

Kommunaler Wärmeplan der Stadt Metzingen



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 Kkehrbuch der Bezirksschornsteinfeger zu den bestehenden Heizungen ergänzt. Mithilfe dieser Daten lässt sich ein detailliertes Bild der Beheizungsstruktur in Metzingen 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 Metzingen näher untersucht. Das Gebiet um den Stadtkern 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 Metzingen handelt es sich größtenteils um Wohngebäude – hierbei sind Einfamilien- bzw. Doppel- und Reihenhäuser die dominierenden Gebäudetypen. Die Beheizungsstruktur ist vorwiegend durch fossile Einzelheizungen geprägt. 55 % der Heizungen wurden im Referenzjahr 2019 durch Erdgas befeuert. Mit 29 % machten Ölheizungen den zweitgrößten Anteil aller Heizungen in Metzingen aus. Bei 8 % der Heizungen wird Strom zur Beheizung genutzt – hierbei handelt es sich um Nachtspeicheröfen oder Wärmepumpen. Wärmenetzanschlüsse machen rund 3 % der Heizungssysteme aus. Die Endenergie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Metzingen zeigt, dass im Basisjahr rund 92 % der Emissionen im Wärmesektor durch fossile Einzelheizungen verursacht wurden. Weiterhin ließen sich 6 % 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 Metzingen Photovoltaikanlagen auf Dachflächen und auf Freiflächen an den Seitenrandstreifen der Bundesstraße B28. PV-Aufdachanlagen stellen in diesem Zusammenhang eine gute Möglichkeit dar, den Eigenbedarf an Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe in einem Gebäude anteilig zu decken. Durch Solarthermieanlagen könnte, unter Berücksichtigung einer minimal zu belegenden Dachfläche, der Gesamtwärmebedarf im Basisjahr zu 22 % gedeckt werden. Photovoltaik-Anlagen auf der Freifläche oder die Windkraft eignen sich dagegen zur Netzeinspeisung erneuerbaren Stroms.

Bei der direkten Wärmeerzeugung aus regenerativen Quellen kann potenziell Waldrestholz aus dem Metzinger Forst oder unbehandeltes Industrierestholz genutzt werden. Die Abwärme industrieller Unternehmen kann innerhalb oder in direkter Nähe zu einem Wärmenetzungsgebiet genutzt werden. Die Nutzung der Abwasserwärme bietet sowohl im Kanal selbst als auch am Auslauf der Kläranlage in Metzingen großes Potenzial. Die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme in einer KWK-Anlage befeuert durch Biogas spielt in der Potenzialbetrachtung mengenmäßig eine untergeordnete Rolle. Ein großflächiger Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung wird bis zum Jahr 2040 nicht erwartet. Großes Potenzial stellt die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden oder -Kollektoren dar. Das östliche Stadtgebiet eignet sich zur Nutzung Mitteltiefer Geothermie mit der Anbindung an ein mögliches Wärmenetz. Eignungsgebiete für Wärmenetze können in Metzingen u.a. für die Gebiete Neugreuth, Innenstadt und Neuhausen ausgewiesen werden.

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 8 % bis 2040 einsparen. Gebäudesanierungen stellen damit einen wichtigen, aber schwer zu hebenden Baustein der Wärmewende dar. Mit einer flächendeckenden Wasserstoffversorgung für Privathaushalte ist vor dem Jahr 2040 nicht zu rechnen, vorzeitig kann eine Verfügbarkeit von Wasserstoff in der Industrie und in zentralen Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze angenommen werden.

Klimaneutrales Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Metzingen wurde das Stadtgebiet in 30 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzungsbeurteilung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2040 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 Metzingens bis zum Jahr 2040 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Als Zielszenario wurde das Szenario KLIM I mit Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit festgelegt. Dieses beinhaltet den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wo bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 % ein Wärmenetzanteil von rund 50 % 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 2040 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 Metzingen 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. Sechs dieser Maßnahmen wurden mit einer hohen Priorität versehen. Mit ihrer Umsetzung soll im Laufe der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung begonnen werden. Hierbei handelt es sich schwerpunktmäßig um Maßnahmen, die auf die technische Umsetzung der Transformation abzielen, wie beispielsweise der Bau von Wärmenetzen im Stadtgebiet oder die Erschließung von erneuerbaren Energiepotenzialen. 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.

Einordnung in die aktuelle Lage

Die Verpflichtung von Kommunen über 20.000 Einwohner zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg resultiert aus der Änderung des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW), ursprünglich §7c, aktuell §27. Zum aktuellen Stand befindet sich das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) auf Bundesebene im Gesetzgebungsverfahren. Das Gesetz soll zum 1. Januar 2024 in Kraft treten. Die Landesagentur KEA-BW geht davon aus, dass die bestehenden Wärmepläne in Baden-Württemberg, in Bearbeitung oder fertiggestellt, dem Bundesrecht nicht widersprechen werden. Eine Benachteiligung für Kommunen in Baden-Württemberg ist durch die Bundesgesetzgebung nicht zu erwarten. Von einer Verzögerung der Projektbeendigung oder den Maßnahmenbeschlüssen wird seitens KEA-BW abgeraten.

Der Wärmeplan wird voraussichtlich sowohl nach Landesgesetz (KlimaG BW), als auch nach Bundesgesetz (WPG) ein „informeller Plan“ ohne bindende Wirkungen sein. Verbindliche Festlegungen erfolgen erst durch eine zusätzliche und optionale Entscheidung der Kommune im Anschluss an den Beschluss eines Wärmeplans, z.B. für Wärmenetz- oder Wasserstoffausbaubereiche.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	2
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	6
1. EINLEITUNG	7
2. DATENERHEBUNG	9
2.1 Vorgehensweise und Datenschutz	9
2.2 Aufbereitung der Daten	10
2.3 Datenqualität	11
3. BESTANDSANALYSE	12
3.1 Gemeindestruktur	12
3.2 Gebäudestruktur	13
3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur	18
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2019	26
3.5 Wärmebedarf	29
3.6 Strombedarf	31
3.7 Fazit Bestandsanalyse	33
4. POTENZIALANALYSE	34
4.1 Energetische Sanierung	34
4.2 Wärmenetzzpotenziale	39
4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmeerzeugung	41
4.4 Fazit Potenzialanalyse	65
5. ZIELSZENARIO	67
5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs	67
5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040	69
5.3 Eignungsgebiete	70
5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040	73
5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario	89
5.6 Fazit Zielszenario	95
6. WÄRMEWENDESTRATEGIE	96
6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen	96
6.2 Begleitende Maßnahmen	110
6.3 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans	117
6.4 Fazit Wärmewendestrategie	119
7. AKTEURSBETEILIGUNG	120
8. SCHLUSSBETRACHTUNG	123
9. QUELLENVERZEICHNIS	126
ANHANG	128

Abkürzungsverzeichnis

AK KLIM	Arbeitskreis Klimaschutz
AKE	Arbeitskreis Klima und Energie Metzingen
ALKIS	Allgemeines Liegenschaftskataster
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CAD	computer aided design
CSV	comma-separated-values
DH_RH	Doppel-/Reihenhaus
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EFH	Einfamilienhaus
EL_NSP	Nachtspeicheröfen
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz
EWM	Eigenbetrieb Wohnungswirtschaft Metzingen
FM	Festmeter
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
H2_IND	Wasserstoff für industrielle Prozesse
HÖLZ	Holzbefeuerte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel)
HÖLZ_STH	Holzbefeuerte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel) mit Solarthermie
KEA BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KSG BW	Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg	LUBW
LWWP	Luft-Wasser-Wärmepumpen
LWWP_PV	Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Photovoltaik
m ²	Quadratmeter
MAX	Maximum, maximal
MFH	Mehrfamilienhaus
MIN	Minimum, minimal
OEL_ALT	Bestehende Ölheizungen
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PV	Photovoltaik
QR	Quick Response
SWWP	Sole-Wasser-Wärmepumpe
SWWP_PV	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik
WN	Wärmenetz
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze

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 2020 wurde daher die kommunalen Wärmeplanung (KWP) als Planungsinstrument auf kommunaler Ebene auf den Weg gebracht. Stadtkreise und Große Kreisstädte sind gem. § 27 KlimaG BW verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan aufzustellen und diesen spätestens alle 7 Jahre fortzuschreiben. Mit 23.482 Einwohnenden (Stand 31.03.2022) zählt Metzingen zu den verpflichteten Städten.

Der kommunale Wärmeplan hat dabei zum Ziel, eine flächendeckende Daten- und Informationsbasis für das gesamte Stadtgebiet zu schaffen, welche die Ausgangssituation der Wärmeversorgung im Basisjahr darstellt und den Transformationsprozess zu einer langfristig CO₂-neutralen Wärmeversorgung des Stadtgebiets bis zum Jahr 2040 beschreibt. Dabei geht es einerseits darum, den Wärmeenergiebedarf sukzessive zu reduzieren und andererseits die Wärmeerzeugung bzw. -bereitstellung auf erneuerbare Energien und Abwärme umzustellen. Für Metzingen wurde das Jahr 2019 als Basisjahr festgelegt.

Um die Kommunale Wärmeplanung auf möglichst verlässliche Zahlen aufzubauen, werden Gemeinden und Städte in Baden-Württemberg über den § 33 des KlimaG BW ermächtigt, bei der Verwaltung, Energieunternehmen, Gewerbe- und Industriebetrieben und Schornsteinfegern vorhandene Verbrauchsdaten einzuholen. Die Regelungen im § 33 des KlimaG BW schaffen dabei einerseits die nach allgemeinem Datenschutzrecht erforderliche Rechtsgrundlage für die Datenübermittlung und legen zudem fest, welche Daten zum Zweck der Wärmeplanung übermittelt werden dürfen und wie damit zu verfahren ist.

Um ein koordiniertes Vorgehen aller lokalen/regionalen Akteure zu forcieren, ist eine enge Verzahnung des kommunalen Wärmeplans mit anderen kommunalen Planungsinstrumenten (z.B. integrierte Stadtentwicklung, Bauleitplanung) erforderlich. In Metzingen wurde im Jahr 2016 ein integriertes Klimaschutzkonzept in Zusammenarbeit der Stadt, den Stadtwerken Metzingens und Instituten der Universität Stuttgart erarbeitet. Ausgewählte Maßnahmen dieses Konzeptes werden im Rahmen des Klimaschutzmanagements in Metzingen durch die Klimaschutzagentur Reutlingen initiiert, begleitet und umgesetzt. Der Arbeitskreis Klima und Energie Metzingen (AKE) besteht seit 1993 und setzt sich seither für eine zukunftsfähige, nachhaltige Energiepolitik in Metzingen ein. Der Arbeitskreis Klimaschutz (AK KLIM) bringt unter Moderation des Klimaschutzmanagers und der Stadtwerke Metzingen weitere städtische Akteure zusammen.

Für die fachliche Begleitung bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans haben die Stadtwerke Metzingen, als zuständige Stelle, die RBS wave GmbH beauftragt. In die Erstellung des kommunalen Wärmeplans waren neben der zuständigen Stelle auch die Klimaschutzagentur Reutlingen involviert. Im Rahmen einer Akteursbeteiligung wurden Unternehmen mit einer Unternehmensumfrage und weiterhin mit der Durchführung eines Workshops, mit Vertretern der Stadt, der Stadtwerke, des AKE und engagierten Bürgern, in Sachen Energie und Klimaschutz, am Kommunalen Wärmeplan in Metzingen beteiligt.

Im vorliegenden Erläuterungsbericht wird auf die vier Hauptbestandteile des kommunalen Wärmeplans gem. KlimaG BW, nämlich Bestandsanalyse (Kapitel 3), Potenzialanalyse (Kapitel 4), Zielszenario 2040 (Kapitel 5) und Wärmewendestrategie (Kapitel 6), näher eingegangen.

Für das methodische Vorgehen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurde der Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg in der Fassung vom Dezember 2021 genutzt [1]. Der Leitfaden enthält neben konkreten Hinweisen für die Erarbeitung auch detaillierte Informationen zu den Hintergründen und zur Einordnung der kommunalen Wärmeplanung.

2. Datenerhebung

Die Datenerhebung und -verarbeitung erfüllt stets alle Anforderungen des Datenschutzes. Der Umfang der Datenerhebung ist im §33 des KlimaG Baden-Württemberg geregelt.

Grundlage für eine praxisnahe und umsetzungsorientierte Kommunale Wärmeplanung ist eine solide und umfassende Datenlage. Dazu zählen nicht nur die derzeit benötigten Wärmemengen und Energieträger. Darüber hinaus ist ebenso wichtig zu wissen, wie heute die Wärme erzeugt wird und welche Voraussetzungen damit für eine zukünftige Wärmeversorgung einhergehen.

2.1 Vorgehensweise und Datenschutz

Zur Erhebung der Daten wurden vom Auftraggeber Netzbetreiber, Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger, Unternehmen und weitere relevante Akteure für die Kommunale Wärmeplanung kontaktiert. Die Datenanfrage sowie -übermittlung erfolgte stets über die Ansprechpersonen der Stadtwerke Metzingen, welcher die Informationen den Bearbeitenden über eine passwortgeschützte Cloud zur Verfügung stellte.

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“ [2] 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

Zur Datenabfrage bei den Energieversorgern und Verteilnetzbetreibern wurden jeweils tabellarische Vorlagen mit den benötigten Daten zur Verfügung gestellt. Auch hier erfolgte die Abfrage bei den Akteuren über die Ansprechpersonen der Stadtwerke Metzingen. Intern konnte so eine tabellarische Auflistung der adressscharfen Jahresverbräuche der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Strom für Wärmeanwendungen bereitgestellt werden. Weiterhin wurde eine Auflistung sämtlicher zentraler Wärmeerzeuger für die Bestandswärmenetze sowie die gebäudescharfen Mengen an abgenommener Wärme zur Verfügung gestellt. Für sämtliche Daten wurde das Basisjahr 2019 gewählt, da es das letzte Jahr vor Bearbeitungsbeginn der kommunalen Wärmeplanung war, in dem es keine pandemiebedingten Schließungen gab, die die Wärmeverbräuche in den Gebäuden beeinflussen konnten.

Schornsteinfeger

Das elektronische Kehrbuch der Bezirksschornsteinfeger wurde eigens für die Datenlieferung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit einer Schnittstelle zum Export von passwortgeschützten CSV-Dateien ausgestattet. Diese wurden über die Stadt Metzingen abgefragt und den Bearbeitenden weitergeleitet.

Der Umfang des Exports aus dem elektronischen Kehrbuch umfasst die adressscharfen Feuerstätten nach Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung, Baujahr sowie weiteren Informationen zu Brenn- bzw. Heizwert und Zentral- bzw. Einzelraumheizung.

