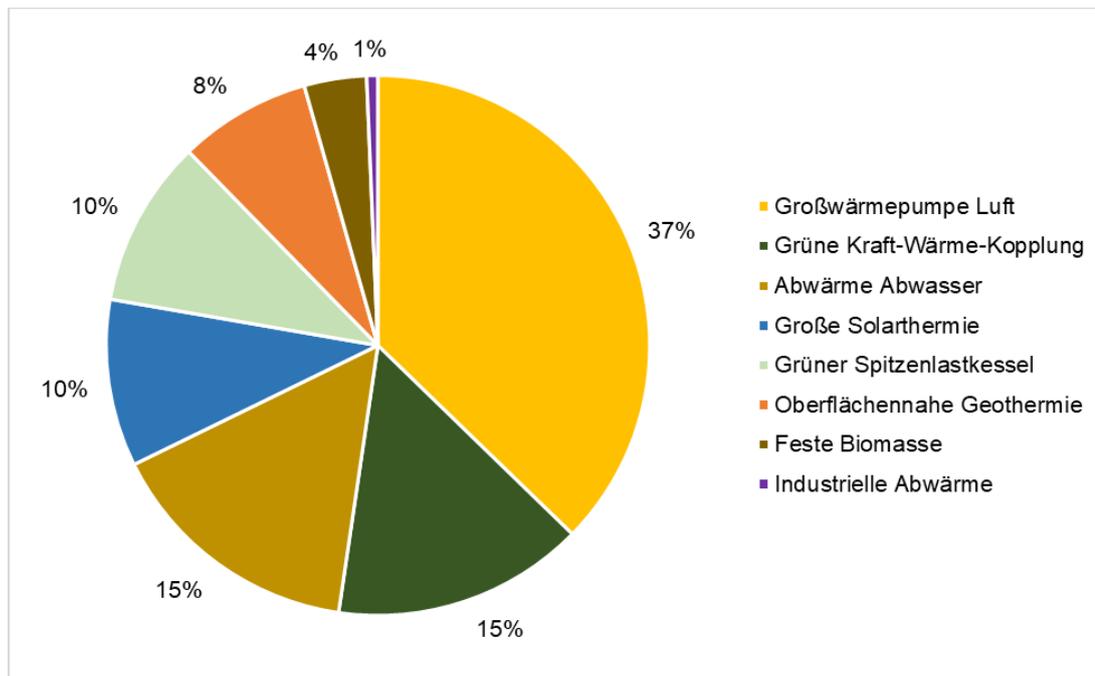


Abbildung 43: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Zieljahr 2035

Der resultierenden Endenergiebedarf ergibt sich unter der Annahme typischer technologiespezifischer Nutzungsgrade, die in Tabelle 25 aufgeführt sind.

Tabelle 25: Technologiespezifische Nutzungsgrade und Endenergiebedarf in Wärmenetzen 2035 [11]

Endenergieträger	Nutzungsgrad	Endenergiebedarf 2035 in MWh/a
Strom Hochtemperaturwärmepumpe Abwärme	2,80	300
Strom Niedertemperaturwärmepumpe Abwasser	3,40	17.000
Strom Sole-Wasser-Wärmepumpe	4,60	5.500
Strom Luft-Wasser-Wärmepumpe	4,10	35.000
Grüne Kraft-Wärme-Kopplung	0,90	61.000
Grüner Spitzenlastkessel	1,00	37.000
Biomasse	1,02	16.000
Solarthermie	1,00	35.500
Gesamt		207.300

Unter Berücksichtigung dieses Erzeugungsmix sowie der spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren lassen sich die Treibhausgasemissionen der Gmünder Wärmenetze im Zeitverlauf ableiten. Es wird hierbei davon ausgegangen, dass der Emissionswert des Basisjahrs von 0,240 kg/kWh bis zum Jahr 2030 auf einen Wert von 0,120 kg/kWh sinkt. Bis zum Jahr 2035 ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,028 kg/kWh.

Für das gesamte Stadtgebiet Schwäbisch Gmünd, unter Einbeziehung sämtlicher Gebäude und der ermittelten Beheizungsstruktur, ergeben sich schließlich die in Tabelle 26 aufgeführten jährliche CO₂-Emissionen bzw. Emissionsminderungen für die Jahre 2019, 2030 und 2035 in den vier Sektoren. Unter den angenommenen Rahmenbedingungen kann in allen Sektoren eine Minderung von ca. 89 % der ursprünglichen Emissionen erreicht werden, sodass die Gesamtemissionen des Wärmesektors im Zieljahr 2035 noch 22,4 Kilotonnen CO₂ betragen.

Tabelle 26: CO₂-Emissionen nach Sektor in den Jahre 2019, 2030, 2035

in t/a	2019	2030	2035	Minderung 2019 – 2035
Private Haushalte	108.700	40.200	11.900	-89%
GHD, Sonstige	59.400	28.100	7.100	-88%
Kommunale Gebäude	14.700	7.400	1.300	-91%
Verarbeitendes Gewerbe	18.400	13.300	2.100	-89%
Gesamt	201.200	89.000	22.400	-89%

5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario

5.5.1 Wärmeversorgung in den Teilgebieten

In Kapitel 5.1 wurde eine erste Einteilung der Stadt Schwäbisch Gmünd in Teilgebiete vorgestellt und eine grundsätzliche Wärmenetzeignung anhand der Wärmebedarfsdichten im Basisjahr 2019 ausgewiesen. Nach Festlegung der Rahmenbedingungen für das klimaneutrale Zielszenario kann nun die gebietsspezifische Entwicklung der Wärmeversorgung simuliert und dargestellt werden. Diese ist für sämtliche Gebiete den Teilgebietssteckbriefen in einem separaten Dokument zu entnehmen.

Unabhängig von der zugewiesenen Wärmenetzeignung werden für sämtliche Gebiete Wärmegestehungskosten der Einzelversorgung für die Jahre 2030 und 2035 abgeschätzt: Für jedes Gebäude wird unter den individuell verfügbaren Technologien diejenige mit den niedrigsten spezifischen Wärmegestehungskosten nach Vollkostenberechnung ausgewählt. Der Mittelwert dieser Wärmegestehungskosten aller Gebäude in einem Gebiet bestimmt den Referenzpreis der Einzelversorgung. Er kann als Anhaltspunkt für die Wettbewerbsfähigkeit eines geplanten Wärmenetzes dienen. Dem Referenzpreis der Einzelversorgung werden geschätzte Wärmegestehungskosten für Wärmenetze gegenübergestellt. Dabei werden die lokal

verfügbaren regenerativen Potenziale mittels typischer Deckungsanteile in effizienten Wärmenetzen in den möglichen zukünftigen Erzeugungsmix integriert (vgl. Kapitel 5.4.5) und mit durchschnittlichen Wärmegestehungskosten auf Basis eines Vollkostenansatzes nach [11] bewertet⁶. Da die zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung geltenden Förderungen sowohl für Einzelheizungen als auch für Wärmenetze bzw. deren Komponenten in der Simulation des Zielszenarios fortgeschrieben wurden, sind diese auch in den ausgewiesenen Wärmekosten beinhaltet. Bei zukünftigen Änderungen der Förderschemata müssen die Gestehungskosten entsprechend neu berechnet werden.

Neben den Wärmeerzeugungskosten wird bei der Grobkostenschätzung für Wärmenetze ein flächenbezogener Ansatz zur Abschätzung der Verteilkosten gewählt [34] und in die Kostenrechnung integriert. Es ergeben sich unter Berücksichtigung der historischen und prognostizierten Teuerungsraten die in nachfolgender Tabelle 27 dargestellten Verteilkosten für Wärmenetze in Abhängigkeit der Wärmedichten. Die Wärmegestehungskosten der Wärmenetze ergeben sich schließlich als Summe der Erzeugungskosten inkl. Planungskosten abzgl. Förderungen und der Wärmeverteilungskosten bezogen auf die erzeugte Wärmemenge inkl. 10 % Wärmeverlusten durch das Verteilnetz.

Tabelle 27: Abschätzung der Verteilkosten von Wärmenetzen nach [34]

Wärmedichte in MWh/ha	Wärmeverteilungskosten 2019 in EUR/MWh	Wärmeverteilungskosten 2030 in EUR/MWh	Wärmeverteilungskosten 2035 in EUR/MWh
100	72	83	97
200	36	42	49
300	27	32	37
400	22	26	30
500	19	22	26
600	17	20	23
700	15	18	21
800	14	16	19
900	13	15	17
1000	12	14	16
1100	11	13	15
1200	10	12	14

Durch den Vergleich der abgeschätzten Wärmegestehungskosten von Einzelversorgung und Wärmenetzen sowie die aus der Szenariosimulation resultierende Marktdurchdringung der Wärmenetze kann die Festlegung der Eignungsgebiete angepasst werden. Aufgrund der großen Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wie Energiepreise, Emissionsabgaben oder

⁶ Eine detaillierte Berechnung der tatsächlichen, lokalen Deckungsanteile muss unter Berücksichtigung von unterjährigen Lastprofilen auf Nachfrage- und Erzeugungseite und tatsächlich nutzbaren Flächen in nachfolgenden Machbarkeitsstudien oder Energiekonzepten bestimmt werden und ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung.

Förderschemata wird empfohlen, eine ausgewiesene Wärmenetzzeignung erst bei einer Abweichung von mehr als +50 % der Wärmegestehungskosten grundsätzlich auszuschließen.

In Tabelle 28 sind die abgeschätzten Wärmegestehungskosten der Einzelversorgung und Wärmenetze der Teilgebiete mit Wärmenetzzeignung zu entnehmen. Es zeigt sich, dass die Kosten der Wärmenetze in einem Intervall von rund +/- 30 % der Kosten der Einzelversorgung liegen. Somit wird an dieser Stelle keine weitere Anpassung der Eignung vorgenommen.

Tabelle 28: Grobschätzung Wärmegestehungskosten Einzelversorgung und Wärmenetze in den Wärmenetzzeignungsgebieten

Wärmegestehungskosten in Cent/kWh netto, Realpreise Basis 20	Ø Einzelversorgung 2019	Ø Einzelversorgung 2030	Ø Einzelversorgung 2035	Ø Wärmenetze 2030	Ø Wärmenetze 2035	Abweichung 2030	Abweichung 2035
Innenstadt	7	9	12	11	10	23%	-13%
Wustenried	7	13	15	13	13	4%	-16%
Großdeinbach	7	12	12	12	12	5%	-5%
Anrainer Mutlangen	7	12	16	12	12	-1%	-30%
Wetzgau Nord	7	12	15	13	12	6%	-17%
Wetzgau Süd	7	11	13	13	12	12%	-10%
Kleindeinbach	7	12	14	13	13	10%	-7%
Hangendeinbach	7	12	12	14	14	22%	12%
Lindach	7	13	14	13	13	5%	-7%
Industrie Lindach	6	13	15	13	12	-2%	-18%
Herlikofen Süd	7	13	14	13	12	-3%	-14%
Waldau	7	14	14	-	-		
Weiler in den Bergen	7	13	15	13	13	-2%	-15%
Bargau	7	13	14	13	13	3%	-11%
Oberbettringen	7	14	15	13	12	-9%	-17%
Rechberg	7	13	14	13	13	3%	-8%
Degenfeld	7	14	16	13	13	-9%	-19%
Herdtlinsweiler	8	16	15	-	-		
Industrie Gügling	6	9	12	11	11	27%	-9%
Industrie Sulzbach	7	-	-	15	14		
Zimmern	7	11	13	13	12	12%	-9%
Hirschmühle	7	11	13	13	12	15%	-7%
Herlikofen Nord	7	12	15	13	12	3%	-18%
Industrie Herlikofen	7	11	13	14	13	20%	5%
Hussenhofen Süd	7	12	13	13	13	6%	-6%
Industrie Ost Schwäbisch Gmünd	7	10	13	12	11	17%	-16%

Unterbettingen Süd	7	11	13	12	12	8%	-13%
Unterbettingen Nord	7	13	13	13	12	2%	-10%
Straßdorf Nord	8	13	14	13	13	4%	-11%
Straßdorf Süd	9	12	14	13	13	6%	-11%
Stadtrandgebiet III	7	12	14	12	12	3%	-20%
Stadtrandgebiet II	7	11	13	12	12	10%	-14%
Schwäbisch Gmünd Ost	7	10	13	12	11	13%	-14%
Stadtrandgebiet I	7	12	13	14	14	22%	2%
Schwäbisch Gmünd Hochberg	7	13	14	13	12	0%	-14%
Schwäbisch Gmünd Süd Ost I	8	12	15	12	11	-3%	-25%
Schwäbisch Gmünd Süd West I	7	11	13	11	11	7%	-19%
Schirenhof	7	12	14	12	11	-6%	-22%
Industrie West Schwäbisch Gmünd	7	11	12	11	11	0%	-14%
Rechberg West	7	13	15	13	12	-4%	-20%
Metlangen	9	13	13	-	-		
Reitprechts	10	14	14	-	-		
Schönbronn	7	14	14	-	-		
Radelstetten	7	14	13	-	-		
Sachsenhof	6	16	15	-	-		
Hussenhofen Nord	7	13	16	13	12	-4%	-24%
Hussenhofen Kernort	8	12	14	12	12	1%	-16%
Industrie Hussenhofen	7	12	12	13	12	4%	4%
Oberer Garten	8	13	13	13	12	-2%	-9%
Unterm Bergschlößle	7	13	14	14	13	7%	-6%
Schwäbisch Gmünd Süd Ost II	7	11	13	12	11	4%	-15%
Schwäbisch Gmünd Süd West II	7	13	15	12	11	-14%	-28%

Eine vollständige Darstellung der Eignungsgebiete mit spezifischen Maßnahmenempfehlungen bieten die Teilgebietssteckbriefe im separaten Dokument. Eine Übersicht der Hauptenergieträger im Jahr 2035 für alle Gebiete ist dem Zielfoto in Abbildung 44 zu entnehmen. Hierbei gilt, dass in den Wärmenetzeignungsgebieten eine Anschlussquote von 65 % (konventionell) bzw. 50 % (Niedertemperatur) angenommen wurde. Die nicht angeschlossenen Gebäude werden demnach über Einzelheizungen, mehrheitlich Wärmepumpen, versorgt. Sollten zukünftig in den Gasnetzen grüne Gase zur Verfügung stehen (vgl. Kapitel 5.2.2), könnten auch entsprechende Gaskessel als Einzelversorgungsvarianten zum Einsatz kommen.