2.2 Aufbereitung der Daten

Bei der Aufbereitung der gelieferten Energiedaten wurden folgende Schritte durchgeführt:

1. Vollständigkeitsprüfung:

Generell wird davon ausgegangen, dass die gelieferten Datensätze vollständig sind. Insofern bezieht sich die Vollständigkeitsprüfung auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Objekts. Fehlende Daten führen, 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 wird geprüft, ob Wertebereich und Verteilung der gegebenen Werte plausibel sind und ob Ausreißer vorliegen.

3. Fehleranalyse und Datenbereinigung:

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

4. Datentransformation und -anreicherung:

In diesem Schritt wird 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 werden die Datensätze um weitere sinnvolle Attribute für die nachfolgenden Analysen angereichert. Dies sind zum Beispiel gebäudetyp-spezifische Anteile an Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme oder flächenbezogene Energieverbräuche (siehe Anhang 2 und Anhang 3).

2.3 Datenqualität

Zur Weiterverarbeitung der Energiedaten im geographischen Informationssystem (GIS) wurden jeweils adressscharfe Informationen abgefragt. Diese Anforderung wurde bei sämtlichen Datensätzen erfüllt, wobei je nach Datenquelle verschiedenen Fehlerarten aufgetreten sind, z.B. Adressen ohne Hausnummer, Energieverbräuche ohne Straßenzuordnung, doppelte Hausnummern. Insgesamt bewegte sich die Quote dieser Fehler im geringen einstelligen Prozentbereich, sodass bei den vorliegenden Datensätzen eine sehr guten Datenqualität festgestellt werden konnte.

Die Leitungsdaten der Gas- und Wärmenetze wurden als CAD-Dateien übermittelt und konnten mit einem Konvertierungswerkzeug direkt ins GIS übertragen 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 Metzingen ist in Tabelle 1 im zahlenmäßigen Überblick und in Abbildung 1 räumlich aufgelöst dargestellt. Das Gemarkungsgebiet wird dabei überwiegend durch Waldflächen, Grün- bzw. Gartenland und Weinbau geprägt. Flächen mit Wohnnutzung machen 10 %, Industrie- und Gewerbeflächen 3 % des Gemarkungsgebiets aus.

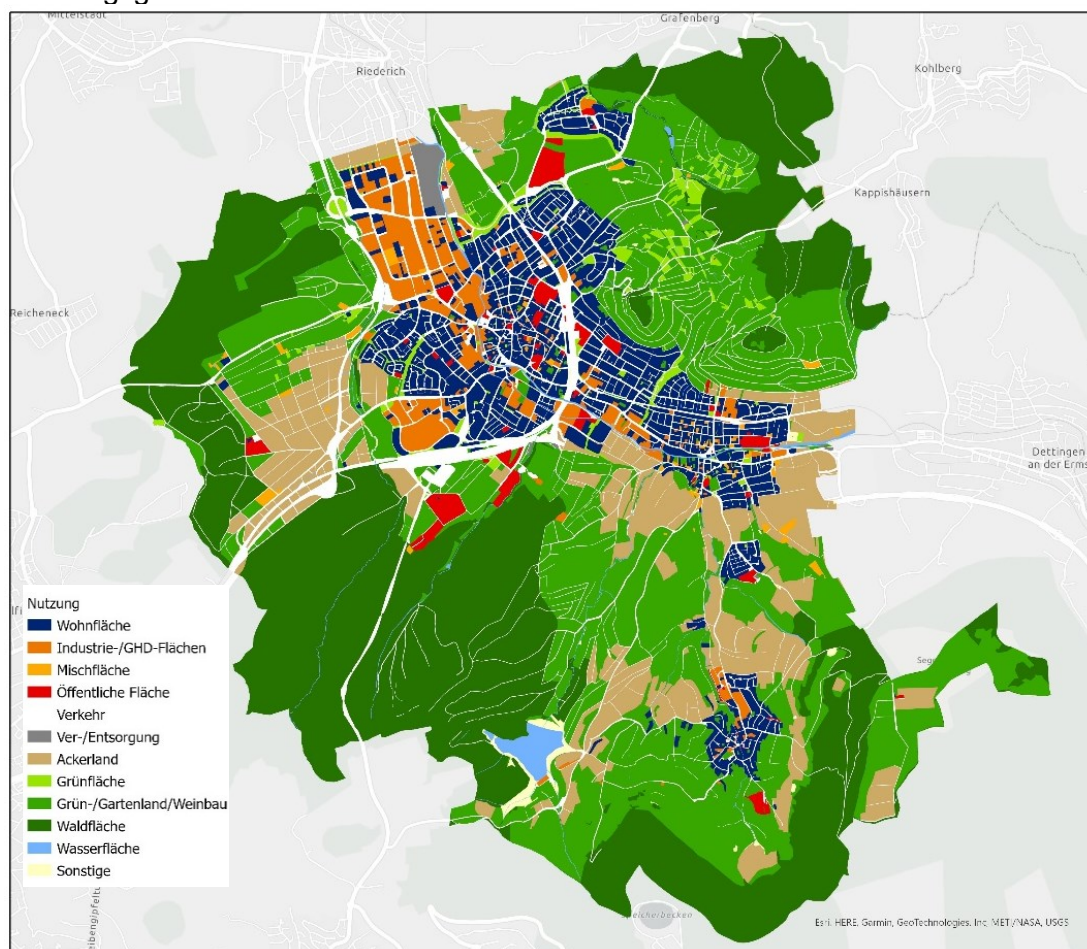


Abbildung 1: Flächennutzung Stadt Metzingen [3]

Tabelle 1: Relative Anteile der Flächennutzung in Metzingen [3]

Nutzung	Relativer Anteil	Nutzung	Relativer Anteil
Waldfläche	34 %	Grünfläche	1 %
Grün-/Garten- land/Weinbau	29 %	Öffentliche Fläche	1 %
Ackerland	11 %	Wasserfläche	1 %
Wohnfläche	10 %	Mischfläche	1 %
Verkehr	8 %	Sonstige	1 %
Industrie- & GHD- Flächen	3 %		

3.2 Gebäudestruktur

In der Stadt Metzingen wurden 5.678 beheizte Gebäude identifiziert, welche zu 86 % dem Sektor Wohnen und zu 13 % dem Sektor Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (GHD) & Sonstiges zugewiesen werden können (siehe Tabelle 2). Im Gemarkungsgebiet liegen insgesamt 60 kommunale Gebäude, was einem Anteil von 1 % an den beheizten Gebäuden entspricht.

Tabelle 2: Aufteilung der Gebäudenutzung Stadt Metzingen [3], [4]

Gebäudenutzung	Gebäude- anzahl	Relativer Anteil der beheizten Gebäude an der Gesamtzahl
Wohnen	4.868	86 %
GHD, Sonstige	724	13 %
Kommunale Gebäude	60	1 %
Verarbeitendes Gewerbe	26	0,5 %
Beheizte Gebäude gesamt	5.678	100 %
Nicht klassifizierte Gebäude *	7.242	
* Gebäude i.d.R. ohne Wärmebedarf, z.B. Garage, Scheune, Stall etc.		

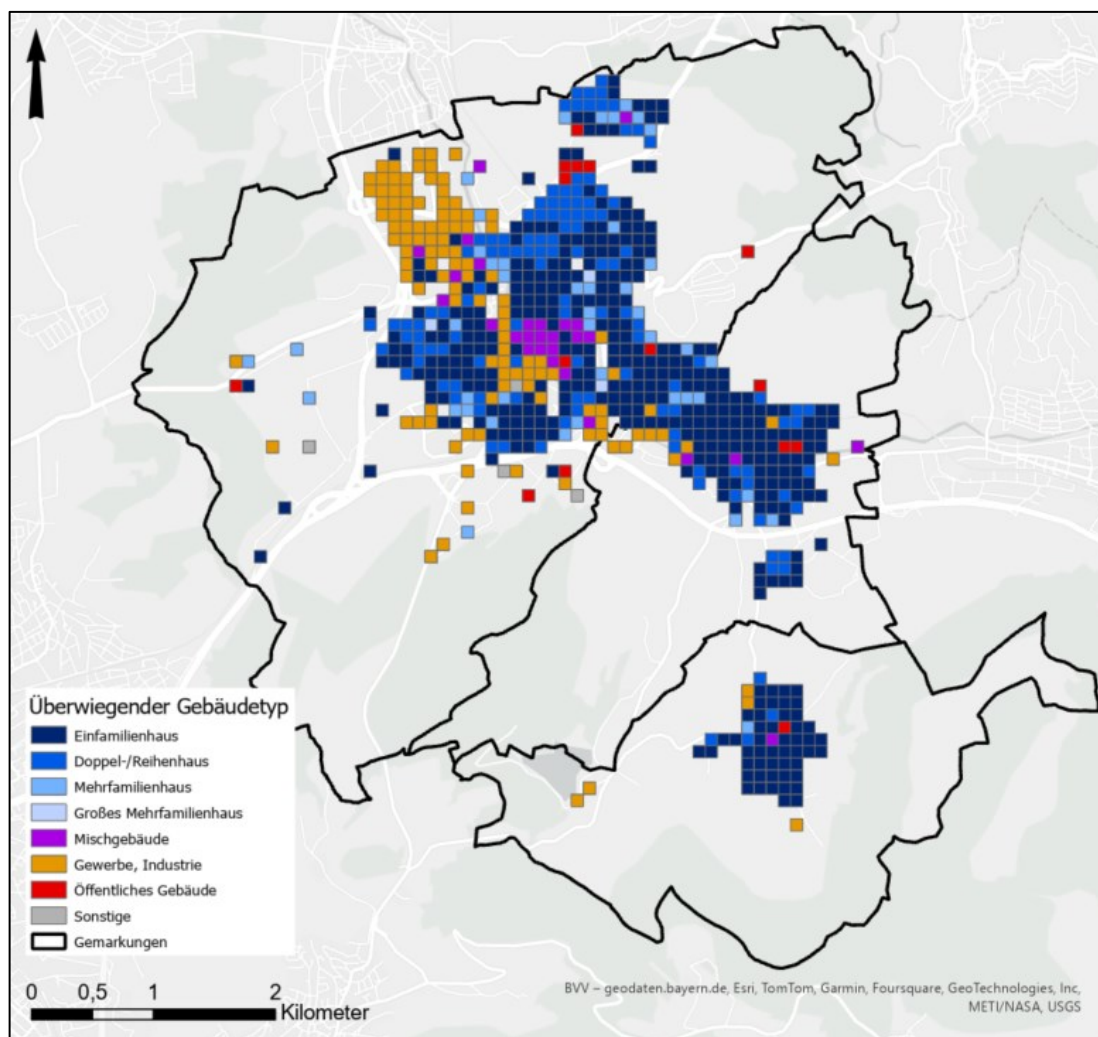


Abbildung 2: Kartografische Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps

In Metzingen sind Einfamilienhäuser und Doppel-/Reihenhäuser in weiten Bereichen dominierend. Aus Abbildung 2 sind außerdem gut zu erkennen das Gewerbegebiet Längenfeld im Nordwesten und die Misch- und Gewerbebebauung im Innenstadtbereich.

Abbildung 3 zeigt die räumliche Verteilung der überwiegenden Gebäudealtersklassen auf Baublockebene. Ersichtlich ist hierbei der alte Gebäudebestand in der Stadtmitte sowie die Entwicklung der verschiedenen Baugebiete im Laufe des letzten Jahrhunderts bis hin zu den ab 2000 besiedelten Gebieten an den Stadträndern.

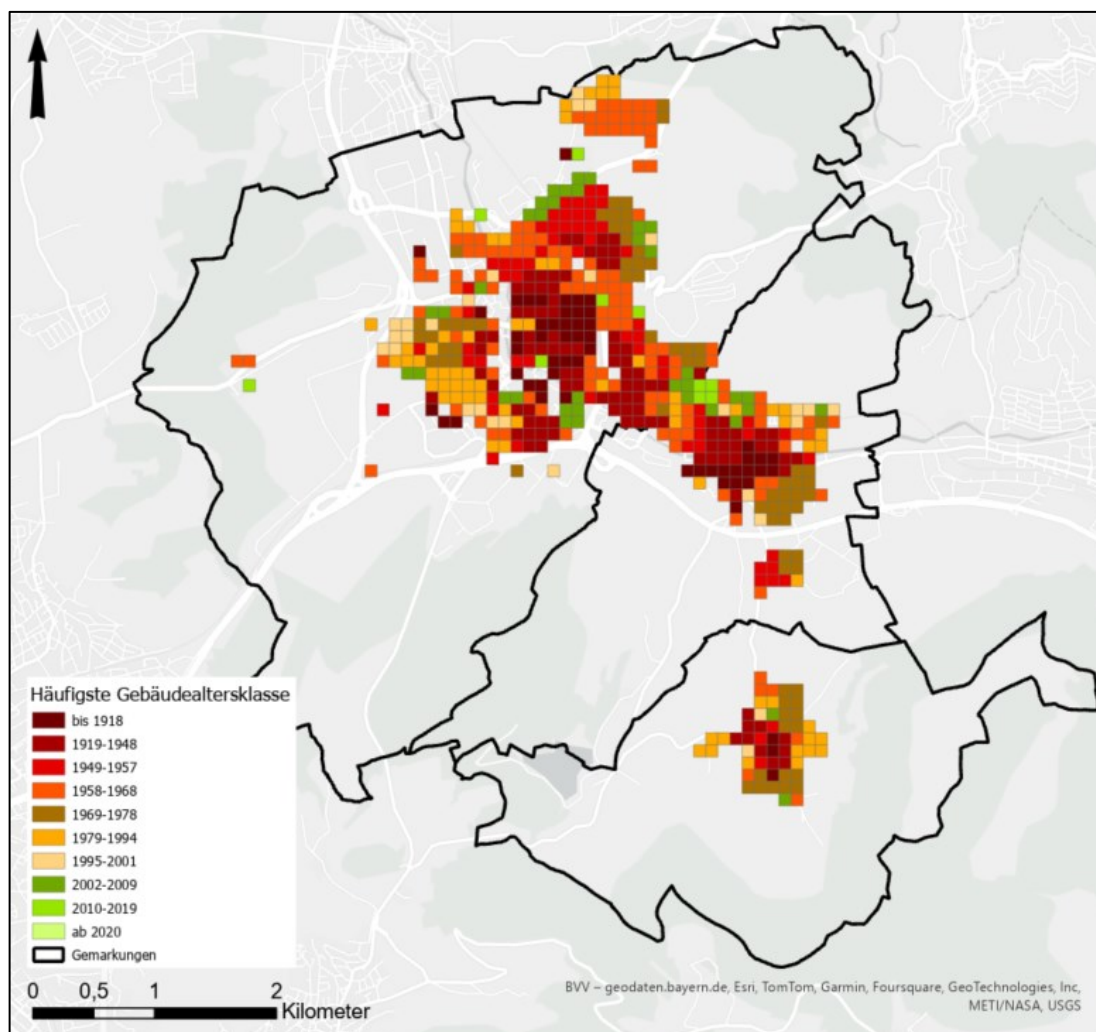


Abbildung 3: Kartografische Darstellung der überwiegenden Gebäudealtersklassen

Die Struktur der Wohnbebauung in Metzingen wird aus Abbildung 4 ersichtlich, welche zu großen Teilen durch Einfamilienhäuser (EFH) und Doppel- bzw. Reihenhäuser (DH_RH) geprägt ist. Bei 12 % der Wohngebäude handelt es sich um (große) Mehrfamilienhäuser (MFH bzw. GMFH). Mit Blick auf die Verteilung der Baualtersklassen lässt sich erkennen, dass die Wohngebäude in Metzingen vorwiegend im letzten Jahrhundert entstanden sind. 65 % wurden zwischen 1919 und 1978 erbaut.