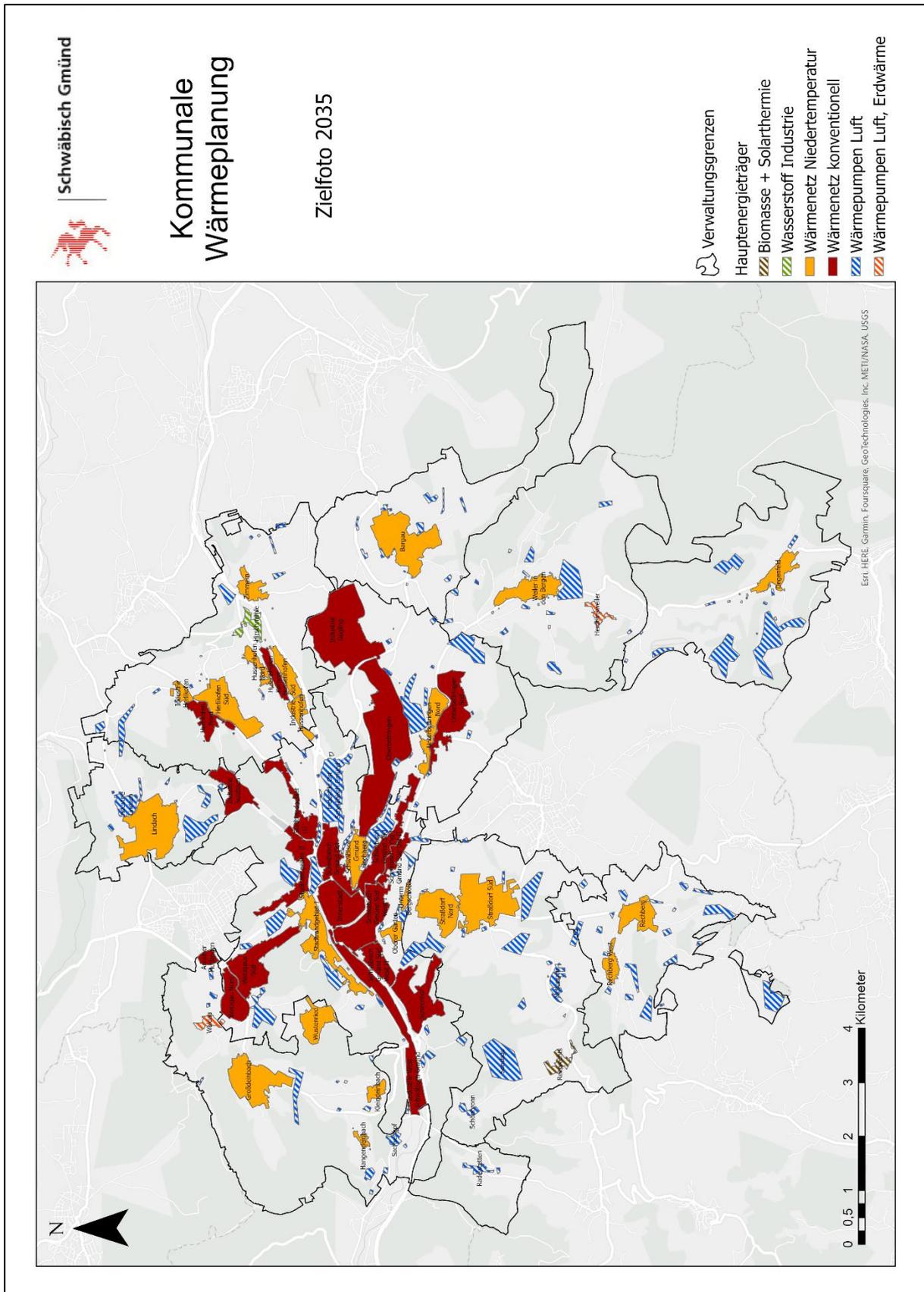


Abbildung 44: Zielfoto 2035

5.5.2 Entwicklung der Gasversorgung

Das bestehende Gasnetz in Schwäbisch Gmünd wird nicht mehr erweitert, neue Baugebiete werden zukünftig nicht mehr an das Gasnetz angeschlossen. Momentan läuft die Erstellung eines Gasgebietstransformationsplans (GTP), in welchem ein Transformationspfad für das Gmünder Gasnetz vom Status Quo hin zur Klimaneutralität erarbeitet wird. Hierbei werden die vier Analysepfade Einspeiseanalyse, Kapazitätsanalyse, Kundenanalyse und technische Analyse durchlaufen. Die Ergebnisse werden im Sommer 2024 erwartet. Ziel ist es, „die Transformation der Gasverteilnetze zu beschleunigen und die Einzelplanung der Netzbetreiber in ein kohärentes Zielbild für ganz Deutschland einzubetten“ [35]. Hierbei spielen die Einspeisung von grünen Gasen, wie z.B. Wasserstoff, in das Gasnetz eine übergeordnete Rolle. Die Stadtwerke Schwäbisch Gmünd rechnen frühestens 2032 mit dem Einsatz von Wasserstoff in Industrieprozessen. Zu der Frage, ob und wie Wasserstoff zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden wird, kann zu diesem Zeitpunkt noch keine Aussage getroffen werden.

5.5.3 Auswirkung der Wärmewende auf den Stromsektor

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ geht davon aus, dass die Energiewende in Deutschland zu einem signifikanten Anstieg des Strombedarfs auch im Verkehrs- und Wärmesektor führen wird [36]. Neben dem im Zielszenario berechneten Pfad zum zukünftigen Strombedarf durch Wärmepumpen sind für eine Gesamtbeurteilung Annahmen zur Entwicklung des Haushalts- und Industriestroms sowie durch die Elektromobilität zu berücksichtigen. Abbildung 45 zeigt den zukünftig zu erwartenden zusätzlichen Strombedarf durch Wärmepumpen und Direktstrom in Schwäbisch Gmünd. Ausgehend von rund 7 GWh Strom für Wärmeerzeugung im Jahr 2019 könnte dieser Wert durch den zunehmenden Einsatz von dezentralen und Großwärmepumpen bis zum Jahr 2035 auf rund 124 GWh ansteigen. Je nach Verfügbarkeit grüner Gase könnte sich diese Energiemenge durch einen höheren Anteil von Wärmepumpen in den Wärmenetzen und Elektrokesseln zur Spitzenlastabdeckung noch weiter erhöhen.

Es wird ersichtlich, dass die Stromnetze in Schwäbisch Gmünd aufgrund des zunehmenden Strombedarfs einer steigenden Auslastung ausgesetzt sein werden. Neben den im Rahmen dieses Wärmeplans räumlich verorteten Strombedarfen für Haushaltsstrom durch Wärmepumpen, können für eine weiterführende Analyse der Netzstabilität auch Untersuchungen zur zukünftigen Ladeinfrastruktur für Elektromobilität und dem Ausbau von Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet durchgeführt werden. Durch einen Abgleich mit den vorhandenen Stromnetzen können sich dann im Rahmen einer Stromnetzsimulation Strategien zu Ausbau und Ertüchtigung der vorhandenen Stromnetzinfrastruktur ergeben.

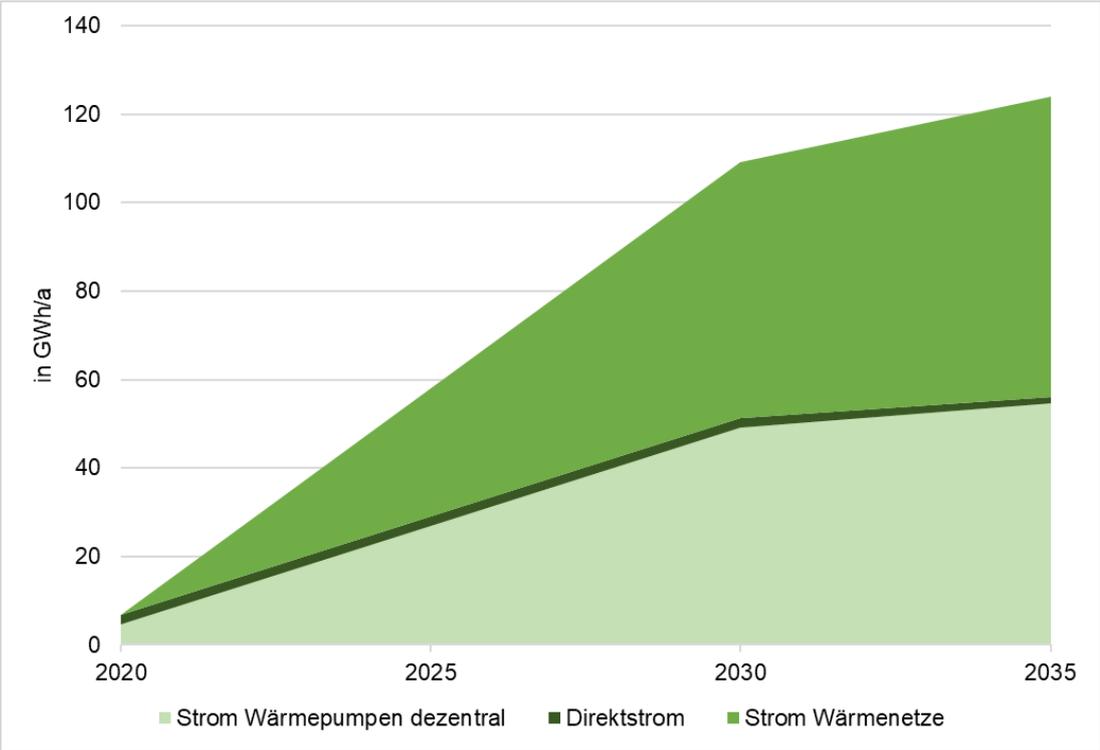


Abbildung 45: Zunahme des Strombedarfs durch Wärmerzeuger im Zielszenario

5.6 Fazit Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Schwäbisch Gmünd wurde das Stadtgebiet in 52 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2035 keine fossilen Einzelheizungen mehr in Betrieb sind und Wärmenetze ohne fossile Brennstoffe betrieben werden.

Im nächsten Schritt wurden Eingangsparameter zur Simulation verschiedener Zukunftsszenarien für den Wärmesektor Schwäbisch Gmünds bis zum Jahr 2035 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Das Business-As-Usual-Szenario (BAU) zeigte auf, dass unter Fortführung der bisherigen Rahmenbedingungen die definierte Klimaneutralität im Zieljahr nicht erreicht werden kann. Zwei weitere Szenarien (KLIM I und KLIM II) zeigten mögliche Pfade zur Zielerreichung auf. Die Betriebsdauern der Bestandsheizungen wurden in KLIM I auf 20 Jahre begrenzt, in KLIM II auf 15 Jahre. Als Zielszenario wurde nach eingehender Diskussion der Ergebnisse das Szenario KLIM II festgelegt. Dieses beinhaltet den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wo bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 65 % in konventionellen Eignungsgebieten und 50 % in Niedertemperaturgebieten ein Wärmenetzanteil von rund 57 % an den installierten Heizungen resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Einzelheizungen, davon ca. 35 % Luft- und Erdwärmepumpen und ca. 7 % Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung.

Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2019, 2030 und 2035 wurden nach Sektoren und Energieträgern bilanziert. Des Weiteren wurden die Ergebnisse des Zielszenarios auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung sowie die verfügbaren regenerativen Potenziale in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Für jedes Gebiet wurden Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen abgeschätzt und gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass der Wärmenetzausbau in Schwäbisch Gmünd grundsätzlich auch zu wettbewerbsfähigen Preisen im Vergleich zu den zukünftig zulässigen Einzelversorgungsoptionen möglich sein kann, sodass keine weitere Anpassung der Wärmenetzeignungen vorgenommen wurde. Bei den errechneten Wärmegestehungskosten handelt es sich lediglich um eine von Unsicherheiten behaftete Grobkostenschätzung auf Gebietsebene, welche in weiteren Planungsschritten, wie z.B. bei Durchführung einer Machbarkeitsstudie, unbedingt verifiziert werden sollte.

Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Schwäbisch Gmünd auswirken würden. Die steigende Stromnachfrage durch Wärmepumpen kann zu einer ebenfalls steigenden Belastung des Stromnetzes führen, sodass hier weiterführenden Analysen empfohlen wurden. Ebenso sollten Wärmenetzausbau und Gasnetzstilllegungen vorausschauend geplant und aufeinander abgestimmt werden.

6. Wärmewendestrategie

In der Wärmewendestrategie der Stadt Schwäbisch Gmünd wird der Pfad zur Erreichung des im vorherigen Kapitel beschriebenen Zielfotos erläutert. Dazu wurden in den Kapitel 6.1 und 6.2 Maßnahmen ausgearbeitet, die „die erforderlichen Treibhausgas-minderungen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherstellen“ sollen [37]. Mit der Umsetzung der als prioritär eingestuftten Maßnahmen soll gem. §27 KlimaG BW innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, weshalb diese bereits in einem hohen Detaillierungsgrad ausgearbeitet wurden. Für die begleitenden Maßnahmen wurde ein eher mittel- bis langfristiger Umsetzungshorizont gewählt, weshalb für diese lediglich Projektskizzen ausgearbeitet wurden.

Schlussendlich ist die Kommunale Wärmeplanung mit der Veröffentlichung dieses Berichts nicht abgeschlossen. Vielmehr ist die Stadt Schwäbisch Gmünd verpflichtet, diese alle sieben Jahre fortzuschreiben. Um die Fortschritte der Zielerreichung im Hinblick auf die Umsetzung der Wärmewendestrategie zu überwachen, ist es sinnvoll, ein Monitoring- und Controllingkonzept zu etablieren (siehe Kapitel 6.3). Bei Bedarf können auf Basis der Erkenntnisse aus diesem Prozess Maßnahmen angepasst oder neu entwickelt werden, sodass die Wärmeplanung weiterhin den aktuellen Rahmenbedingungen entspricht.

6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen

In enger Abstimmung mit der Stadt und den Stadtwerken Schwäbisch Gmünd wurden fünf Maßnahmen erarbeitet, welche den Weg zum Zielfoto im Jahr 2035 ebnen sollen. Sie wurden als prioritär eingestuft und haben somit einen kurz- bis mittelfristigen Umsetzungshorizont. Der Fokus liegt dabei auf dem Neubau bzw. der Erweiterung von Wärmenetzen in der Kernstadt und in ausgewählten Teilorten von Schwäbisch Gmünd. Gerade im Bereich der Kernstadt besteht Handlungsdruck, den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern eine Alternative zu fossilen Einzelheizungen anzubieten. Sollte bei einem anstehenden Heizungstausch keine andere wirtschaftlich darstellbare Möglichkeit gegeben sein, wird sich die Eigentümerin oder der Eigentümer zu diesem Zeitpunkt mit hoher Wahrscheinlichkeit erneut für eine fossile Einzelheizung entscheiden. Gerade im urbanen Raum gibt es häufig keine Alternative, da beispielsweise der Einbau einer Wärmepumpe aus Platzgründen oder der Schallemissionen nur schwer möglich ist.

Die aus diesen Gründen neu eingebauten fossilen Anlagen werden bei einer angenommenen technischen Lebensdauer von 20 Jahren bis über das Jahr 2035 hinaus im Gmünder Heizungssystem verbleiben, was dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zu diesem Zeitpunkt entgegensteht. Aus strategischer Sicht ist es daher sinnvoll, den Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwäbisch Gmünd, in der eine hohe Wärmebedarfsdichte vor allem im innerstädtischen Bereich besteht, eine alternative Lösung in Form eines Wärmenetzes anzubieten. Wärmenetze haben den Vorteil, dass verschiedene regenerative Energiequellen, wie beispielsweise Holz,

Abwasserwärme oder Solarthermie flexibel miteinander kombiniert werden können und so eine große Anzahl von Gebäuden mit erneuerbarer Wärme versorgt werden kann. Weiterhin lassen sich die zentralen Wärmeerzeuger auch noch nach Inbetriebnahme dekarbonisieren, z.B. wenn die Spitzenlastdeckung zunächst noch durch den Einsatz von Erdgaskesseln als Brückentechnologie erfolgt.

Aufgrund der Komplexität der jeweiligen Wärmeverbundprojekte, sollen zunächst einzelne Machbarkeitsstudien durchgeführt werden, die in der Regel Voraussetzung für die Bewilligung von investiven Fördermitteln (wie z.B. BEW) sind. In der Machbarkeitsstudie wird zunächst eine gebietsscharfe Bedarfsanalyse durchgeführt und dargestellt unter welchen Voraussetzungen das Vorhaben technisch und wirtschaftlich realisierbar ist. Bis 2028 sollen alle Machbarkeitsstudien initiiert sein.

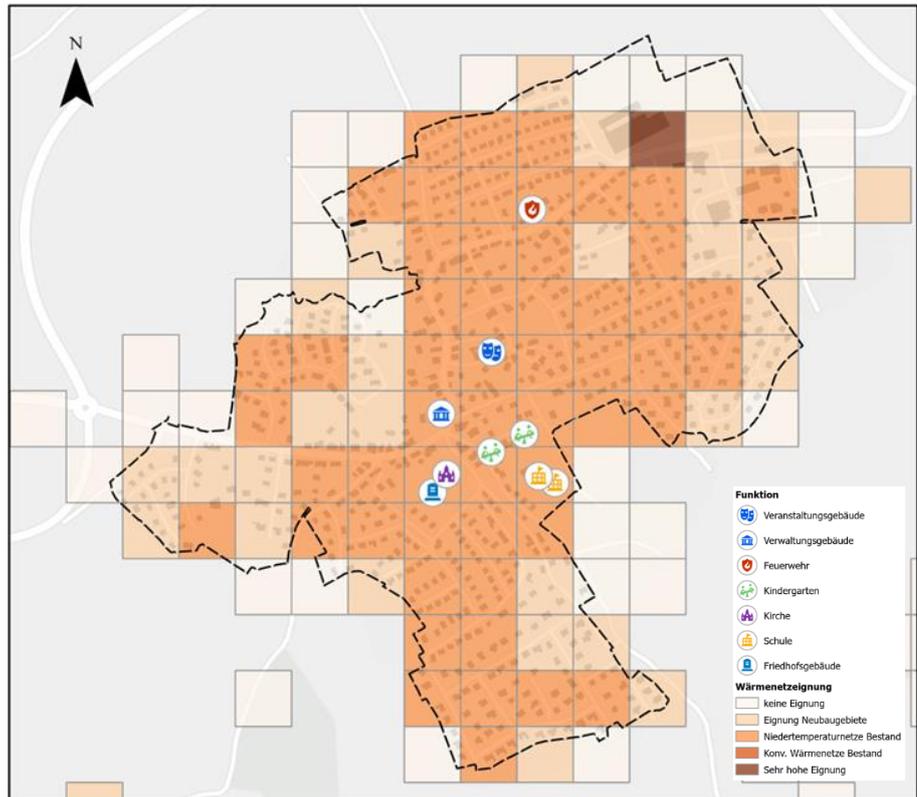
Im Folgenden werden die wichtigsten Rahmendaten der prioritären Maßnahmen in Form von Steckbriefen dargestellt.

Maßnahme 1: Prüfung Machbarkeit Wärmenetz Bargau

Ziel

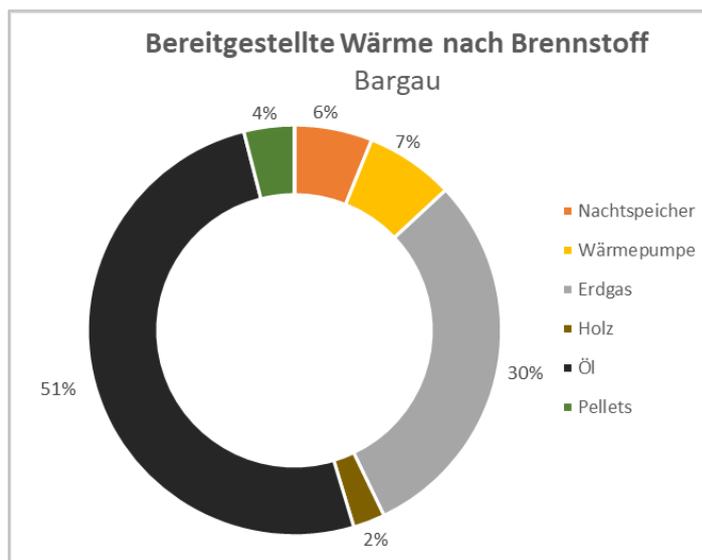
Ziel der Maßnahme ist eine Bewertung hinsichtlich der Wärmenetztauglichkeit des Untersuchungsgebietes Bargau. Langfristig ist die Errichtung eines Nahwärmenetzes zur Versorgung des Teilortes auf Basis eines hohen Anteils erneuerbarer Energien vorgesehen.

Lageplan



Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar

**Informations-
grafik**



Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019

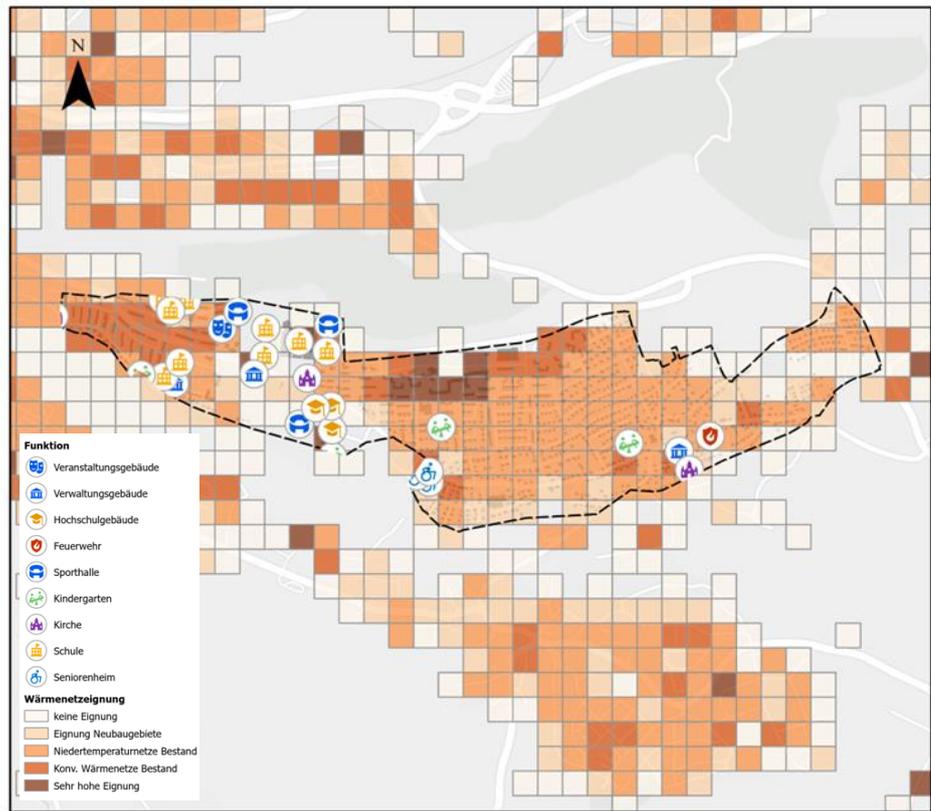
Nächste Schritte Akteure	BEW-Machbarkeitsstudie: <ul style="list-style-type: none">– Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke)– Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: <ul style="list-style-type: none">– Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden und Gewerbetreibenden (Stadt, Stadtwerke)– Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Priorität: mittel Zeithorizont: mittelfristig

Maßnahme 2: Transformation und Erweiterung Wärmenetz Bettringen

Ziel

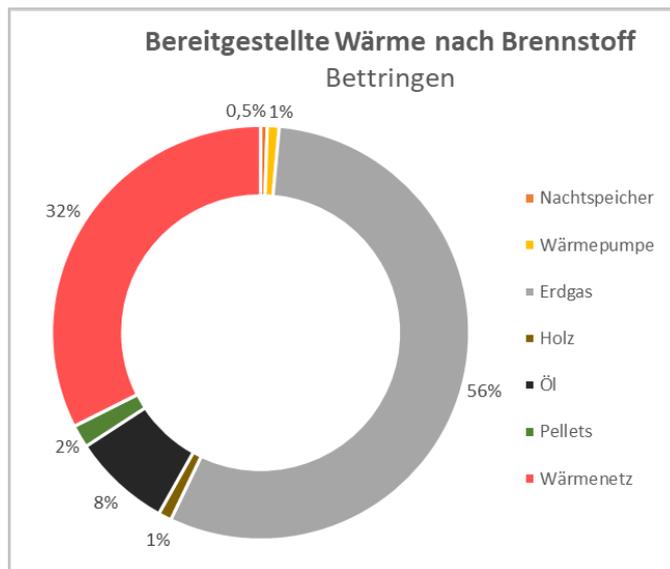
Ziel der Maßnahme ist die Untersuchung der Erneuerung und ggf. Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes, auf Basis der Wärmenetzeignung, im Stadtteil Bettringen. Der Stadtteil soll mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien versorgt werden.