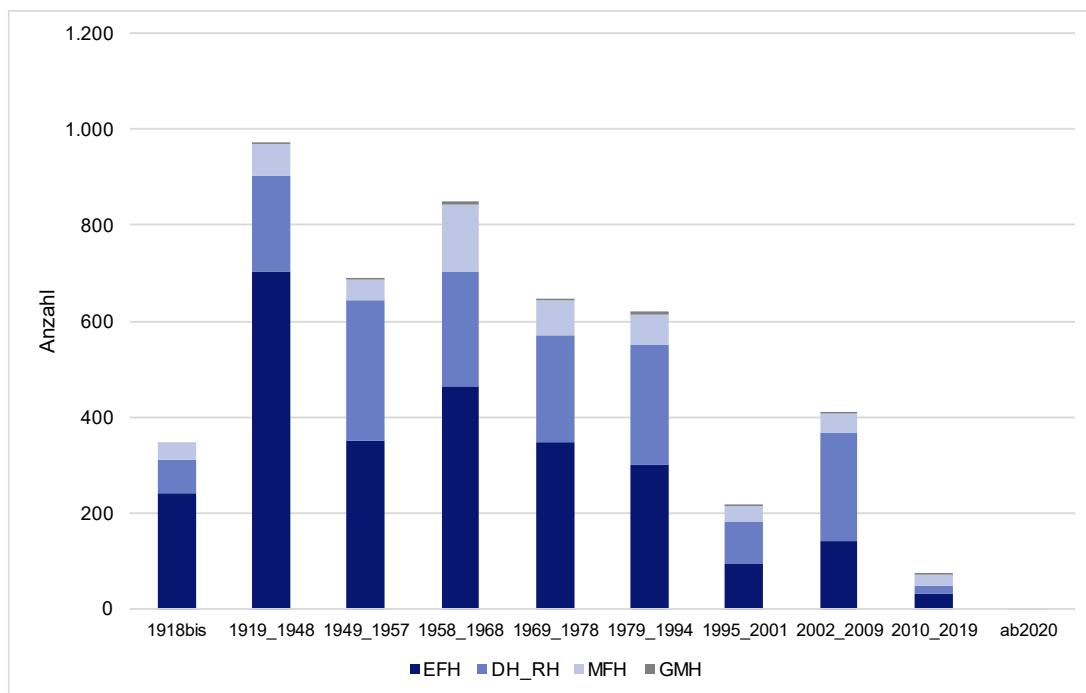


Abbildung 4: Wohngebäude in Metzingen nach Gebäudetyp und Altersklasse [5]

Kommunale Gebäude spielen in der lokalen Wärmewende eine wichtige Rolle, da ihnen einerseits eine Vorreiterrolle zukommt und diese andererseits als Keimzelle für Wärmenetze fungieren können. Kommunale Gebäude werden im Wärmeplan daher gesondert ausgewiesen, wie Abbildung 5 beispielhaft zeigt. Bei den kommunalen Gebäuden handelt es sich nicht zwangsläufig um öffentlich zugängliche Gebäude – auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.

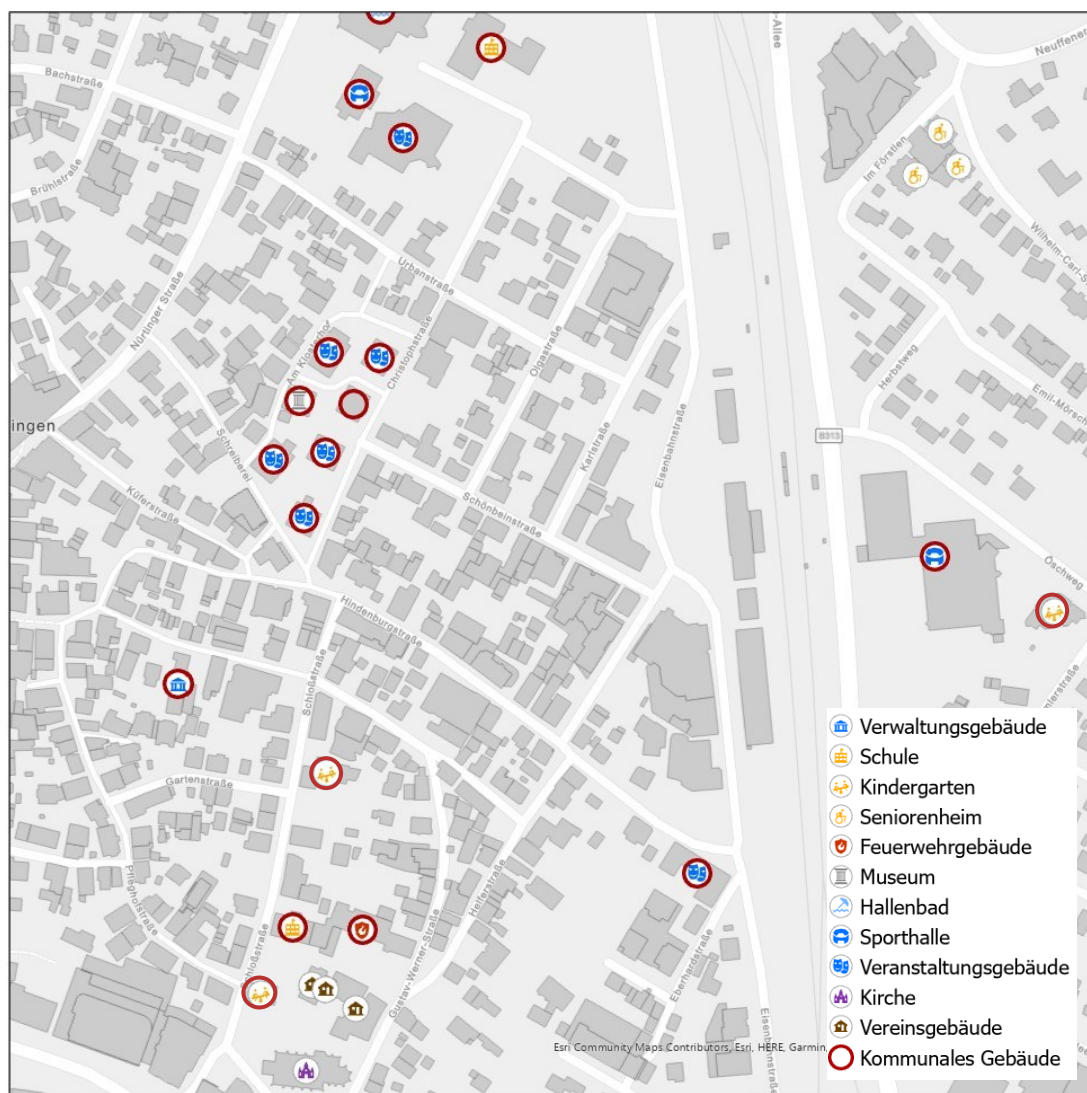


Abbildung 5: Ausschnitt öffentlicher Gebäude in Metzingen mit Kennzeichnung der kommunalen Gebäude [4]

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 Baualtersklasse und Gebäudetyp unterschiedliche flächenspezifische Bedarfswerte verwendet und mit der beheizten Fläche multipliziert. Aus Tabelle 3 ist abzulesen, dass die Wärmeversorgung in Metzingen im Basisjahr 2019 noch sehr stark fossil geprägt war und ca. 85 % der Heizungen mit Erdgas oder Heizöl betrieben wurden. Zu den fossil beheizten Gebäuden lassen sich darüber hinaus noch jene zählen, die an eines der Metzinger Wärmenetze angeschlossen sind, da diese im Basisjahr 2019 zumindest anteilig mit Erdgas befeuert wurden. 8 % der Heizungen in Metzingen wurden elektrisch betrieben – hierbei waren Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen etwa gleich häufig vertreten.

Tabelle 3: Eingesetzte Heizungen unterteilt nach Primärbrennstoffen [6], [7], [8], [9]

Heizungen nach Primärbrennstoff	Anzahl Heizungen	Relativer Anteil
Erdgas	3.140	55 %
Heizöl	1.658	29 %
Nachtspeicher	236	4 %
Wärmepumpe	218	4 %
Wärmenetze	199	4 %
Scheitholz	160	3 %
Pellets	66	1 %
Klärgas	1	0 %
Gesamt	5.678	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 6 und Abbildung 7 zeigen die Altersstrukturen der fossilen Heizungen in Metzingen im Vergleich zu Deutschland – hierfür wurden sämtliche verfügbaren Datensätze der Bezirksschornsteinfeger ausgewertet [9].

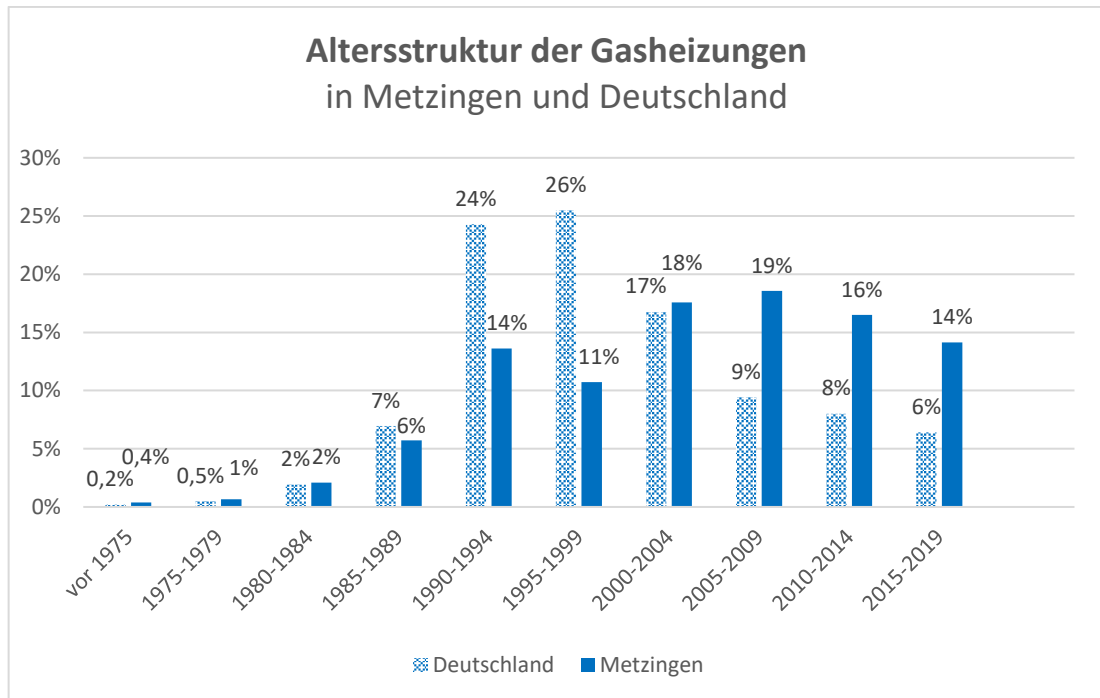


Abbildung 6: Altersstruktur der Gasheizungen in Metzingen und Deutschland

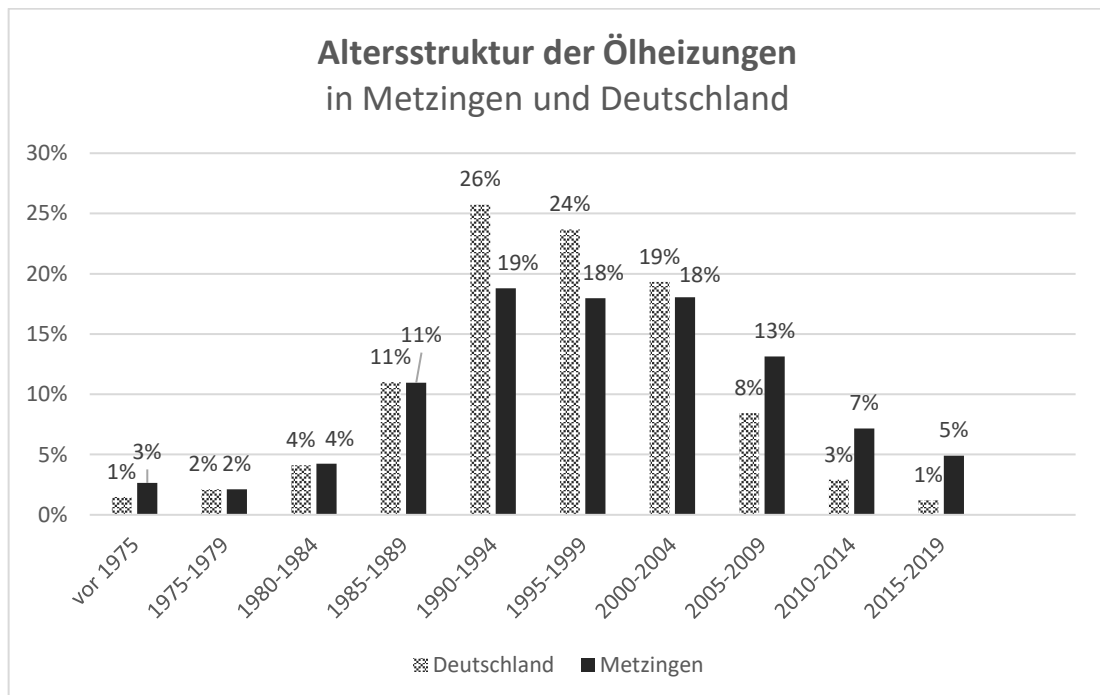


Abbildung 7: Altersstruktur der Ölheizungen in Metzingen und Deutschland

Es lässt sich ablesen, dass die Ölheizungen tendenziell älter sind als die Gasheizungen. Im Basisjahr 2019 waren insgesamt knapp 40 % der Ölheizungen in Metzingen vor 1995 eingebaut worden und waren damit älter als 25 Jahre (Abbildung 7).