Lageplan



Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar

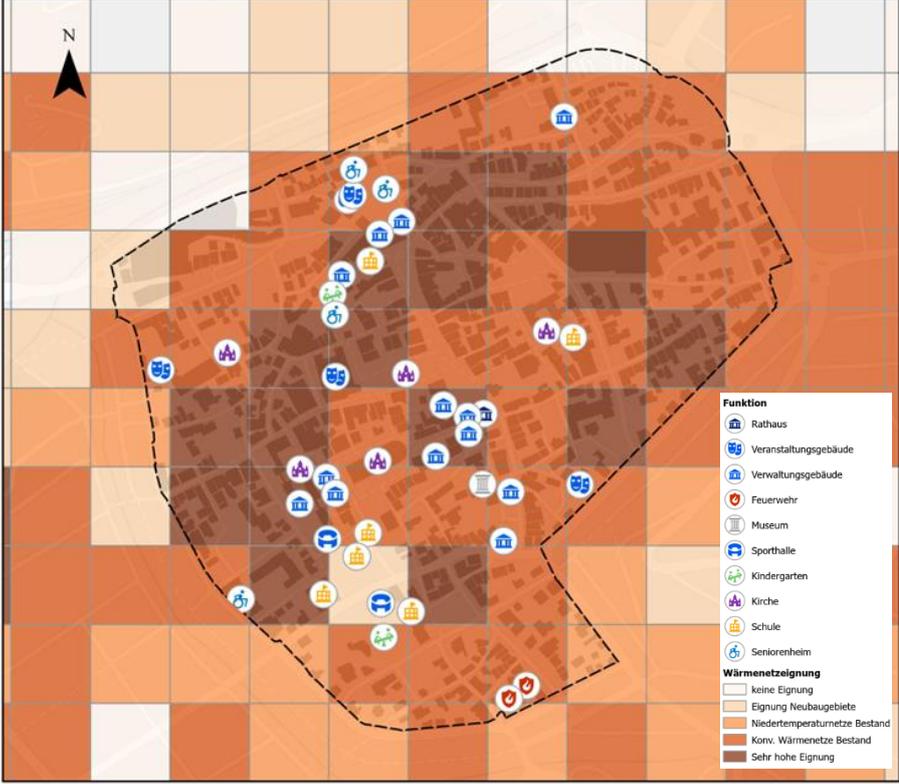
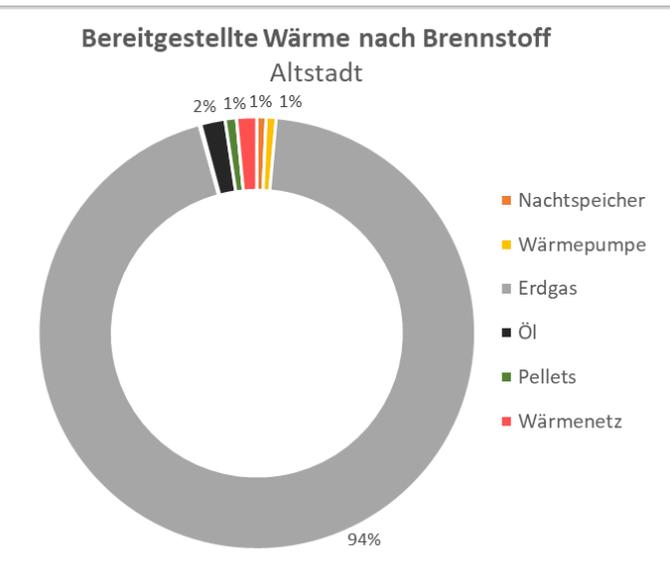
**Informations-
grafik**



Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019

<p>Beschreibung der Situation (Stand 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Untersuchungsgebiet mit ca. 163 ha Fläche – Wohngebiet mit 1.328 beheizten Gebäuden, davon: <ul style="list-style-type: none"> • 1.280 Wohngebäude • 35 GHD & Sonstiges • 13 kommunale Gebäude – Besondere Einrichtungen: u.a. Kaufmännische & Gewerbliche Schule, Pädagogische Hochschule, Zulassungsbehörde Schwäbisch Gmünd – Vorwiegendes Wohngebäudealter: 1969 – 1978 – Heizungsalter: 18% der Gasheizungen und 17% der Ölheizungen älter als 20 Jahre – Jährlicher Wärmebedarf: ca. 106 GWh/a; Heizlast: ca. 61 MW
<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>An die bestehenden Wärmenetze in Hardt und im Bettringer Westen sind zahlreiche Wohngebäude sowie kommunale und weitere öffentliche Gebäude angeschlossen. Beide Wärmenetze sind aufgrund ihres Alters von rund 45 Jahren sanierungsbedürftig. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes liegt eine geringere Wärmebedarfsdichte vor, hier könnte die Machbarkeit eines Niedertemperaturnetzes in Betracht gezogen werden.</p> <p>Annahmen Anschlussquote: 100% kommunale Gebäude 50% private Wohngebäude</p> <p>Wärmemenge/ Heizlast: Wärmebedarf: 58 GWh/a, Heizlast: 34 MW Mögl. Wärmenetz: Länge Bettringen West: 21 km * Länge Bettringen Ost: 15 km * *ohne Hausanschlüsse</p> <p>Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 300 Wärmedichte: Bettringen West: 2,4 MWh/ (m*a) Bettringen Ost: 0,6 MWh/ (m*a)</p> <p>Heizzentrale: mögliche Standorte Bettringen West: best. Heizzentrale Bettringen Ost: Grundstück Stadtwerke → Lise-Meitner-Straße</p> <p>Potenziale erneuerbare Wärmeerzeugung für das Wärmenetz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) - Freiflächen Solarthermie in Flächenkonkurrenz zu Photovoltaik <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Biomasse</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Erdwärme</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Solarthermie</p> </div> </div>
<p>Mögliche CO₂-Einsparung</p>	<p>Ist-Zustand: 22.980 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz*: 17.420 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen*: 5.560 t CO₂ pro Jahr</p> <p>*in Abhängigkeit von eingesetztem Brennstoff</p>

Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie werden auf 45 T € geschätzt. Die Investitionskosten für die Errichtung eines neuen Nahwärmenetzes inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen mit Übergabestationen werden in Bettringen West auf ca. 10,7 Mio. € und in Bettringen Ost auf ca. 6,2 Mio. € geschätzt. Hierbei handelt es sich jeweils um eine Grobkostenermittlung. Zur genauen Ermittlung der Investitionskosten ist eine detaillierte Projektplanung zwingend erforderlich. Für die Maßnahme kann eine Förderung von bis zu 40% der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze BEW).
Nächste Schritte Akteure	BEW-Transformationsplan bzw. -Machbarkeitsstudie – Beantragung BEW-Förderung für Transformationsplan / Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke) – Durchführung Transformationsplan / Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden und Gewerbetreibenden (Stadt, Stadtwerke) – Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Priorität: hoch Zeithorizont: kurzfristig

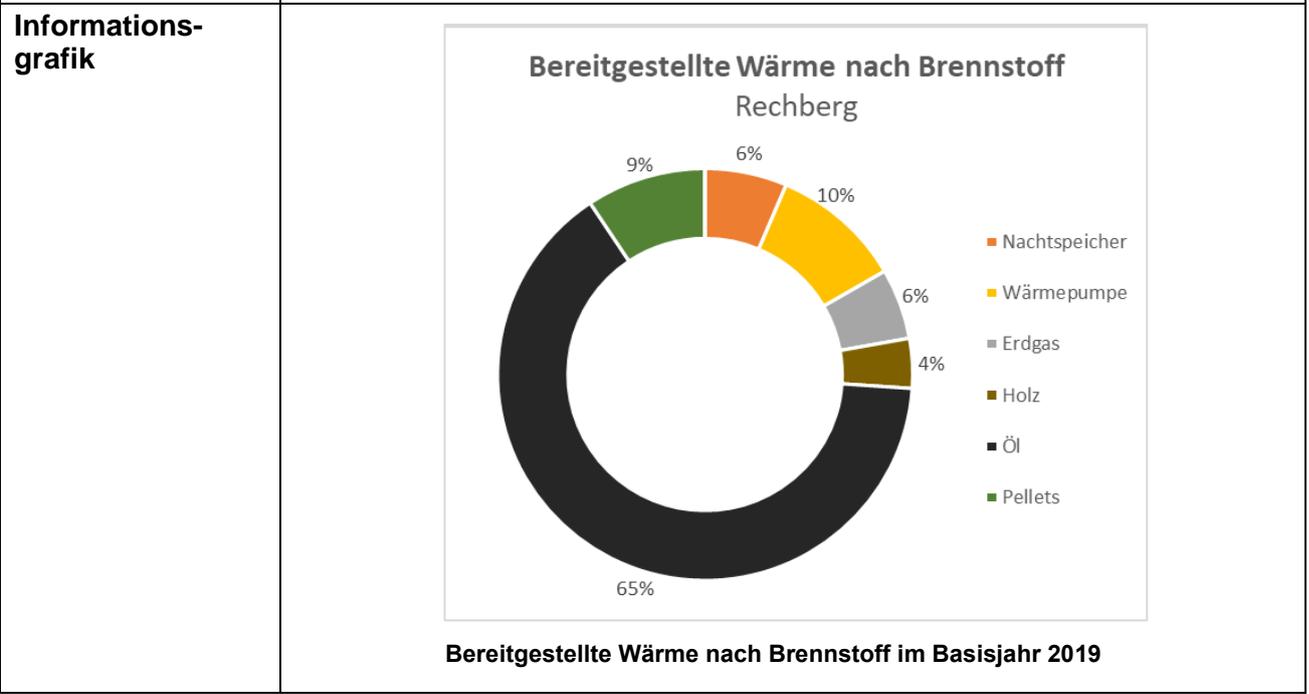
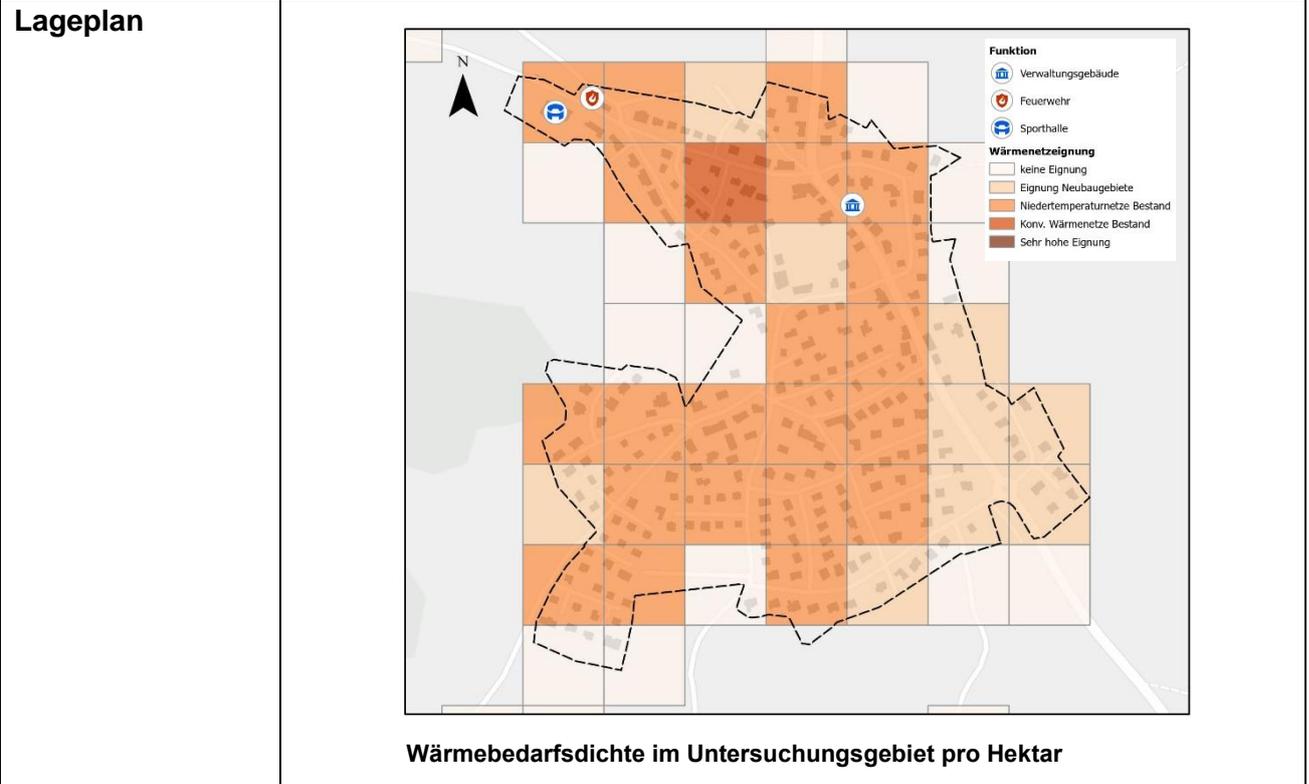
Maßnahme 3: Prüfung Machbarkeit Wärmenetz Altstadt															
Ziel	Ziel der Maßnahme ist eine Bewertung hinsichtlich der Wärmenetzzeignung im Untersuchungsgebiet Altstadt. Langfristig ist die Errichtung eines Nahwärmenetzes angedacht.														
Lageplan	 <p style="text-align: center;">Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar</p>														
Informations- grafik	<p style="text-align: center;">Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff Altstadt</p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019</caption> <thead> <tr> <th>Brennstoff</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erdgas</td> <td>94%</td> </tr> <tr> <td>Nachtspeicher</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Wärmepumpe</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Öl</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Pellets</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Wärmenetz</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Brennstoff	Anteil	Erdgas	94%	Nachtspeicher	2%	Wärmepumpe	1%	Öl	1%	Pellets	1%	Wärmenetz	0%
Brennstoff	Anteil														
Erdgas	94%														
Nachtspeicher	2%														
Wärmepumpe	1%														
Öl	1%														
Pellets	1%														
Wärmenetz	0%														

<p>Beschreibung der Situation (Stand 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Innenstadtgebiet mit ca. 46 ha Fläche – Gebiet mit 761 beheizten Gebäuden, davon <ul style="list-style-type: none"> • 468 GHD & Sonstiges • 269 Wohngebäude, • 22 Kommunale Gebäude, • 1 verarbeitendes Gewerbe – Besondere Einrichtungen: u.a. Rathaus, Finanzamt, Klösterle Schule, Kindergärten – Vorwiegendes Wohngebäudealter: vor 1918 – 1948 – Heizungsalter: 29% der Gasheizungen und 1,4% der Ölheizungen älter als 20 Jahre – Jährlicher Wärmebedarf: ca. 51 GWh/a; Heizlast: ca. 32 MW
<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte und einer Vielzahl kommunaler/ öffentlicher Gebäude als potenzielle Ankerkunden, liegt ein Eignungsgebiet für ein konventionelles Wärmenetz vor.</p> <p>Annahmen Anschlussquote: 100% kommunaler Gebäude 50% private Wohngebäude</p> <p>Wärmemenge/ Heizlast: Wärmebedarf: 29 GWh/a, Heizlast: 18 MW Mögl. Wärmenetz: Länge 15 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 250 Wärmedichte: 1,95 MWh/ (m*a) Heizzentrale: Möglicher Standort → Betriebsgebäude Stadtwerke</p> <p>Potenzielle erneuerbarer Wärmeerzeugung für das Wärmenetz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Abwasserwärme (geeignete Sammler > DN 400) u.a. entlang der Remsstraße vorhanden <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Biomasse</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Abwasser</p> </div> </div> <p>Das Altstadtgebiet unterliegt aufgrund seiner dichten Bebauung besonderen Anforderungen des Emissions- und Immissionsschutzes. Mit Betrieb einer Heizzentrale gilt es diese Anforderungen zu prüfen.</p>
<p>Mögliche CO₂-Einsparung</p>	<p>Ist- Zustand: 12.400 t CO₂ Bei Ausbau Wärmenetz*: 8.200 t CO₂ Resultierende Einsparungen*: 4.200 t CO₂</p> <p>*in Abhängigkeit von eingesetztem Brennstoff</p>
<p>Geschätzte Kosten und Finanzierung</p>	<p>Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie werden auf 45 T € geschätzt. Investitionskosten zur Errichtung eines neuen Wärmenetzes, inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen mit Übergabestationen belaufen sich auf ca. 16 Mio. €. Hierbei handelt es sich um eine Grobkostenermittlung. Zur genauen Ermittlung der Investitionskosten ist eine detaillierte Projektplanung zwingend erforderlich. Für die Maßnahme kann eine Förderung von bis zu 40% der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze BEW).</p>

Nächste Schritte Akteure	BEW-Machbarkeitsstudie: <ul style="list-style-type: none">– Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke)– Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: <ul style="list-style-type: none">– Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden und Gewerbetreibenden (Stadt, Stadtwerke)– Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Priorität: hoch Zeithorizont: mittelfristig

Maßnahme 4: Prüfung Machbarkeit Wärmenetz Rechberg

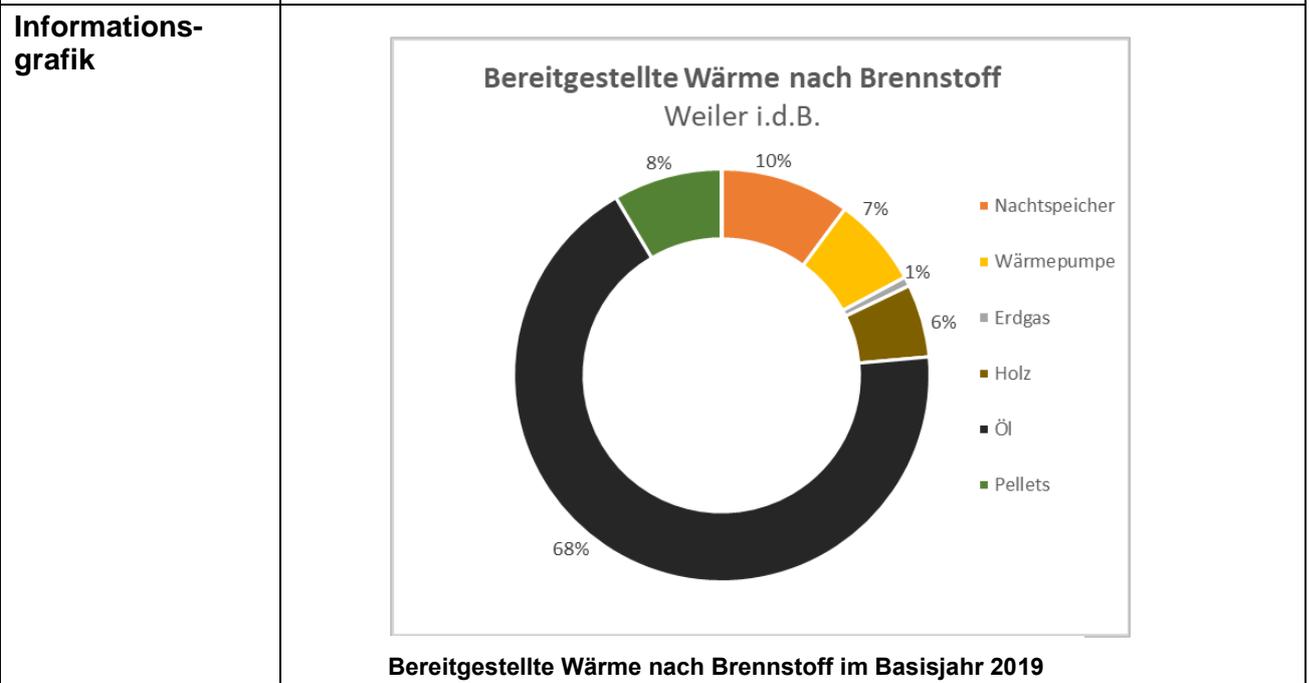
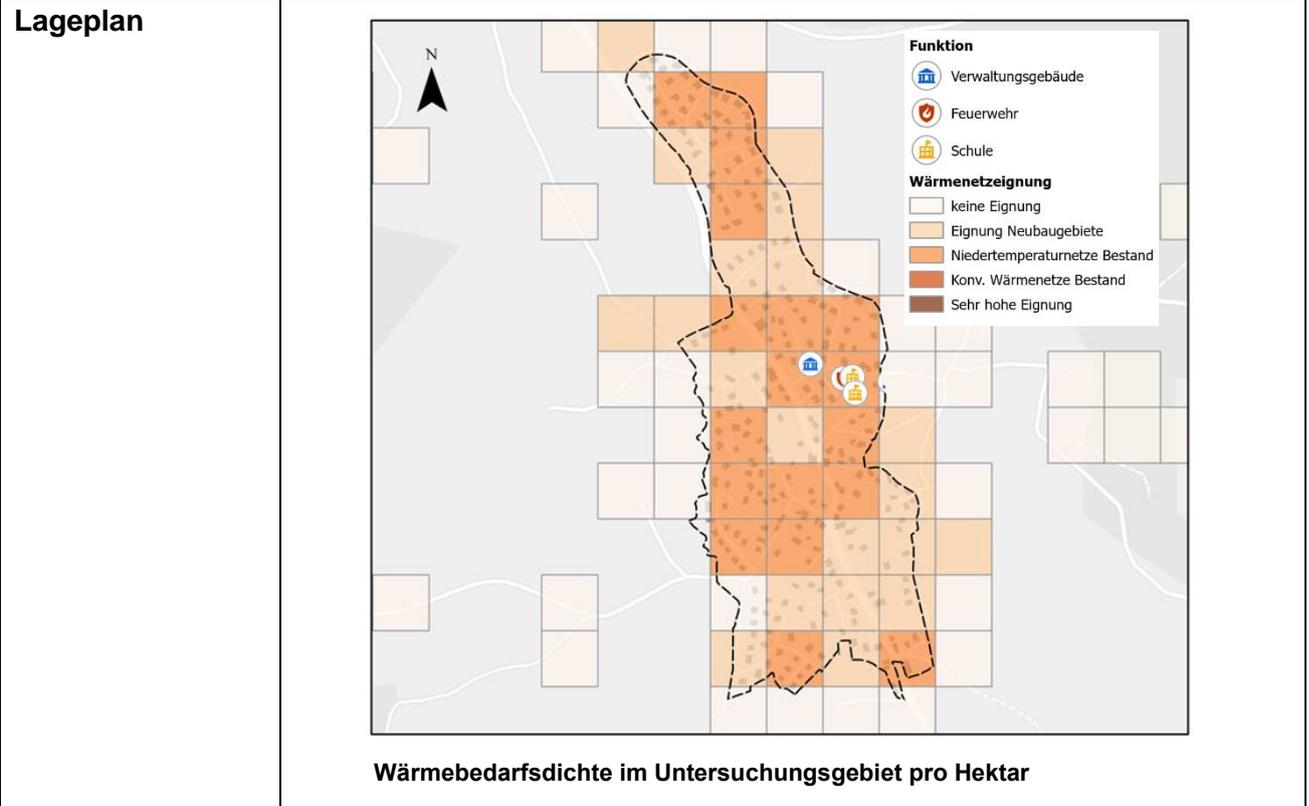
Ziel
Ziel der Maßnahme ist die Bewertung der Wärmenetzzeignung des Teilortes Rechberg. Auf Basis eines hohen Anteils an erneuerbarer Energien, soll das neu zu errichtende Wärmenetz den Teilort versorgen.



Nächste Schritte	BEW-Machbarkeitsstudie: <ul style="list-style-type: none">– Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke)– Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister)
Akteure	Wärmenetz-Neubau: <ul style="list-style-type: none">– Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden (Stadt, Stadtwerke)– Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Priorität: mittel Zeithorizont: mittelfristig

Maßnahme 5: Prüfung Machbarkeit Wärmenetz Weiler in den Bergen

Ziel
Ziel der Maßnahme ist die Bewertung der Wärmenetzzeignung zur Errichtung eines Nahwärmenetzes, welches auf Basis erneuerbarer Energien den Teilort Weiler in den Bergen versorgt.