Aus Abbildung 6 ist ersichtlich, dass ca. 34 % der Gasheizungen in Metzingen vor der Jahrtausendwende eingebaut worden.

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.

3.3.2 Gasversorgung

Im Stadtgebiet existiert, mit Ausnahme des Teilortes Glems, eine flächendeckende Erdgasversorgung, welche in Abbildung 8, aus Gründen des Datenschutzes in einer Aggregation von 100 x 100 Metern mit mindestens fünf Gebäuden, zu sehen ist. Im Jahr 2019 wurden rund 3.150 Gebäude in Metzingen mit 147 GWh Gas versorgt. Tabelle 4 schlüsselt die Gasabnahme nach Sektoren auf. Im Jahr 1961 wurde die Gasversorgung Süddeutschland (GVS) gegründet, die Nachbargemeinde Reutlingen ist eines der Gründungsmitglieder. Ziel der GVS war es eine flächendeckende Erdgasversorgung in Baden-Württemberg in einem Verbundsystem einzuführen und beständig weitere Kommunen, wie auch Metzingen, zu integrieren. [10]

Tabelle 4: Erdgasverbrauch nach Sektoren [7]

Sektor	Erdgasverbrauch 2019 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	71.000	48 %
Kommunale Gebäude	6.000	4 %
GHD & Sonstiges	53.200	36 %
Verarbeitendes Gewerbe	17.100	12 %
Gesamt	147.300	100 %

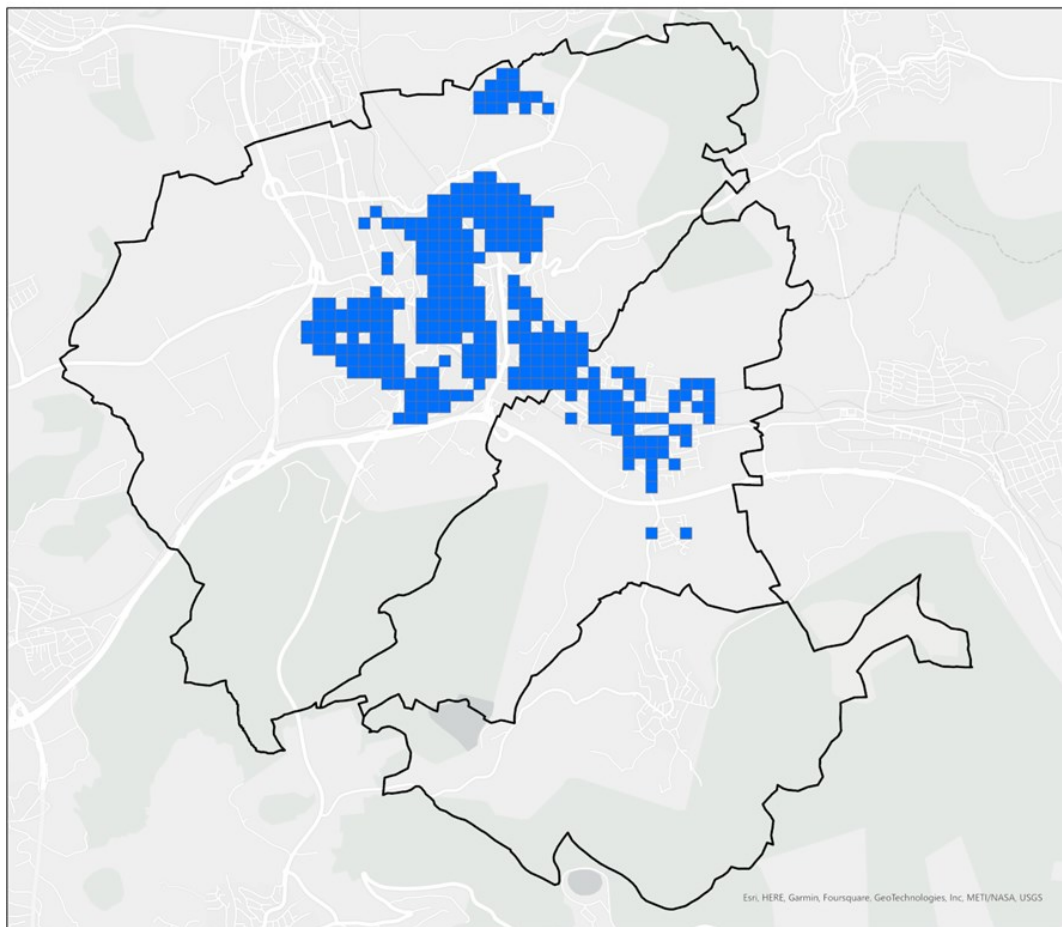


Abbildung 8: Darstellung der mit Gas versorgten Schwerpunktgebiete in Metzingen

3.3.3 Wärmenetze

In Metzingen gibt es mehrere Wärmenetze, an welche insgesamt 182 Gebäude angeschlossen sind. Im Basisjahr 2019 wurden insgesamt 15 GWh Wärme über diese Netze verteilt. Abbildung 9 zeigt die Lage der Heizzentralen, in welchen die Wärme für die Netze erzeugt wird.

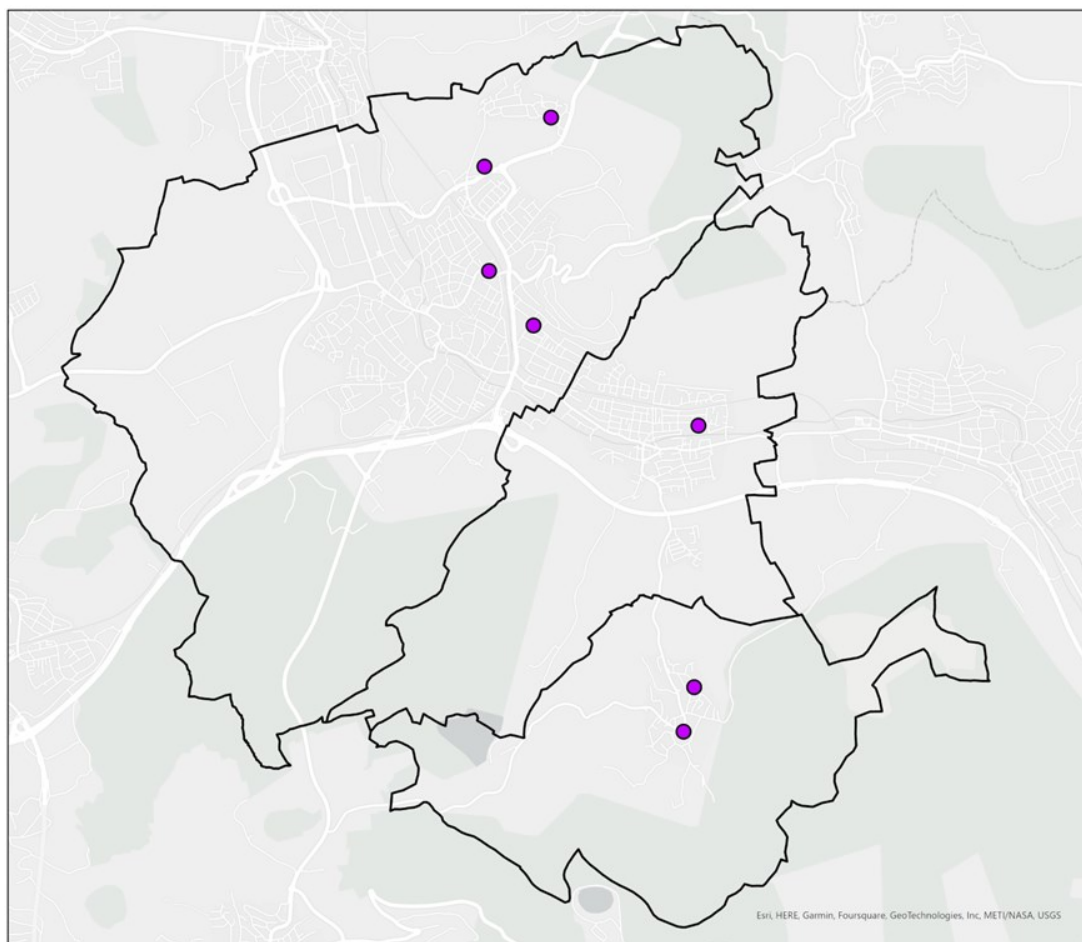


Abbildung 9: Heizzentralen in Metzingen

Bei den eingesetzten Erzeugern handelt es sich in allen Netzen um gasbefeuerte Kessel zur Deckung der Spitzenlast, welche entweder mit gasbefeierten Blockheizkraftwerken (BHKW), Hackschnitzelkessel oder Pelletkessel kombiniert werden. In Tabelle 5 sind die Wärmerzeuger mit installierter Leistung und Jahr der Inbetriebnahme zusammengefasst. In der Tabelle 6 wird die Wärmeabnahme nach Sektoren aufgeschlüsselt. Das Alter der Wärmenetze in Metzingen hat eine hohe Spannweite. Einige Wärmenetze, wie z.B. die Wärmenetze in Glems, wurden erst in den letzten Jahren errichtet. Andere Wärmenetze, wie beispielsweise das Wärmenetz im Neugreuth, sind schon seit Jahrzehnten in Betrieb. Das Alter der Wärmenetze liegt zwischen ca. 50 und 5 Jahren. In der Regel beträgt die Nutzungsdauer eines Wärmenetzes 50 Jahre.

Tabelle 5: Leistung, Brennstoff und Inbetriebnahme der Wärmeerzeuger in den Heizzentralen

Standort	Brennstoff	Technologie	Jahr der Inbetriebnahme	Leistung thermisch in kW	Leistung elektrisch in kW
Neugreuth	HHS	HHS-Kessel	2008	500	-
	Erdgas	Gas-Kessel	2018	1.150	-
Öschweg	HHS	HHS-Kessel	2004	300	-
	Erdgas	Gas-Kessel	2004	500	-
Florianstraße	Erdgas	BHKW	2011	210	136
	Erdgas	Gas-Kessel	2011	1.440	-
Hofbühlhalle	Pellet	Pellet-Kessel	2006	150	-
	Erdgas	Gas-Kessel	2006	420	-
Hallenbad	Erdgas	BHKW	1994	100	50
	Erdgas	BHKW	1994	100	50
	Erdgas	Gas-Kessel	2018	900	-
Rathaus Glems	Erdgas	BHKW	2014	20	11
	Erdgas	Gas-Kessel	2014	210	-
Otto-Single-Halle	Erdgas	BHKW	2019	90	50
	Erdgas	Gas-Kessel	2019	500	-

Tabelle 6: Wärmeverbrauch Wärmenetze nach Sektoren [8]

Sektor	Wärmeverbrauch 2019 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	7.600	50 %
Kommunale Gebäude	6.100	40 %
GHD & Sonstiges	1.300	9 %
Verarbeitendes Gewerbe	100	1 %
Gesamt	15.100	100 %

3.3.4 Schwerpunktgebiete Heizungen

Auf Basis der vorliegenden Schornsteinfegerdaten und der Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger lässt sich eine Gesamtschau der Heizungssysteme in Metzingen erstellen (vgl. Abbildung 10). Es wird jeweils der am häufigsten verwendete Energieträger im 100 x 100 m-Raster ausgewiesen.

Wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, liegt der Heizungsschwerpunkt in Metzingen insgesamt bei Erdgaskesseln, in Glems dominieren Heizölkessel. Deutlich zu erkennen sind auch die Wärmenetzgebiete sowie Schwerpunktgebiete von Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen.

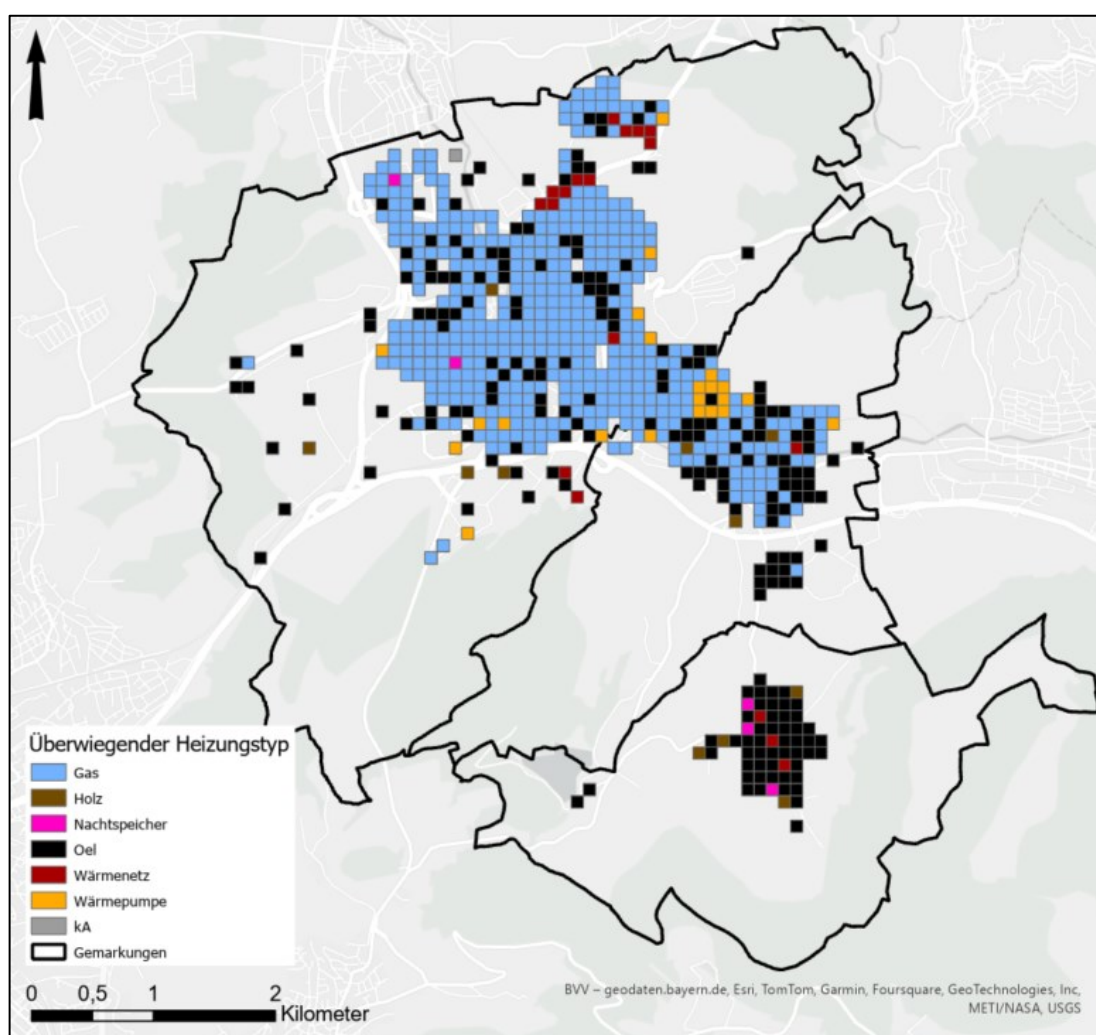


Abbildung 10: Kartografische Darstellung der überwiegenden Heizungstypen

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 Metzinger Wärmeversorgung 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 Endenergiebedarf nach Energieträger und THG-Bilanz

Abbildung 11 zeigt den Endenergiebedarf im Basisjahr und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Metzingen, aufgeteilt nach eingesetzten Brennstoffen. Es konnte ein Gesamtendenergiebedarf von 255 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 – 6 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf die Beheizung dieser Gebäude zurückführen. 2 % des Endenergiebedarfs können den strombetriebenen Heizungen, also Nachtspeicheröfen und Wärmepumpen, zugeordnet werden. Holzbefeuerte Heizungen, also Scheitholz-, Hackschnitzel oder Pellettheizungen, haben mit 2 % einen ähnlich hohen Anteil am Endenergiebedarf.

Die fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl verursachen mit 92 % den Großteil der 63.000 Tonnen an CO₂, die im Wärmesektor in Metzingen anfallen. 34 % der Emissionen werden durch Heizöl, 58 % 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 einem sehr kleinen Teil der gesamten Emissionen bei und ist in Abbildung 11 nicht sichtbar. 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 Strom basierende Wärmeversorgung verursacht knapp 5 % der CO₂-Emissionen, obwohl nur 2 % des Endenergiebedarfes durch sie bereitgestellt werden. 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].

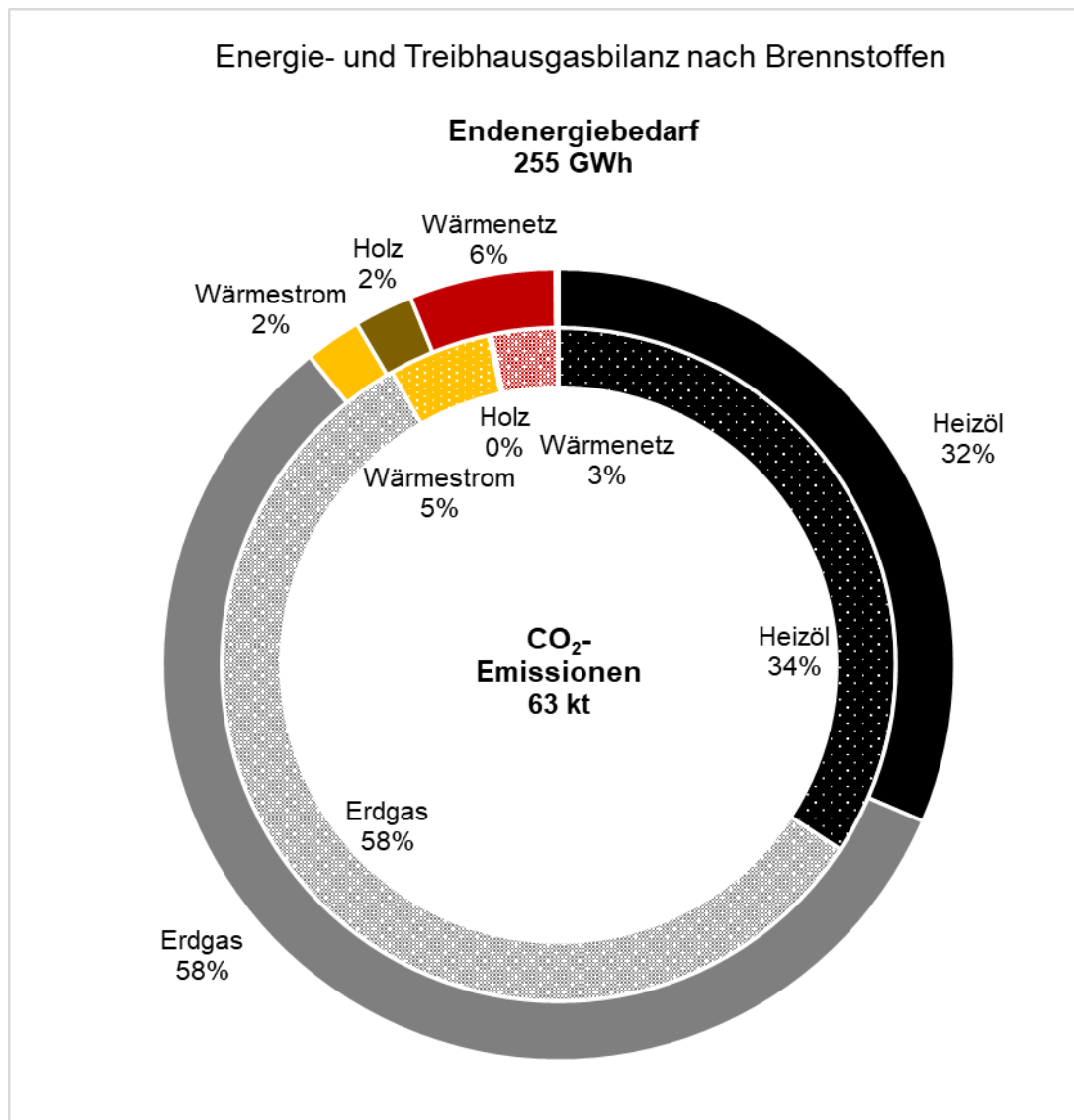


Abbildung 11: Energie- & Treibhausgasbilanz nach eingesetzten Brennstoffen

3.4.2 Endenergiebedarf nach Sektoren und THG-Bilanz

Abbildung 12 zeigt die nach Sektoren aufgeteilten Endenergiebedarfe und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Metzingen. Mit 55 % fällt über die Hälfte des Endenergiebedarfs im Sektor Wohnen an. Rund 30 % lassen sich dem Sektor GHD & Sonstiges und 9 % dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes zuordnen. Auf die kommunalen Liegenschaften lassen sich 6 % des gesamten Endenergiebedarfes in Metzingen zurückführen – hier wird deutlich, weshalb diese in der kommunalen Wärmeplanung eine Sonderstellung erhalten. 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 12 werden die 63.000 Tonnen CO₂, welche durch die Wärmeversorgung in Metzingen verursacht werden, auf die einzelnen Gebäudesektoren verteilt. Mit 59 % wird über die Hälfte der Emissionen dem Sektor „Wohnen“ zugeordnet. Die

Sektoren „GHD & Sonstiges“ und „Verarbeitendes Gewerbe“ emittieren 29 % bzw. 7 %. Die kommunalen Liegenschaften verursachen im Basisjahr ca. 5 % der CO₂-Emissionen.

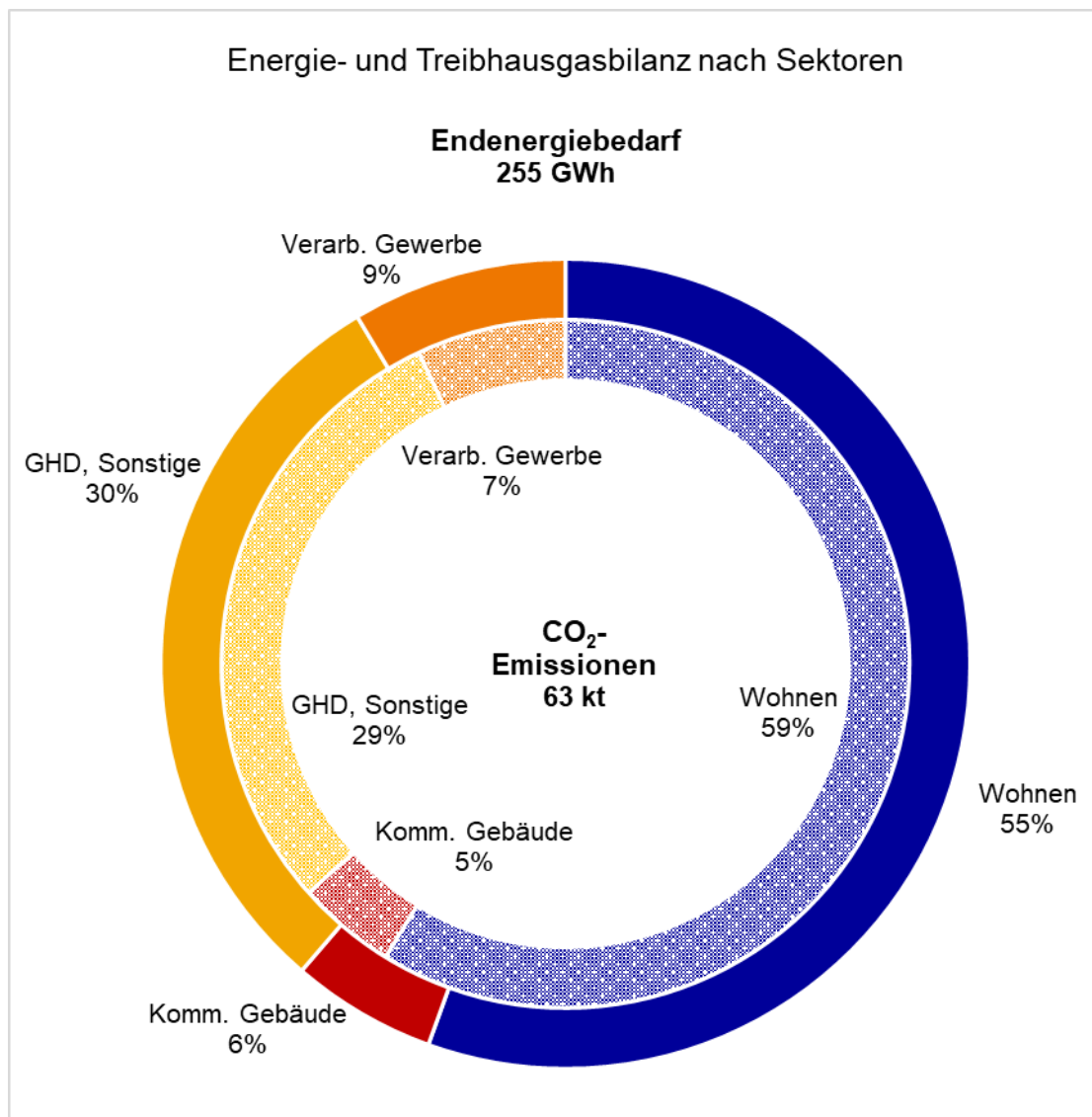


Abbildung 12: Energie- & Treibhausgasbilanz nach Sektoren

3.5 Wärmebedarf

Auf Basis der in Kapitel 3.4 ermittelten Endenergieverbräuche haben sich die gebäudescharfen Wärmebedarfe (WB) gemäß Formel (1) ermitteln lassen. Um die Effizienz der unterschiedlichen Heizungstechnologien abzubilden, wurden für die jeweiligen Bestandsheizungen entsprechende Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen ($\eta_{Heizung}$) angenommen (siehe Tabelle 7) und mit den Endenergieverbräuchen (EEV_{2019}) multipliziert. Insgesamt lässt sich somit für das Basisjahr 2019 ein gesamter Wärmebedarf von knapp 223 GWh in Metzingen feststellen.

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

Tabelle 7: Angenommene Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen für Bestandsheizungen

Bestandsheizungen	Jahresnutzungsgrad / -arbeitszahl
Erdgas	0,90
Heizöl	0,80
Fernwärme	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 Metzingen 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 Metzingen beträgt 1,09, 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 Metzingen 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 Metzingen 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:

$$WB_{kb} = WB_{2019} \times (RW \times \frac{KF_{2019}}{\overline{KF}_{2009-2018}} + WW + PW) \quad (2)$$

Nach Witterungsbereinigung des Raumwärmebedarfs lässt sich somit ein Gesamtwärmebedarf von 239 GWh pro Jahr in Metzingen ermitteln.

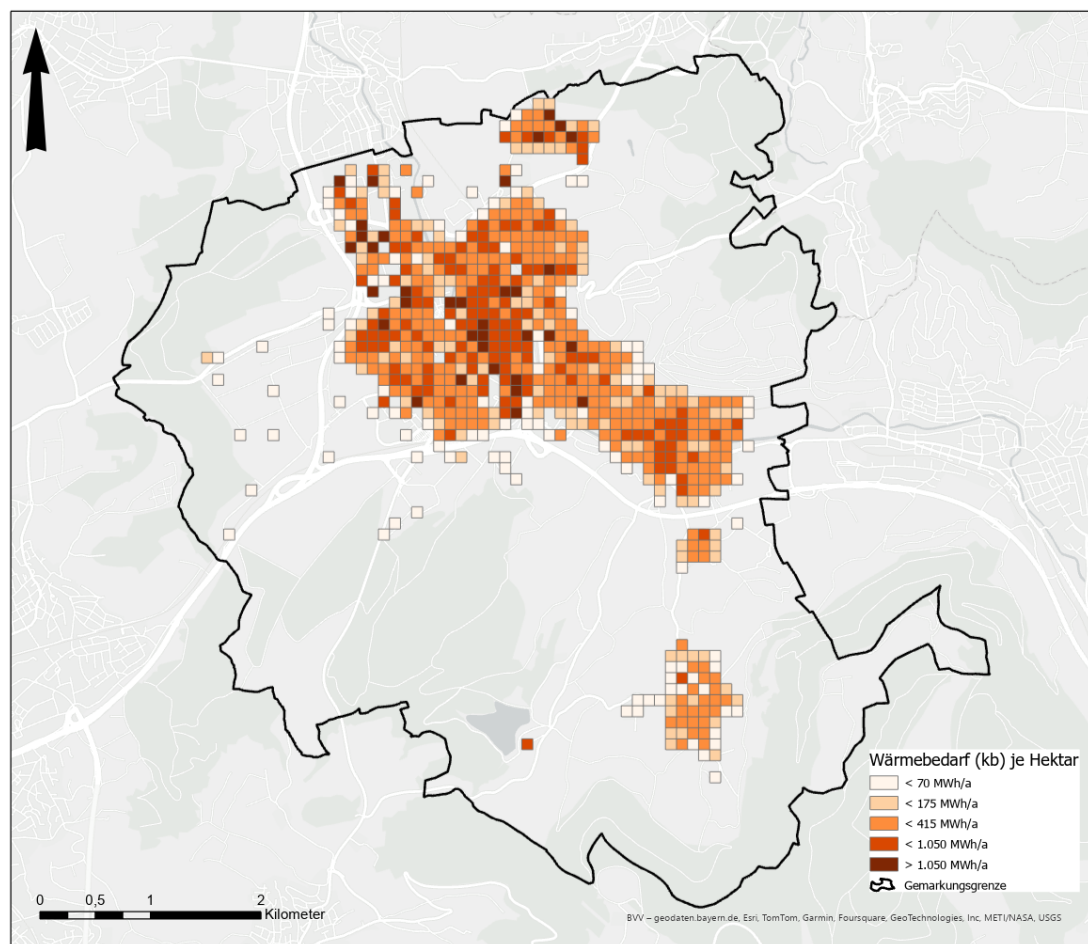


Abbildung 13: Kartografische Darstellung des klimabereinigten Wärmebedarfes

3.6 Strombedarf

In den vorangegangenen Kapiteln standen Wärmebedarf und -erzeugung in Metzingen im Vordergrund. Da in den kommenden Jahren aber von einer zunehmenden Elektrifizierung der Wärmeerzeugung (z.B. durch Wärmepumpen) auszugehen ist, ist eine Betrachtung des Strom- und Wärmesektor als zusammenhängendes System sinnvoll.