<p>Beschreibung der Situation (Stand 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Teilort mit ca. 31 ha Fläche – Wohngebiet mit 269 beheizten Gebäuden davon <ul style="list-style-type: none"> • 260 Wohngebäude • 7 GHD & Sonstiges • 2 kommunale Gebäude – Besondere Einrichtungen: Grundschule, Bezirksamt Weiler i.d.B. – Vorwiegendes Wohngebäudealter 1958 – 1978 – Heizungsalter 44% Ölheizungen älter 20 Jahre – Jährlicher Wärmebedarf: ca. 6,8 GWh/a; Heizlast: ca. 3,9 MW
<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Die vorliegende Wärmebedarfsdichte spricht für eine mögliche Wirtschaftlichkeit eines Niedertemperaturnetzes. Ein hoher Anteil an Öl-Einzelheizungen, mit Heizungsalter >20 Jahre lässt darauf schließen, dass bei den Eigentümern zeitnah Handlungsbedarf besteht ihre Heizung auszuwechseln. In Q2 / 2023 wurde ein Pilotprojekt einer Biomasseanlage in Weiler in den Bergen gestartet. Darüber hinaus steht die Bürgerschaft, im Teilort, einer unabhängigen Nahwärmelösung aufgeschlossen gegenüber.</p> <p>Annahmen Anschlussquote: 100% kommunale Gebäude 50% private Wohngebäude</p> <p>Wärmemenge / Heizlast: Wärmebedarf: 3,5 GWh/a, Heizlast: 2 MW Mögl. Wärmenetz: Länge 5,4 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 100 Wärmedichte: 0,64 MWh/ (m*a) Heizzentrale: möglicher Standort nahe Grundschule</p> <p>Potenzielle erneuerbare Wärmeherzeugung für das Wärmenetz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) - Freiflächen Solarthermie <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Biomasse</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Erdwärme</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Solarthermie</p> </div> </div>
<p>Mögliche CO₂-Einsparung</p>	<p>Ist- Zustand: 2.100 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz*: 1.300 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen*: 800 t CO₂ pro Jahr</p> <p>*in Abhängigkeit von eingesetztem Brennstoff</p>
<p>Geschätzte Kosten und Finanzierung</p>	<p>Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie werden auf 45 T € geschätzt. Investitionskosten zur Errichtung eines neuen Wärmenetzes, inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen mit Übergabestationen belaufen sich auf ca. 3,5 Mio. €. Hierbei handelt es sich um eine Grobkostenermittlung. Zur genauen Ermittlung der Investitionskosten ist eine detaillierte Projektplanung zwingend erforderlich. Für die Maßnahme kann eine Förderung von bis zu 40% der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze BEW).</p>

Nächste Schritte	BEW-Machbarkeitsstudie: <ul style="list-style-type: none">– Abstimmungen der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd mit der Stadt zu weiterführenden Planungsschritten bzgl. Errichtung eines möglichen Nahwärmenetzes– Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke)– Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: <ul style="list-style-type: none">– Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden (Stadt, Stadtwerke)– Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Akteure	
Priorität	Priorität: hoch Zeithorizont: kurzfristig

6.2 Begleitende Maßnahmen

Im vergangenen Abschnitt wurden die fünf priorisierten Maßnahmen vorgestellt, mit deren Umsetzung innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung dieses Wärmeplans begonnen werden soll. Bei den begleitenden Maßnahmen handelt es sich eher um Projekte mit einem mittel- bis langfristigen Zeithorizont, die aber ihrer Bedeutung für die Gmünder Wärmewende den prioritären Maßnahmen in nichts nachstehen.

Im Folgenden werden diese Maßnahmen in tabellarischer Form dargestellt:

Maßnahme Nr. 6: Bau von 4 Windkraftanlagen	
Beschreibung der Maßnahme	Bau von 4 Windkraftanlagen zur Betreibung eines im nachhaltigen Technologiepark Aspen geplanten Elektrolyseurs und zur Versorgung des o.g. Technologieparks mit grünem Strom
Bisherige Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung eines Eignungsgebiets • Ermittlung der potenziell zu erbringenden Leistung durch 4 WKA • Auswahl einer Projektierungs- und Betreibergesellschaft • Verhandlungen über Anteilsverteilung • Einleitung Arten- und Naturschutzrechtliche Prüfungen; Genehmigungsverfahren
Weitere Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Warten auf Rückmeldung Ergebnisse aus Arten- und Naturschutzrechtliche Prüfungen • Projektierung / Planung WKA
Akteure / Initiatoren	Stadtwerke Schwäbisch Gmünd, Wirtschaftsförderung, Amt für nachhaltige Entwicklung, Klimaschutz und Bürgerbeteiligung, Amt für Stadtentwicklung, Regionalverband Ostalb
Förderungen	Wird geprüft
Kosten	Ca. 25 Mio. €
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	2023 – 2029/30

Maßnahme Nr. 7: Abwärmenutzung in Gmünder Unternehmen	
Beschreibung der Maßnahme	Die wenigsten Gmünder Unternehmen nutzen derzeit ihre Abwärme und wissen größtenteils auch nicht um das Potenzial und wie sie dieses nutzen können. Stadtwerke und Stadtverwaltung wollen daher auf ausgewählte Unternehmen zugehen und diese entsprechend motivieren und mobilisieren ihr Abwärmepotenzial prüfen zu lassen.
Geplantes Ergebnis	So viele Unternehmen wie möglich motivieren, überzeugen und mobilisieren ihr Abwärmepotenzial ermitteln zu lassen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten, um die anfallende Abwärme so effizient wie möglich zu nutzen.
Akteure / Initiatoren	Stadtwerke Schwäbisch Gmünd, Amt für nachhaltige Entwicklung, Klimaschutz und Bürgerbeteiligung, Wirtschaftsförderung, KEFF+
Förderungen	Wird geprüft
Kosten	Einzelfallprüfung
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	2023 – 2024
	 <p>Gewerbepark Gügling [38]</p>

Maßnahme Nr. 9: Pilotprojekt Biomasseanlage Weiler i.d.B.	
Beschreibung der Maßnahme	In Weiler in den Bergen soll in einem Pilotprojekt eine Biomasseanlage gebaut werden und den Stadtteil somit zukünftig mit erneuerbarer Wärme versorgen.
Geplantes Ergebnis	<p>Unabhängige Wärmeversorgung mit erneuerbarer Wärme aus Biomasse für einen Stadtteil von Schwäbisch Gmünd, der wenig bis kein Anschlusspotenzial an ein Wärmenetz hat.</p> <p>Bisher sind in Weiler i.d.B. überwiegend Ölheizungen in den Häusern vorhanden. Im Hinblick auf die aktuelle Gesetzeslage und die zukünftige Entwicklung in Baden-Württemberg hin zur Klimaneutralität bis 2040 bzw. 2035 in Gmünd, sollen die Potenziale für Biomasse insbesondere in den ländlich gelegenen Stadtteilen von Schwäbisch Gmünd in den Fokus genommen werden.</p>
Akteure / Initiatoren	Stadtwerke Schwäbisch Gmünd, Amt für nachhaltige Entwicklung, Klimaschutz und Bürgerbeteiligung, Amt für Stadtentwicklung
Förderungen	Wird geprüft
Kosten	Wird ermittelt
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	2025 – 2026
	 <p>Weiler in den Bergen [39]</p>

Neben den zuvor beschriebenen prioritären Maßnahmen, die sich auf die technische Umsetzung der Transformation in Bezug auf (Bestands-)Quartiere und Baugebiete konzentrieren, richten sich begleitende Maßnahmen gezielt an Akteure und sind häufig quartiersübergreifend. In der folgenden Abbildung 46 sind die begleitenden Maßnahmen in den Kategorien Verwaltungskompetenz, Information und Akzeptanz sowie lokale Wertschöpfung zusammengefasst. Die kommunalen Liegenschaften ermöglichen es der Stadt Schwäbisch Gmünd, sowohl die technische Umsetzung der lokalen Wärmewende als auch begleitende Maßnahmen anzugehen. Die begleitenden Maßnahmen zielen insgesamt darauf ab, Energieeinsparungen und die Umrüstung auf emissionsfreie bzw. emissionsarme Technologien möglichst zielgerichtet voranzutreiben.

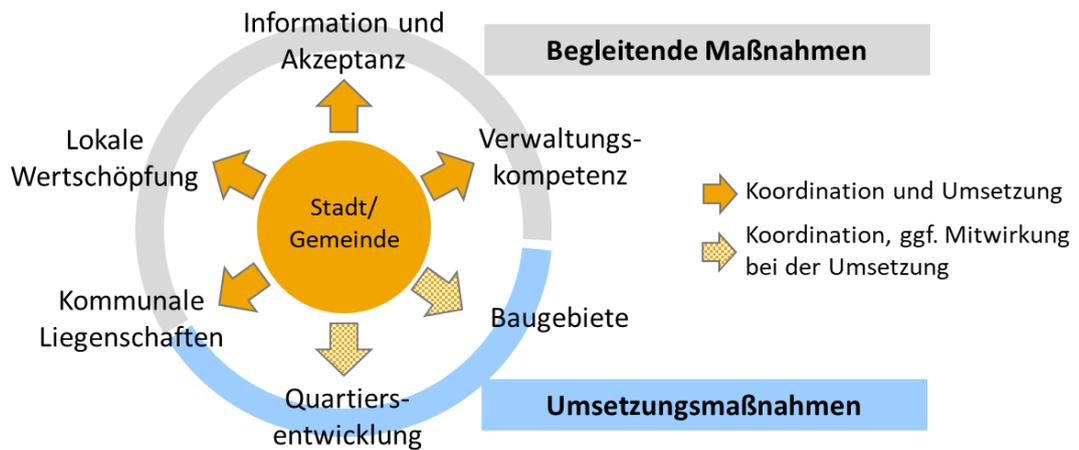


Abbildung 46: Schematische Darstellung der kommunalen Handlungsfelder

Im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden laufende und zukünftig zu intensivierende begleitende Maßnahmen besprochen. Neben den technischen Maßnahmen können dem kommunalen Wärmeplan auch Maßnahmen organisatorischer und übergeordneter Art zugeordnet werden.

Im Rahmen der Stadtentwicklung ist bei neuen Planungsgebieten zukünftig der Stand der Wärmeversorgung der angrenzenden Gebiete und eine Verbesserung bzw. der Stand neuester Heiztechniken zu berücksichtigen und mitzudenken. Das bedeutet, dass mit Beginn einer neuen Planung gemeinsam mit den Stadtwerken Schwäbisch Gmünd auf Grundlage der Kommunalen Wärmeplanung nach Lösungen gesucht wird, wie ein neu zu erschließendes Gebiet mit erneuerbarer Wärme versorgt werden kann und möglicherweise auch bestehende Gebiete angeschlossen werden können. Mit dem Entschluss eine Fläche neu zu entwickeln, muss von Beginn an eine mögliche Fläche für eine Heizzentrale mitgedacht und falls notwendig diese von einer Bebauung freigehalten bzw. vorbehalten werden. Übergeordnet sind Strategiekonzepte für alle Stadtteile zu entwickeln und bei Neuplanungen als Impulsgeber mitzudenken und umzusetzen und der entsprechende Mehrwert für eine bestimmte Planung für die Wärmeinfrastruktur aufzuzeigen. Eine intensive Abstimmung und regelmäßige

Zwischenberichte zwischen der Stadtplanung, dem Tiefbauamt und den Stadtwerken sind essenziell für das Gelingen die Wärmewende konsequent umzusetzen und müssen hinsichtlich dieser neuen Aufgabe vertieft werden.

Insgesamt gilt es, die Kommunale Wärmeplanung auf breitere Beine zu stellen – nur so kann sichergestellt werden, „dass nach Erstellung des kommunalen Wärmeplans die zum Zielszenario 2040 ausgearbeiteten Maßnahmen mit der lokalen Wärmewendestrategie Einzug in die Fachplanung der Kommune finden“ [2]. Es wird deshalb dringend empfohlen, die nötigen Strukturen innerhalb der Stadtverwaltung zu schaffen und Verantwortlichkeiten zu benennen, sodass die Kommunale Wärmeplanung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen auf allen Ebenen der Stadtentwicklungsplanung verankert werden kann.

Hierbei kann es förderlich sein, einen regelmäßig stattfindenden Informationsaustausch zwischen den beteiligten Fachabteilungen und den Stadtwerken zu etablieren. In diesem Lenkungsreis der Gmünder Wärmeplanung kann über die Umsetzungsfortschritte der definierten Maßnahmen und ggf. über notwendige Aktualisierungen beraten werden.

Der Kommunale Wärmeplan der Stadt Schwäbisch Gmünd soll spätestens im Jahr 2030 fortgeschrieben werden. An dieser Stelle wird empfohlen, schon vorher eine Zwischenevaluation durchzuführen. In Anbetracht von politischen und technologischen Veränderungen muss die Kommune dazu in der Lage sein, zeitnah darauf zu reagieren und ihre Wärmewendestrategie ggf. anzupassen. Hierfür empfiehlt sich die Einführung eines Monitoring- und Controlling Konzepts, dessen Prinzip im folgenden Kapitel erklärt wird.

6.3 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans

Die formulierten Maßnahmen, die elementarer Bestandteil der Wärmeplanung sind, zeigen, dass die Wärmewende nicht von heute auf morgen erfolgen kann und wird. Vielmehr ist ihre Umsetzung in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess eingebettet, der mit dem Demingkreis oder auch PDCA-Zyklus beschrieben werden kann. Dieser umfasst die folgenden vier Phasen, welche in Abbildung 47 abgebildet sind.

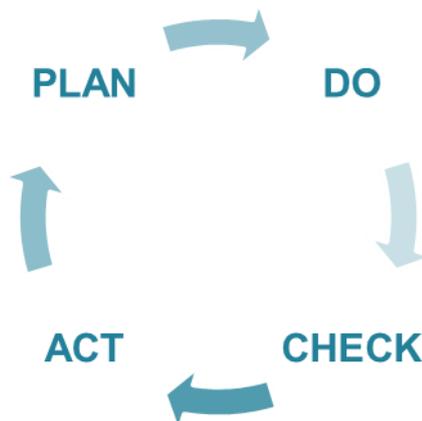


Abbildung 47: Schematische Darstellung des Demingkreises

Diese vier Phasen des Demingkreises werden im Folgenden in Bezug auf die Kommunale Wärmeplanung der Stadt Schwäbisch Gmünd näher erläutert:

Plan – Planung:

Im kommunalen Wärmeplan der Stadt Schwäbisch Gmünd sind strategische Maßnahmen festgelegt, die zum Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2035 führen sollen. Dazu gehören beispielsweise der Ausbau erneuerbarer Energien zur klimaneutralen Wärmebereitstellung oder der Bau von Wärmenetzen im Innenstadtbereich. Die erarbeiteten Maßnahmenskizzen bilden dabei die Grundlage für die nachfolgenden Detailplanungen zukünftiger Wärmewendeprojekte.

Do – Umsetzung:

In dieser Phase des Zyklus erfolgt die Umsetzung der geplanten Maßnahmen durch die genannten Akteure. Dabei wird darauf geachtet, dass der vorgesehene Kosten- und Zeitrahmen möglichst eingehalten wird.

Check – Überprüfung:

Der Umsetzungsstatus der Maßnahmen wird in regelmäßigen Abständen anhand festgelegter Erfolgsindikatoren gemessen. Diese Indikatoren können je nach Maßnahme variieren und z.B. in Form einer zu installierenden Leistung, einer zu erreichenden Sanierungsrate im Wohngebäudebereich oder einer binären Abfrage, ob eine Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde oder nicht, dargestellt werden. Eine Bewertung des Umsetzungserfolgs von Maßnahmen sollte neben den zu Beginn

ausgewählten Erfolgsindikatoren auch die zum Zeitpunkt der Bewertung geltenden politischen und technologischen Rahmenbedingungen berücksichtigen.

Act - Handlung

In der letzten Phase des Demingkreises werden die Erkenntnisse aus der Überprüfungsphase für die Weiterentwicklung des Wärmeplans genutzt. So können bestehende Maßnahmen erweitert oder an neue Rahmenbedingungen, wie z.B. neue Gesetze und Förderrichtlinien oder Effizienzsteigerungen der einzusetzenden Technologien, angepasst werden. Ziel dieser Phase ist es, den kommunalen Wärmeplan durch kontinuierliche Anpassung an aktuelle Gegebenheiten zu verbessern und somit das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2035 sicherzustellen.

Der hier beschriebene Zyklus sollte mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Schwäbisch Gmünd beginnen. Das Monitoring und Controlling des Wärmeplans sollte sinnvoll in einen Zuständigkeitsbereich der Stadt Schwäbisch Gmünd integriert und in einem regelmäßigen Turnus durchgeführt werden. Aufgrund des kurzen Zeithorizonts der kommunalen Wärmeplanung bis zum Zieljahr 2035 und der dynamischen politischen Entwicklung empfiehlt es sich, diesen Abstand nicht zu groß zu wählen, um den Transformationspfad rechtzeitig an mögliche Änderungen externer Faktoren anpassen zu können.

Bereits vor der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 sollte eine Zwischenevaluierung erfolgen. Dies kann beispielsweise durch die Erstellung einer aktuellen Energie- und Treibhausgasbilanz für den Wärmesektor erfolgen (siehe Kapitel 3.4). So kann der gesamtheitliche Fortschritt des Wärmeplans auch mit Kennzahlen, nämlich den verursachten Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauchsdaten, belegt und der Fortschritt der Wärmewende in Schwäbisch Gmünd verfolgt werden.

6.4 Fazit Wärmewendestrategie

Nachdem im Zielszenario definiert wurde, *was* bis 2035 in Schwäbisch Gmünd erreicht werden soll, wurde in der Wärmewendestrategie erörtert, *wie* es erreicht werden kann. Dazu wurden in einem ersten Schritt Maßnahmen identifiziert und priorisiert. Für jede Maßnahme wurden die zu beteiligenden Akteure benannt und klare Ergebnisse definiert.

Bei den Maßnahmen wurde der strategische Fokus auf den Neubau bzw. die Erweiterung von Wärmenetzen gelegt. In den ausgewählten Untersuchungsgebieten, in denen die Machbarkeit eines Wärmeverbundes evaluiert werden soll, liegt jeweils eine hohe Wärmebedarfsdichte vor. Dies ist eine gute Voraussetzung für einen Umsetzungserfolg und eine wirtschaftliche Darstellbarkeit der jeweiligen Projekte. Es ist sinnvoll, den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern jetzt schon eine Perspektive zu bieten, sich bei einem zukünftigen Austausch ihrer Heizung an ein Wärmenetz anzuschließen und damit eine stetig ansteigende Anschlussquote zu sichern.

Ein weiteres Fokusfeld der Maßnahmen stellt die Erzeugung von erneuerbarer Energie dar, welche für die Wärmewende notwendig sein wird. Der Bau einer Biomasseanlage in Weiler in den Bergen und von vier Windkraftanlagen soll deshalb zeitnah angestoßen werden.

Nach Anforderungen des KlimaG BW, soll mit der Umsetzung der prioritären Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, was die Zusammenarbeit sämtlicher Akteure in Schwäbisch Gmünd erfordert.

Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Schwäbisch Gmünd bis ins Jahr 2035 sicherzustellen, sollte der Fortschritt der Wärmewende fortlaufend evaluiert werden. Dies kann zum einen durch ein regelmäßiges Monitoring der Maßnahmenumsetzung anhand ausgewählter Erfolgsindikatoren erfolgen. So kann schnell auf Änderungen der politischen, wirtschaftlichen oder technologischen Rahmenbedingungen reagiert werden und einzelne Maßnahmen können ggf. angepasst werden.

Insgesamt kann der Erfolg der Wärmeplanung durch die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz aus Kapitel 3.4 bewertet werden. Dies sollte nicht erst zum Zeitpunkt der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Jahr 2030 erfolgen, sondern bereits zu einem früheren Zeitpunkt, um den Transformationspfad ggf. durch das Hinzufügen von weiteren Maßnahmen in die Wärmewendestrategie zu beschleunigen.

7. Akteursbeteiligung

Die KEA BW empfiehlt in ihrem Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung eine frühzeitige Einbindung aller lokalen Akteurinnen und Akteure. Deren „regionales Wissen und Engagement“ seien „der Schlüssel für eine erfolgreiche Wärmewende-Strategie und deren Umsetzung in konkreten Projekten innerhalb der Kommune“ [2]. Für die Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden daher folgende Instrumente der Akteursbeteiligung ausgewählt und umgesetzt:

Regelmäßige Arbeitsgruppentreffen

Im Februar 2022 fand eine interne Auftaktveranstaltung mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadt, der Stadtwerke Schwäbisch Gmünd und des beauftragten Ingenieurbüros RBS wave statt. Bei diesem Termin wurde eine Arbeitsgruppe benannt und ein Rahmenterminplan für das Projekt festgelegt.

Im Anschluss daran fanden während der gesamten Bearbeitungsphase regelmäßige Arbeitstreffen, größtenteils per Videokonferenz, statt, in denen der aktuelle Bearbeitungsstand besprochen wurde. Alle Entscheidungen dieser Arbeitstreffen wurden durch Präsentationsfolien oder Protokolle dokumentiert.

Unternehmensumfrage in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung

Im Sommer und Herbst 2022 wurde in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung der Stadt Schwäbisch Gmünd und der Regionalen Kompetenzstelle für Ressourceneffizienz (KEFF+) eine Unternehmensbefragung durchgeführt. Ziel dieser Befragung war zum einen die Erfassung der Brennstoffverbräuche und Abwärmemengen von Industrie und Gewerbe. Auf diese Weise konnten auch Energieverbräuche aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z.B. Heizöl oder Pellets) erfasst werden, für die keine Echtdateien von Versorgern vorliegen. Weiterhin konnte auf Basis der Befragung eine Einordnung des Potenzials aus industrieller Abwärme in Schwäbisch Gmünd erfolgen. Ein weiteres Ziel der Befragung war es, Akteurinnen und Akteure aus Industrie und Gewerbe über die Kommunale Wärmeplanung zu informieren und für das Projekt zu gewinnen. So wurde beispielsweise abgefragt, ob Interesse besteht, Firmengebäude an ein bestehendes Wärmenetz anzuschließen oder ggf. Abwärme auszukoppeln. Die Daten wurden im Rahmen der Potenzialermittlung (siehe Kapitel 4.3.1) verwendet und können für weitere Detailplanungen von Wärmenetzen in Schwäbisch Gmünd genutzt werden.

Wärmeplanungsmeetings

Während der Bearbeitungsphase der Kommunale Wärmeplanung erfolgten außerdem zwei Wärmeplanungsmeetings. Diese wurde in einem größeren Kreis und in Präsenz abgehalten, sodass auch Mitglieder der Stadtverwaltung, welche nicht Teil der Arbeitsgruppe waren, über die Zwischenergebnisse des Projekts informiert wurden. Diese fanden nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse sowie während der Erarbeitung des Zielszenarios statt.

Öffentliche Gemeinderatssitzung

Im November 2022 wurden die Zwischenergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in einer öffentlichen Gemeinderatssitzung vorgestellt. Dabei stand vor allem die Bestands- und Potenzialanalyse im Vordergrund. Die Stadtwerke gaben in diesem Zusammenhang einen Ausblick auf die Maßnahmen, die sich an die Kommunale Wärmeplanung anschließen sollen. Ende 2023 ist eine weitere Gemeinderatssitzung geplant, in der die Kommunale Wärmeplanung formell beschlossen werden soll.

Weitere Beteiligungsformate

Zum Abschluss der Bearbeitungsphase der Kommunalen Wärmeplanung im Herbst 2023 finden zwei Termine zur Bürgerbeteiligung und zwei Termine zur Beteiligung der Ortschaftsräte statt, in denen über den Stand der Kommunalen Wärmeplanung berichtet wird. Bei diesen Informationsveranstaltungen ist es wichtig, auf die Fragen und Bedenken der Bürgerinnen und Bürger einzugehen, um sie für die Wärmewende in Schwäbisch Gmünd zu gewinnen. Nur mit einer engagierten Bürgerschaft kann die Transformation zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung gelingen, denn sie ist der Schlüsselakteur, wenn es um die notwendige Sanierung von Wohngebäuden oder die Umstellung von fossilen auf regenerative Brennstoffe geht.

Ausblick

Spätestens mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans beginnt der Umsetzungsprozess der definierten Maßnahmen aus der Wärmewendestrategie. Dabei sollte eine kontinuierliche Kommunikation mit den relevanten Akteurinnen und Akteure erfolgen. Ein erster Schritt ist die Veröffentlichung dieses Endberichts und die Berichterstattung in der lokalen Presse.

Darüber hinaus können alle Daten, die in diesem Bericht in Kartenform abgedruckt sind, in einem sogenannten Bürger-GIS veröffentlicht und mit weiteren Informationen angereichert werden. Ziel ist es, dass sich Bürgerinnen und Bürger über die Versorgungsperspektiven in ihrem Stadtteil oder ihrer Straße informieren können. Gerade beim Bau von Wärmenetzen ist es unabdingbar, einen entsprechend hohen Anschlussgrad zu gewährleisten. Nur so kann die Wirtschaftlichkeit des Bauvorhabens und des späteren Betriebs gewährleistet werden. Eine frühzeitige Information der Anwohner über derartige Bauvorhaben ist in jedem Fall förderlich, da sie den Anwohnern eine Perspektive bietet und somit Einfluss auf den zukünftigen Heizungsaustausch nehmen kann.

Grundsätzlich wird empfohlen, alle Akteurinnen und Akteure in Schwäbisch Gmünd stärker in die Maßnahmenumsetzung einzubinden, regelmäßig über den Fortschritt auf dem Transformationspfad zu informieren und zur Mitarbeit zu motivieren. Es muss eine Aufbruchstimmung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung vermittelt werden, denn der Erfolg der Wärmewende kann nicht allein durch die Stadtverwaltung und die Stadtwerke gewährleistet werden, sondern liegt in den Händen aller Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwäbisch Gmünd.

8. Schlussbetrachtung

Der vorliegende Erläuterungsbericht zur Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Schwäbisch Gmünd hat die vier Hauptbestandteile gemäß KlimaG BW – Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario 2035 und Wärmewendestrategie – hinsichtlich der verwendeten Daten und Methodiken sowie der erzielten Ergebnisse dargelegt. Darüber hinaus wurden die durchgeführten Maßnahmen im Bereich der Akteursbeteiligung skizziert.

In der **Bestandsanalyse** wurde die Gemeinde- und Gebäudestruktur in Schwäbisch Gmünd betrachtet. Die Beheizungsstruktur wies im Basisjahr 2019 einen Anteil fossiler Einzelheizungen von 84 % aus. Über 90 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden konnten, sind auf diese Heizungen zurückzuführen. Mit Blick auf die Sektoren entfiel mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor. Die Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd nimmt eine Vorbildfunktion ein und kann mit den kommunalen Gebäuden ca. 8 % des Endenergieverbrauchs und damit ca. 7 % der Emissionen im Wärmesektor direkt beeinflussen.