Im Zuge der Kommunalen Wärmeplanung wurde deshalb eine Strombedarfsanalyse durchgeführt. Diese basiert auf den bereitgestellten Stromverbrauchsdaten der Stadtwerke Metzingen aus dem Basisjahr 2019 [13]. Auf Basis der Verbrauchsdaten konnte im Jahr 2019 ein Stromverbrauch von rund 107 GWh in Metzingen bilanziert werden. Hiervon wurden 6 % für den Betrieb von Wärmeanwendungen, also Nachtspeicherheizungen oder Wärmepumpen, verwendet. Der Wärmestrom lässt sich auch in der Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors wiederfinden (siehe Abbildung 11). Dort werden 2 % des gesamten Endenergiebedarfs durch Wärmestrom gedeckt.

Abbildung 14 stellt den Strombedarf in Metzingen in räumlich aufgelöster Form dar. Die größte Strombedarfsdichten mit jährlich mehr als 100 MWh/ha werden durch gelbe Rasterzellen gekennzeichnet. Diese lassen sich typischerweise im Stadtzentrum oder in Gewerbegebieten wiederfinden. Im Bereich der Outlet City ließen sich keine Stromverbräuche abbilden – an diesen Stellen sind die Rasterzellen leer. Die Ursache hierfür ist, dass die Verbrauchsdaten der Outlet City mit ihrem eigenen Netz, nicht in räumlich aufgelöster Form vorlagen.

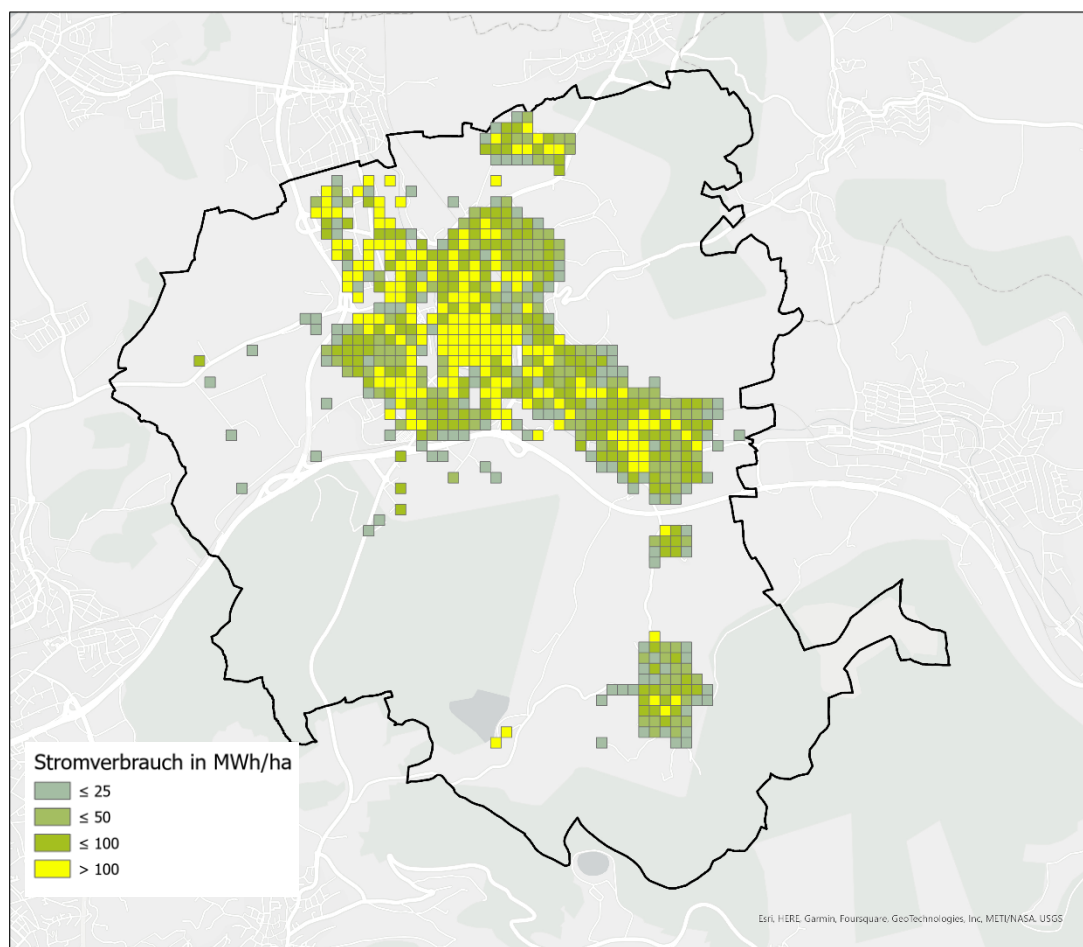


Abbildung 14: Darstellung der jährlichen Strombedarfe in Metzingen in MWh pro Hektar [13]

3.7 Fazit Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurde sowohl die Gemeinde- als auch die Gebäudestruktur in Metzingen 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 10 % der Gesamtfläche aus und befinden sich vor allem im Stadtkern. Die Wohnbebauung wird durch Einfamilien- und Doppel- bzw. Reihenhäuser dominiert, wovon der Großteil im letzten Jahrhundert erbaut worden ist.

Mit Blick auf die Beheizungsstruktur, lässt sich zusammenfassen, dass im Basisjahr 2019 der Anteil der fossilen Einzelheizungen bei knapp 85 % lag. Mit Erdgas befeuerte Kessel stellten dabei die dominierende Technologie dar.

Zusammenfassend lassen sich 92 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden können, auf fossile Einzelheizungen zurückführen. Mit Blick auf die Sektoren, entfällt mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor – ihm lassen sich auch rund 86 % der Gebäude zuordnen. Der Sektor des verarbeitenden Gewerbes macht ca. 9 % des Endenergiebedarfs und 7 % der wärmebedingten Emissionen aus.

Grundsätzlich hat die Stadt Metzingen eine Vorbildfunktion und kann als Eigentümerin zahlreicher Gebäude ca. 6 % 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 Metzingens 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 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). In diesen können neben Erdgas auch regenerative Brennstoffe, wie z.B. Biomethan oder Wasserstoff zum Einsatz kommen. 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 Sanierungspotenzial Wohngebäude erläutert. Zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden wird über einen pauschalen Minde-rungsfaktor 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 verarbeitenden Gewerbe und 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 2020, wird kein Einsparpotenzial durch Sanierung angenommen, da diese den neusten energetischen Sanierungsstandards entsprechen. Die Neuansiedelung und der Abriss von Wohngebäuden werden im Zielszenario unter Kapitel 5.5.2 Entwicklung der Gasversorgung 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 [14].

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 Metzinger 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 und dem je Gebäudealtersklasse zu Grunde gelegten minimalen Verbrauchswert (in der Abbildung 15 durch den grauen Balken symbolisiert) gebildet wird.

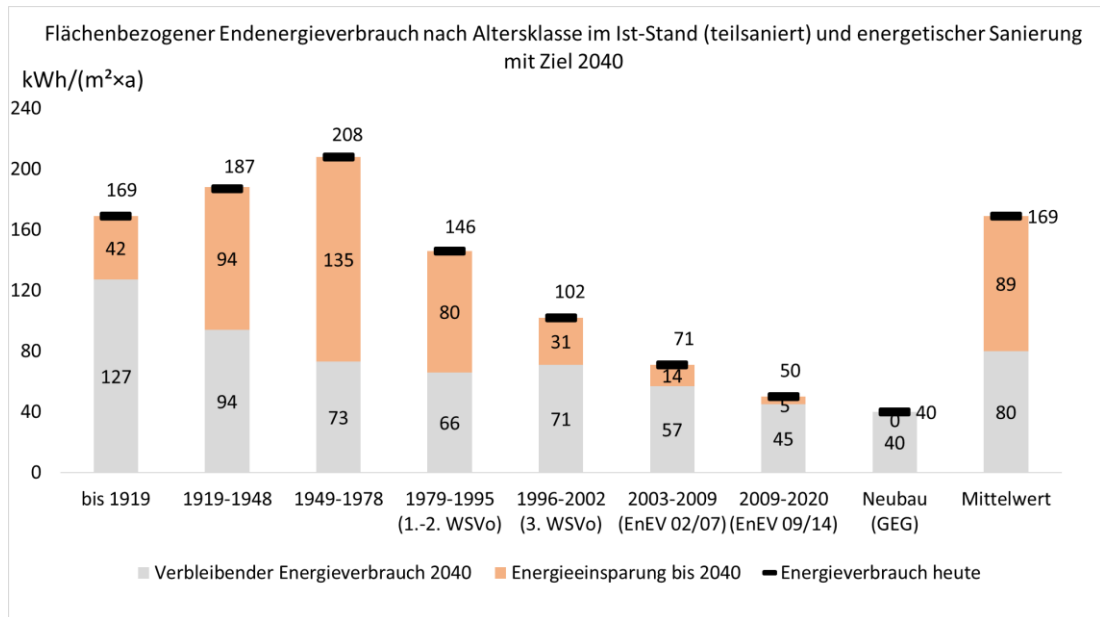


Abbildung 15: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040 [1]

Das maximale Sanierungspotenzial für Wohngebäude im Stadtgebiet Metzingens ist in der folgenden Abbildung 16 dargestellt. Es können nun Stadtgebiete identifiziert werden, in denen ein hohes Sanierungspotenzial vorliegt. Im Westen des Stadtgebietes Metzingens entlang der Einsteinstraße befindet sich ein zusammenhängendes Gebiet mit hohem Sanierungspotenzial. Weiterhin sind im nördlichen Stadtgebiet sowie im Teilort Neugreuth Sanierungspotenziale vorhanden. Im Ortskern Neuhausen besteht ebenfalls ein hohes Sanierungspotenzial. Ein städtebauliches Sanierungsgebiet ist bereits um den Ortskern Neuhausens, mit dem Namen Neuhausen III, ausgewiesen.

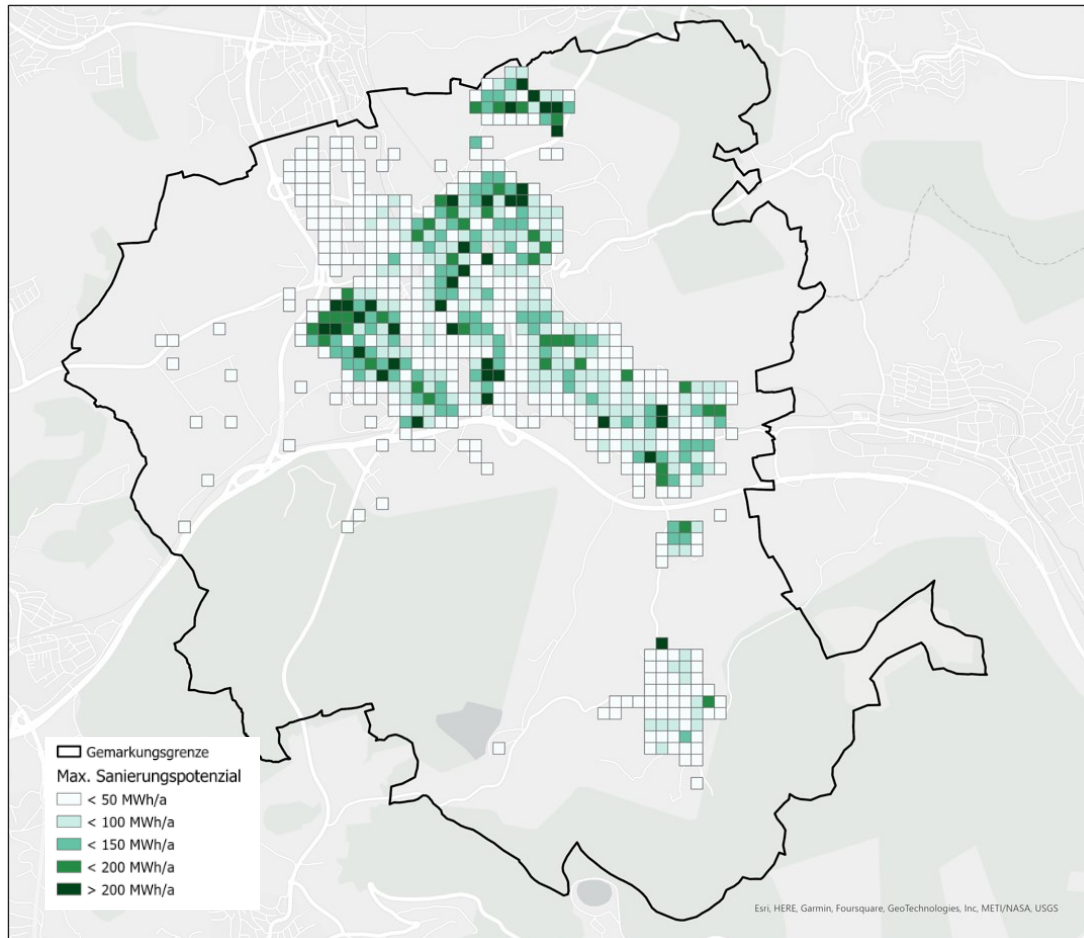


Abbildung 16: Darstellung des maximalen Sanierungspotenzials für Wohngebäude

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das maximale Sanierungspotenzial bis zum Jahr 2040 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 17 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, siehe Abbildung 15, überführt wird. Dieser Ansatz impliziert bei der Betrachtung von Einzelgebäuden einen gleitenden Verlauf des Sanierungsprozesses, der in der Realität stufenweise durch Einzelmaßnahmen verlaufen würde.

Eine gleichmäßige Reduktion des Wärmebedarfes für die Sanierungsquoten von 1 – 3 % ist in Abbildung 17 zu erkennen, maximal kann der Wärmebedarf um 20 % reduziert werden.