In der **Potenzialanalyse** wurden Potenziale zur Strom- und Wärmeversorgung untersucht. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 könnte, bei einer Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate auf 2 % im Wohnsektor, der Gesamtwärmebedarf um bis zu 5 % gesenkt werden. Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Kernstadtgebiet Schwäbisch Gmünd flächendeckend eine hohe Wärmenetzeignung vor. Des Weiteren wurden Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme im Industriegebiet Gügling identifiziert. Nach erster Einschätzung birgt die Abwasserwärmenutzung in Schwäbisch Gmünd ein hohes Potenzial. Signifikantes Potenzial bietet außerdem die Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen sowie durch Windkraftanlagen. Das lokale Potenzial der Verwertung von Energie- und Restholz kann zur Dekarbonisierung der Wärmeherzeugung im einstelligen Prozentbereich beitragen. Potenzial zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist in Schwäbisch Gmünd großflächig vorhanden. Im Bereich Wasserstoff hat die Stadt Schwäbisch Gmünd landesweit eine Vorreiterrolle inne. Mit der Versorgung des Technologieparks H₂-Aspen mit grünem Wasserstoff wird ein ganzes Industriegebiet klimaneutral. Mit einem langfristigen Anschluss an die sog. T-Lösung kann der Bedarf an Wasserstoff auf der Gemarkung Schwäbisch Gmünds künftig gedeckt werden.

Zur Erarbeitung des klimaneutralen **Zielszenarios** für Schwäbisch Gmünd wurde das Stadtgebiet in 52 Teilgebiete aufgeteilt und diese hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Das festgelegte Zielszenario beinhaltet den Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet mit einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 65 % in konventionellen und 50 % in Niedertemperatur-Eignungsgebieten. Daraus resultiert im Zielszenario 2035 ein Wärmenetzanteil von rund 57 % an den installierten Heizungen. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- oder Erdwärmepumpen und Pellettheizungen mit Solarthermieunterstützung sowie vereinzelt Wasserstofftechnologien für Industrieprozesse. Die Ergebnisse des Zielszenarios wurden auf die

ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung, die verfügbaren regenerativen Potenziale und die geschätzten Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Abschließend wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Schwäbisch Gmünd auswirken können.

Der Bestandteil **Wärmewendestrategie** erörterte die Festlegung von konkreten Umsetzungsmaßnahmen und deren Priorisierung. Bei den Maßnahmen wurde strategisch der Fokus auf die Dekarbonisierung der Bestands-Wärmenetze sowie die Untersuchung der Machbarkeit neuer Wärmenetze gelegt. Weitere Maßnahmen adressieren den Bau von Windkraftanlagen und die Nutzung industrieller Abwärme. Nach Anforderungen des KlimaG BW soll mit der Umsetzung der prioritären Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, was die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure in Schwäbisch Gmünd erfordert. Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung bis ins Jahr 2035 sicherzustellen, sollte der Fortschritt der Wärmewende fortlaufend evaluiert und die Planungen angepasst werden.

Die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans sollte durch eine kontinuierliche Kommunikation mit den relevanten **Akteuren** begleitet werden. Diese wurden bereits im Projektverlauf identifiziert und in verschiedenen Beteiligungsformaten in die Wärmeplanung miteinbezogen. Darüber hinaus wurde empfohlen, sämtliche Akteure in Schwäbisch Gmünd stärker in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren, sie regelmäßig über die Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und zur Mitarbeit zu animieren.

9. Quellenverzeichnis

- [1] Amt für nachhaltige Entwicklung, Klimaschutz und Bürgerbeteiligung - Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd, „Gmünder Agenda 2030 - Gemeinsam zur Klimaneutralität“, Gmünd für morgen. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gmuendfuermorgen.de/gmuenderagenda2030.html>
- [2] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, „Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publicationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf
- [3] KEA BW, „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“. 2022.
- [4] LGL Baden-Württemberg, „ALKIS-Liegenschaftsdaten für die Stadt Schwäbisch Gmünd“. n.D.
- [5] Stadt Schwäbisch Gmünd, „Auflistung der kommunalen Liegenschaften“. 2022.
- [6] infas 360 GmbH, „Hauskoordinaten mit Gebäudeparametern (Baujahresklassen, Gebäudetyp)“. n.D.
- [7] Bezirksschornsteinfeger der Kehrbezirke in Schwäbisch Gmünd, „Auszüge aus dem elektronischen KehrBuch“. n.D.
- [8] Stadtwerke Schwäbisch Gmünd GmbH, „Erdgasverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [9] Stadtwerke Schwäbisch Gmünd GmbH, „Wärmestromverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [10] Stadtwerke Schwäbisch Gmünd GmbH, „Wärmeverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [11] Dr. Max Peters u. a., „Technikkatalog kommunale Wärmeplanung - Version 1.0“, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022.
- [12] Deutscher Wetterdienst, „Klimafaktoren (Jan 2009 - Jul 2020)“. Zugegriffen: 9. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>
- [13] G. Luderer, C. Kost, und Dominika, „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich“, 2021, doi: 10.48485/PIK.2021.006.
- [14] Martin Kaltschmitt, Wiese Andreas, und Streicher Wolfgang, *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, 3. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- [15] „Wasserstoffaktivitäten im Ostalbkreis und der Region Ostwürttemberg“, Stabsstelle Wirtschaftsförderung, Europabüro, Kontaktstelle Frau und Beruf, Sitzungsvorlage 046/2023, März 2023.
- [16] LUBW, „Daten- und Kartendienst der LUBW“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- [17] „Photovoltaik Potenzialanalyse Schwäbisch Gmünd“, greenventory GmbH, 2022.
- [18] *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*. 2023.
- [19] G + H IngenieurTeam, „Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd - Waldstetten Potenzialflächenanalyse Photovoltaik“. 2022.
- [20] Regionalverband Ostwürttemberg, „Infoblatt 1: Ausbau der Erneuerbaren Energien - Teilfortschreibung des Regionalplans“. Juni 2023.
- [21] Regionalverband Ostwürttemberg, „Teilfortschreibung Erneuerbare Energien - Regionalplan Ostwürttemberg, Kapitel 4.2.3 Erneuerbare Energien“. Oktober 2021.
- [22] Stadtwerke Schwäbisch Gmünd, „Datenlieferung Klärgas, PV, Speicher, Wasser“. 26. Oktober 2022.
- [23] Stadt Schwäbisch Gmünd, „Datenlieferung Abfallströme Schwäbisch Gmünd“. Januar 2023.
- [24] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Landwirtschaftlich genutzte Fläche seit 1979 nach Hauptnutzungsarten Stadt Schwäbisch Gmünd“. 2021.

- [25] Viehbestandserhebung, „Viehhaltung der Landwirtschaftlichen Betriebe“. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2021.
- [26] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank“. 30. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_adb
- [27] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>“, 2022.
- [28] Dr. Max Peters, Dr. Johannes Miocic, Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff, und Dr. Volker Armbruster, „Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg“. 2022.
- [29] Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg, „HVZ-Pegelkarten“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/map_peg.html
- [30] H. Kammer, *Thermische Seewassernutzung in Deutschland: Bestandsanalyse, Potential und Hemmnisse seewasserbetriebener Wärmepumpen*. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Vieweg, 2018. doi: 10.1007/978-3-658-20901-8.
- [31] Michael Hueber, „HyExperts II: H2Ostwürttemberg“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hy.land/hyexpert-ii-h2ostwuerttemberg/>
- [32] „2. Info-Veranstaltung ‚Wasserstoff‘“, *Amt für Medien und Kommunikation Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd*, 6. Juni 2023.
- [33] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“. 15. September 2022.
- [34] Erdmann, Georg & Dittmar, Lars, *Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland*. 2010.
- [35] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V., „Der Gasnetzgebietstransformationsplan - Ergebnisbericht 2022“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.h2vort.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Publicationen/Ergebnisbericht_2022_des_GTP_A4.pdf
- [36] prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann“. 2021.
- [37] KEA BW, „Muster-Leistungsverzeichnis zur Vergabe und Ausschreibung von kommunalen Wärmeplänen“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/LV_KWP_KEA_BW.docx
- [38] Gässler, Alexander, „Gmünd: Der Gügling kommt ins Schwabenalter“, *Rems-Zeitung*. [Online]. Verfügbar unter: <https://remszeitung.de/2022/12/28/gmuend-der-guegling-kommt-ins-schwabenalter/>
- [39] H. Schoch, „Blick vom Drachenberg auf die Ortsmitte im Spätsommer“. 2008. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weiler_im_Sommer.JPG

Anhang

Anhang 1: Verwendete Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung [11]

Brennstoff	Emissionsfaktor in kg CO ₂ / kWh		
	2019	2030	2040
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Holz	0,022	0,022	0,022
Biogas	0,090	0,086	0,083
Abwärme	0,040	0,038	0,037
Wärmenetze Schwäbisch Gmünd	0,240	0,120	0,028
Strommix	0,478	0,270	0,151

Anhang 2: Aufteilung Wärmebedarfe von Wohngebäuden

Gebäudetyp	Anteil Warmwasser	Anteil Raumwärme
EFH bis 1918	9%	91%
EFH 1919_1948	9%	91%
EFH 1949_1957	10%	90%
EFH 1958_1968	10%	90%
EFH 1969_1978	10%	90%
EFH 1979_1983	12%	88%
EFH 1984_1994	12%	88%
EFH 1995_2001	12%	88%
EFH 2002_2009	12%	88%
EFH 2010_2019	17%	83%
EFH ab 2019	53%	47%
DH_RH bis 1918	19%	81%
DH_RH 1919_1948	21%	79%
DH_RH 1949_1957	16%	84%
DH_RH 1958_1968	21%	79%
DH_RH 1969_1978	21%	79%
DH_RH 1979_1983	26%	74%
DH_RH 1984_1994	26%	74%
DH_RH 1995_2001	26%	74%
DH_RH 2002_2009	26%	74%
DH_RH 2010_2019	32%	68%
DH_RH ab2019	69%	31%
MFH bis 1918	13%	87%
MFH 1919_1948	8%	92%
MFH 1949_1957	13%	87%
MFH 1958_1968	17%	83%
MFH 1969_1978	19%	81%
MFH 1979_1983	22%	78%
MFH 1984_1994	22%	78%
MFH 1995_2001	22%	78%
MFH 2002_2009	22%	78%
MFH 2010_2019	33%	67%
MFH ab 2019	86%	14%
GMH bis 1918	13%	87%
GMH 1919_1948	12%	88%
GMH 1949_1957	15%	85%

GMH 1958_1968	17%	83%
GMH 1969_1978	17%	83%
GMH 1979_1983	23%	77%
GMH 1984_1994	23%	77%
GMH 1995_2001	30%	70%
GMH 2002_2009	30%	70%
GMH 2010_2019	35%	65%
GMH ab 2019	54%	46%
HH bis 1918	22%	78%
HH 1919_1948	22%	78%
HH 1949_1957	22%	78%
HH 1958_1968	22%	78%
HH 1969_1978	25%	75%
HH 1979_1983	26%	74%
HH 1984_1994	26%	74%
HH 1995_2001	33%	67%
HH 2002_2009	33%	67%
HH 2010_2019	34%	66%
HH ab 2019	72%	28%

Anhang 3: Aufteilung Wärmebedarfe von Industrie & GHD sowie von öffentlichen Gebäuden

Gebäudefunktion	Anteil Raumwärme	Anteil Warmwasser	Anteil Prozesswärme
Allgemeinbildende Schule	69%	31%	0%
Bauhof	83%	17%	0%
Bibliothek, Bücherei	91%	9%	0%
Feuerwehr	88%	12%	0%
Friedhofsgebäude	88%	12%	0%
Gebäude für Sportzwecke	71%	29%	0%
Gemeindehaus	86%	14%	0%
Gericht	88%	12%	0%
Hallenbad	72%	28%	0%
Hochschulgebäude	91%	9%	0%
Kapelle	88%	12%	0%
Kindergarten	74%	26%	0%
Kirche	88%	12%	0%
Krankenhaus	50%	32%	18%
Museum	88%	12%	0%
Polizei	88%	12%	0%
Rathaus	88%	12%	0%
Sanatorium	73%	27%	0%
Seniorenheim	73%	27%	0%
Sporthalle	76%	24%	0%
Veranstaltungsgebäude	87%	13%	0%
Verwaltungsgebäude	88%	12%	0%
Wohn- und Betriebsgebäude	75%	25%	0%
Wohn- und Bürogebäude	86%	14%	0%
Wohn- und Geschäftsgebäude	86%	14%	0%
Wohn- und Verwaltungsgebäude	88%	12%	0%
Wohn- und Wirtschaftsgebäude	75%	25%	0%
Betriebsgebäude	100%	0%	0%
Bürogebäude	86%	14%	0%
Fabrik	0%	0%	100%
Gaststätte	50%	50%	0%
Gebäude für Vorratshaltung	100%	0%	0%
Geschäftsgebäude	86%	14%	0%
Hotel	36%	64%	0%
Jugendherberge	55%	45%	0%
Kiosk	88%	12%	0%

Post	86%	14%	0%
Tankstelle	86%	14%	0%
Werkstatt	100%	0%	0%
Wirtschaftsgebäude	100%	0%	0%