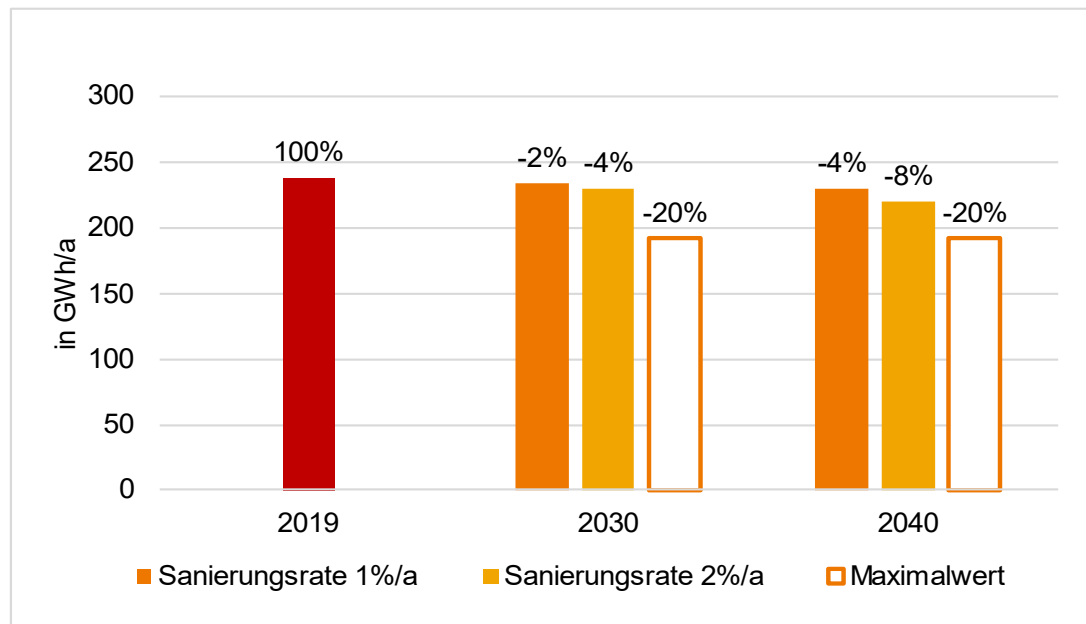


Abbildung 17: Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung Wohnen

Unterstellt man weiterhin, dass die im Basisjahr installierten Heizungssysteme bis 2040 gleichbleiben, so ergeben sich daraus bei 1 % (2 %) Sanierungsrate CO₂-Emissionsreduktionen von 6 % (9 %) im Jahr 2030 und 9 % (13 %) im Jahr 2040 (siehe Abbildung 17). Die maximal mögliche jährliche CO₂-Einsparung unter sonst gleichen Bedingungen beträgt für das Jahr 2030 23 % und für das Jahr 2040 24 %. Die Gesamtemissionen für das Jahr 2040 sind aufgrund der sinkenden CO₂-Emissionen im deutschen Strommix niedriger als für das Jahr 2030 (vgl. Anhang 1).

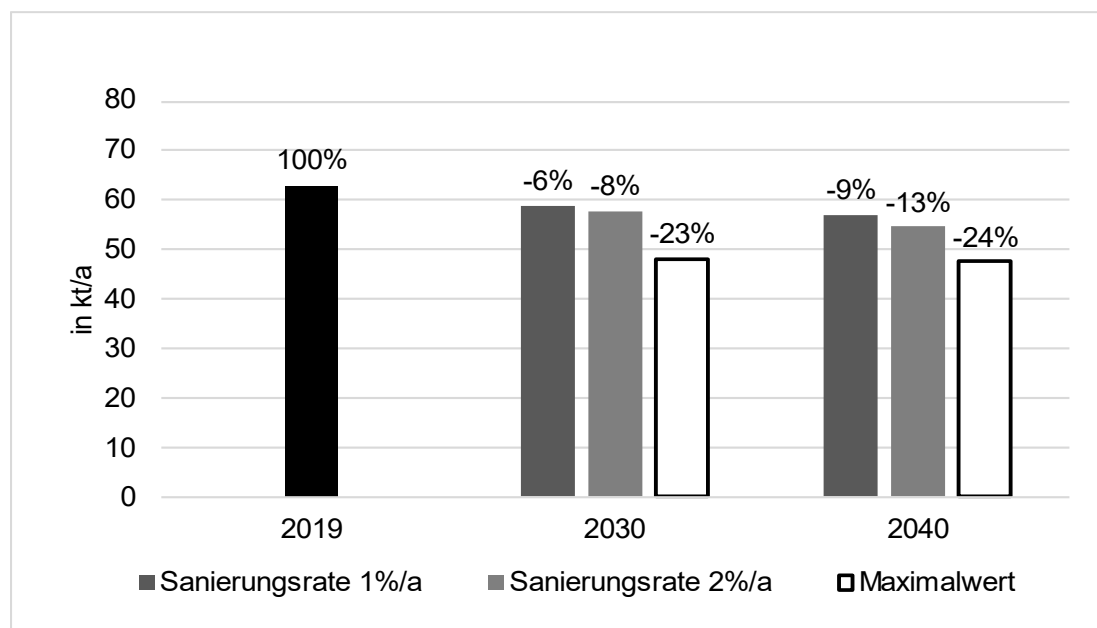


Abbildung 18: Entwicklungspfade der CO₂-Emissionen bis 2040 bei verschiedenen Sanierungs-raten im Sektor Wohnen

4.2 Wärmenetzpotenziale

Um das Potenzial für den weiteren Ausbau von Wärmenetzen in Metzingen 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 19 dargestellt. Für die Bewertung hinsichtlich der lokalen Wärmenetzeignung wurde die Skala der KEA BW aus Tabelle 8 verwendet.

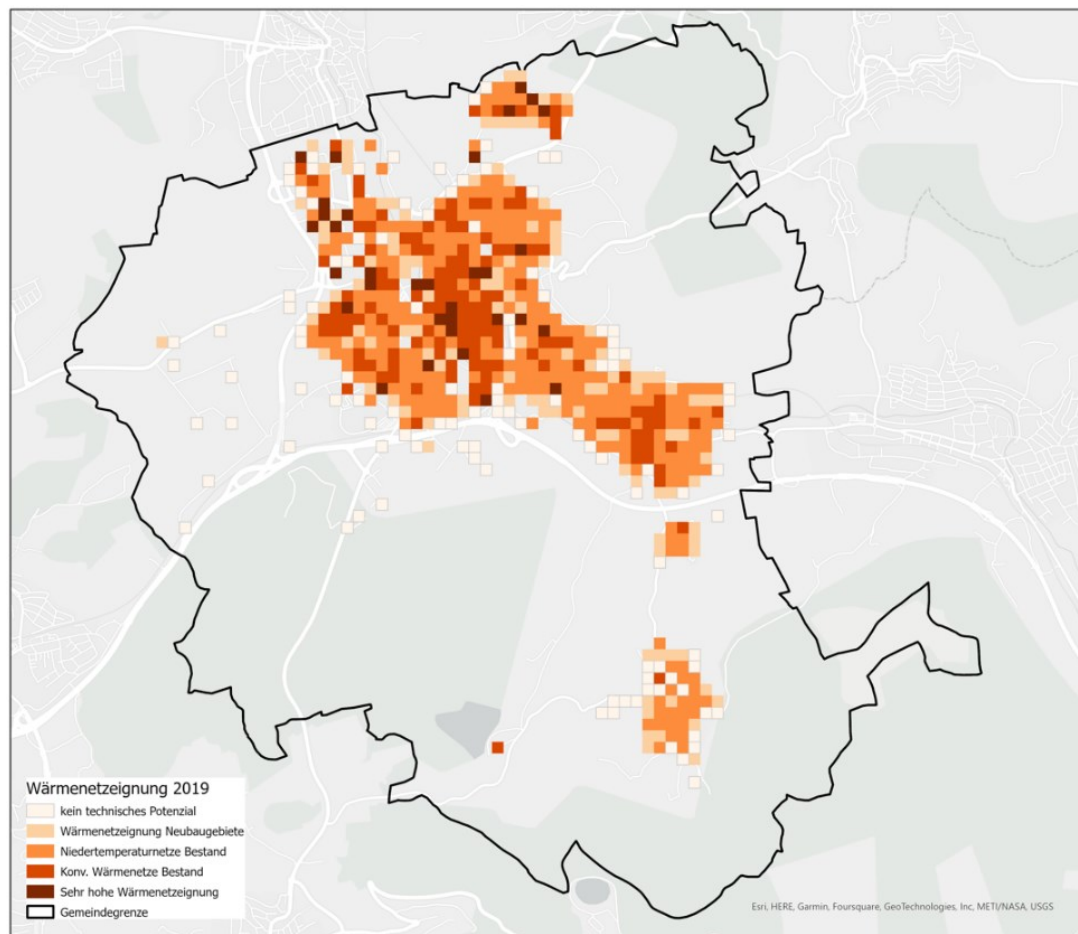


Abbildung 19: Wärmenetzeignung 2019 nach KEA BW

Der Einschätzung der KEA für potenzielle Wärmenetze anhand der Grenzwerte für die Wärmenetzeignung lassen sich für Metzingen folgende Schlüsse ziehen:

Aufgrund der hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Metzingen flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Eine hohe Wärmebedarfsdichte ist in der Innenstadt, im Stadtteil Neugreuth, im Westen Metzingens und im Stadtteil Neuhausen zu erkennen. Diese Gebiete eignen sich deshalb für konventionelle Wärmenetze¹ im Bestand und es kann ein ausreichend hohes Temperaturniveau für Gebäudebeheizung,

¹ in Bezug auf die Betriebsweise (Druck, Temperatur und Volumenstrom)

Trinkwassererwärmung und ggf. Prozesswärme bereitgestellt werde. In der Regel kann hier von Vorlauftemperaturen von bis zu 90 °C ausgegangen werden.

Im Industriegebiet Längenfeld unterscheiden sich die Wärmebedarfsdichten. Aufgrund örtlicher Streuung der Unternehmen lassen sich im Nordwesten geringere Wärmebedarfsdichten erkennen. Im Südosten hingegen liegen höhere Wärmebedarfsdichten vor, aufgrund von Mischbebauung des Gewerbes und Wohnbebauung. In Gebieten mit geringerer Wärmebedarfsdichte, wie z.B. im Teilort Glems oder der Harthausiedlung liegt eine entsprechende Eignung für Niedertemperaturnetze im Bestand 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 8: Klassifizierung der Wärmebedarfsdichte nach potenzieller Eignung für Wärmenetze [1]

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. Durch die weitere Verbreitung von Wärmepumpen und anderer strombasierter Heizanwendungen (z.B. Warmwasserbereitung) besteht ein entsprechend ansteigender Strombedarf.

In Abbildung 20 ist eine Abstufung unterschiedlicher Potenzialbegriffe dargestellt. Diese Potenziale bilden untereinander Schnittmengen. Erläutert werden die Potenzialbegriffe in Tabelle 9.

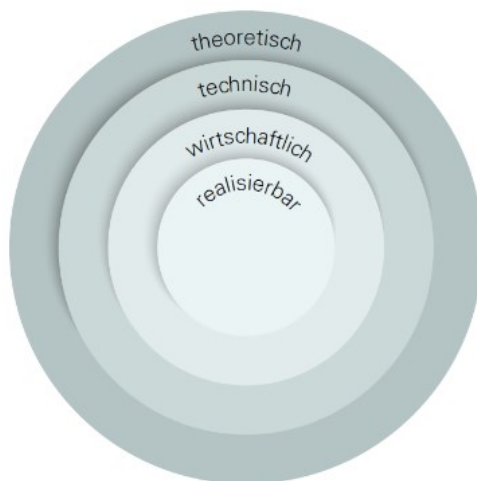


Abbildung 20: Definition der Potenzialbegriffe [1]

Tabelle 9: Definition Potenzialbegriffe [15]

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 Winter 2021/22 eine Unternehmensumfrage unter den Unternehmen in Metzingen 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 Abwärmequellen 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 37 Unternehmen aus Metzingen teilgenommen, von denen 11 angaben, dass in ihren Produktionsprozessen Abwärme anfalle. Zur Bereitschaft eben diese Abwärme auszukoppeln bzw. zu verkaufen, äußerten sich zwei Unternehmen positiv und vier negativ. Räumlich verortet werden können das Industriegebiet Längenfeld und Braike Wangen I als Schwerpunktgebiete potenzieller industrieller Abwärme. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen, um welche Unternehmen es sich hierbei genau handelte. In der Abbildung 21 sind entsprechende Gebiete mit einem Abwärmepotenzial industrieller Unternehmen dargestellt.

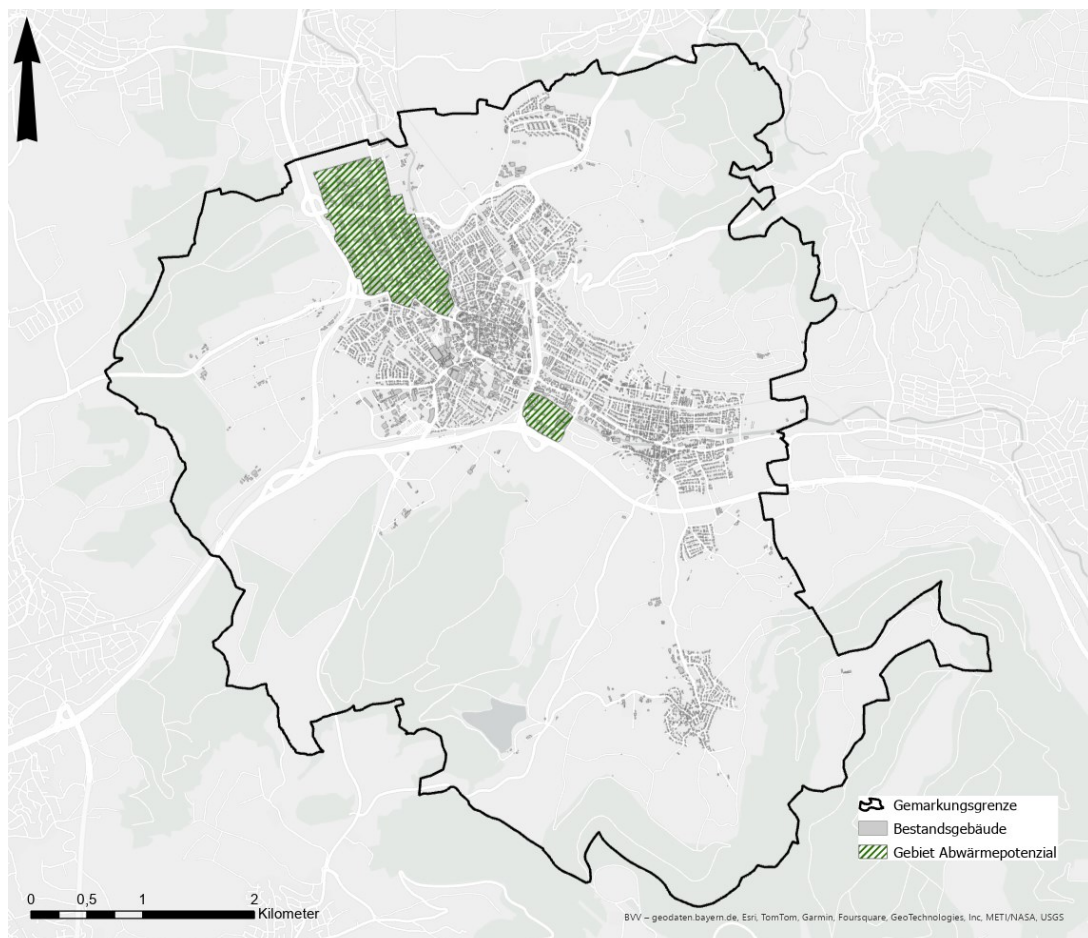


Abbildung 21: Gebiete mit Abwärmepotenzial industrieller Unternehmen in Metzingen

In der Studie „Abwärmenutzung in Unternehmen“ für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg [16] wird ein Ansatz zur Abschätzung des theoretischen Abwärmepotenzial für Baden-Württemberg vorgestellt. Abgeleitet vom thermischen und elektrischen Endenergieverbrauch kann demnach eine Abwärmequote von rund 12 % angesetzt werden. Übertragen auf die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Metzingen lässt sich mit diesem Top-Down-Ansatz ein theoretisches Abwärmepotenzial von ca. 5,2 GWh ermitteln. Dieses Potenzial beinhaltet weder eine Analyse der konkreten Standorte noch die Bereitschaft der Unternehmen, diese Abwärme abzugeben.

Für eine weiterführende Potenzialermittlung wird der Stadt Metzingen empfohlen, weiterführende Gespräche mit den Unternehmen zu führen, welche eine positive Bereitschaft zur möglichen Auskopplung von Abwärme geäußert haben und deren Produktionsstätte in räumlicher Nähe zu einem Netzeignungsgebiet liegt. Gemeinsam kann dann erörtert werden, inwiefern überschüssige Abwärme in einen potenziellen Wärmeverbund integriert werden kann. Für Unternehmen mit einem 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 Temperaturanhebung 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 [1].

Im Verbandsgebiet des Abwasserverbandes Ermstal werden Abwässer u. a. der Gemeinden Bad Urach und Dettingen zentral in der Kläranlage in Metzingen aufbereitet. Die Abbildung 22 zeigt geeignete Abwasserkanäle in Metzingen und eine eingezeichnete Pufferzone mit 100 m. In dieser Zone liegen Gebäude, die sich für eine Versorgung mit Abwasserwärme eignen. An dem Standort des Kinderhaus Erms wird bereits das Potenzial der Abwasserwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe genutzt. In der Heizzentrale für das Gewerbegebiet Braike-Wangen ist ebenfalls eine Wärmepumpe zur Nutzung der Abwasserwärme im Kanal vorgesehen.

Im folgenden Absatz wurde eine konservative Abschätzung zum weiteren Abwasserwärmepotenzial im Kanal durchgeführt und basiert auf technischen Annahmen. Die Länge des Abwasserwärmetauschers wurde mit 50 m angenommen, darüber hinaus beträgt die Erholungsstrecke des abgekühlten Abwassers ca. drei Mal der Länge des Abwasserwärmetauschers (150 m). Weiterhin ist ein ausreichender Abstand des Wärmetauschers zum Klärwerk zu berücksichtigen, um die Mindesttemperatur des Abwassers von 10 °C am Zulauf des Klärwerkes einzuhalten. In erster Abschätzung können so vier mögliche Standorte verortet werden, siehe Abbildung 22.

Es empfiehlt sich die genannten Parameter bezüglich Länge des Wärmetauschers und Erholungsstrecken konservativ zu betrachten. Wird ein konstanter Durchfluss von 15 l/s und eine Abkühlung des Abwassers um 1 K angenommen, kann eine nutzbare Wärmemenge berechnet werden. Unter Einsatz einer Wärmepumpe kann die Abwasserwärme zur Gebäudebeheizung genutzt werden. Eine entsprechende Wärmemenge ist in der Tabelle 10 angegeben.

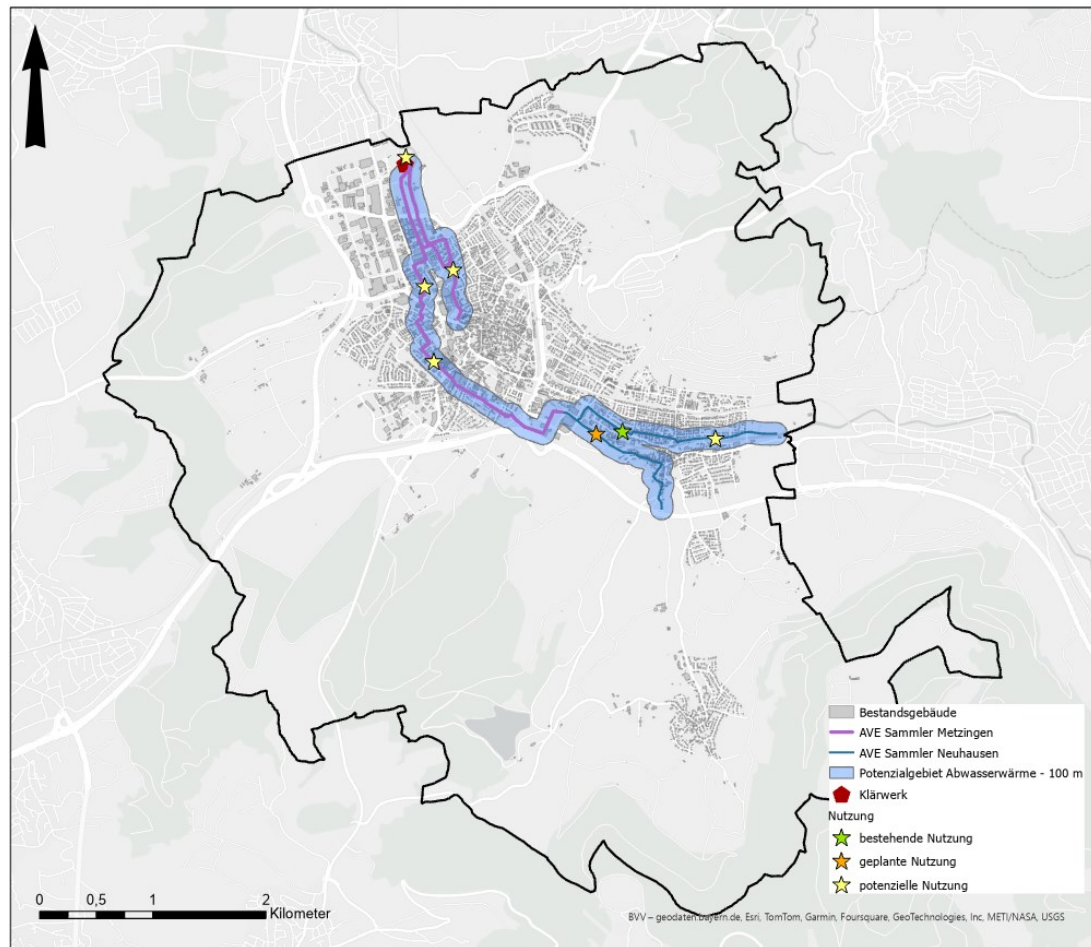


Abbildung 22: Geeignete Abwassersammler mit Potenzial-Standorten zur Nutzung von Abwasserwärme in Metzingen [17]

Tabelle 10: genutztes und ungenutztes Potenzial Abwasserwärme im Kanal

	Ist-Leistung in kW	Erzeugung in GWh/a
genutztes Potenzial	308	~ 1,2
ungenutztes Potenzial	~ 480	~ 1,9
Summe	~ 788	~ 3,1

Eine Potenzialstudie der DWA, der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, untersuchte die Potenziale der Abwasserwärmenutzung am Auslauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg. Gemäß dieser Potenzialanalyse steht am Auslauf der Kläranlage in Metzingen ein Potenzial von 7,7 MW Heizleistung zur Verfügung, welches mittels einer Wärmepumpe, nutzbar gemacht werden könnte [18]. In unmittelbarer Nähe zur Kläranlage befindet sich das Industriegebiet Längenfeld mit möglichen Abnehmern für ein Wärmenetz.

Im Rahmen der bereits abgeschlossenen Machbarkeitsstudie zur Realisierung eines Wärmenetzes im Industriegebiet Längenfeld, wurde das Abwasserwärmepotenzial im Auslauf der Kläranlage, welches zur Wärmeenergieerzeugung und Einspeisung in ein mögliches Wärmenetz genutzt werden kann untersucht, siehe auch Kapitel 6.1..

Betrachtet wurden verschiedene Anschlusszenarien im Gewerbegebiet Längenfeld, die jährlich nutzbare Wärmemenge kann so in einer Bandbreite von 3,6 GWh bis 12,3 GWh angegeben werden. [19]

4.3.3 Solarenergie

Solarenergie kann in Form von Photovoltaikanlagen zu Strom gewandelt und in Form von 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 23 zeigt einen Ausschnitt der Dachflächenpotenziale in Metzingen, unterteilt nach unterschiedlicher Eignung anhand der Einstrahlung. Das theoretische Potenzial weist 8 Eignungsklassen aus, berücksichtigt wurden für das technische Potenzial die Eignungsklassen 1 - 3.

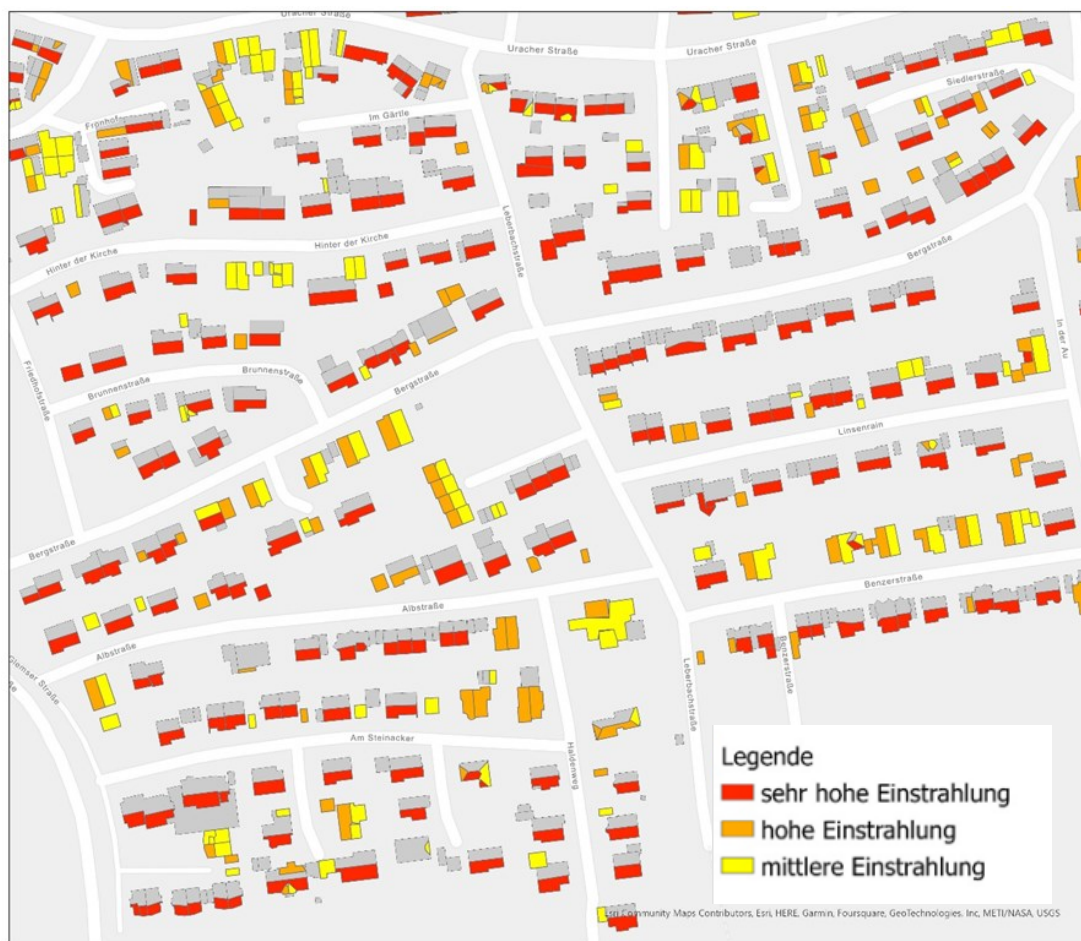


Abbildung 23: PV-Potenzial auf Dachflächen gemäß LUBW-Energieatlas [20]

Die installierte Leistung an PV-Anlagen beläuft sich nach Abfrage des Marktstammdatenregisters (Stand 03/2023) auf 13 MW. Dies sind knapp 11 % des technischen Potenzials. Das technische Potenzial der Erzeugung beläuft sich hingegen auf 111 GWh/a, das entspricht 93 % des Strombedarfes des Jahres 2019 mit insgesamt 120 GWh. Zur Hebung dieses Potenzials wird der Ausbau von PV-Dachanlagen empfohlen.

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 [21]. Insbesondere für die Freiflächen-Photovoltaik, nach § 21 des KlimaG, sind mindestens 0,2 % der Regionalfläche festzulegen. In diesem Zusammenhang steht die Planungsoffensive der Regionalverbände, welche eine harmonisierte Planung und verlässliche Planungsleitplanken, hinsichtlich exklusiver Flächen für Freiflächen-Photovoltaik und Windenergieanlagen, schaffen soll.

In der folgenden Abbildung 24 sind Flächen für die Photovoltaik auf der Freifläche dargestellt. Unterschieden werden kann hier zwischen Flächen auf Seitenrandstreifen entlang von Bahnlinien oder Bundesstraßen. Des Weiteren sind Flächen der sog. Benachteiligter Gebiete dargestellt, diese unterteilt sich in Ackerland und Grünland, und hier wiederum in jeweilige Flächen mit oder ohne weiche Restriktionen. Weiche Restriktionen sind z.B. in FFH-, Natura2000- und Biosphärengebieten vorhanden. PV-Freiflächenanlagen stehen generell in Nutzungskonkurrenz zur Grünflächen- und Ackernutzung. Deshalb wird eine vollständige Bebauung der ausgewiesenen Flächen nicht erfolgen. Weiterhin sind vom Regionalverband Neckar-Alb ausgewiesene Flächen des Entwurfes der Teilfortschreibung des Regionalplanes für Solarenergie enthalten.

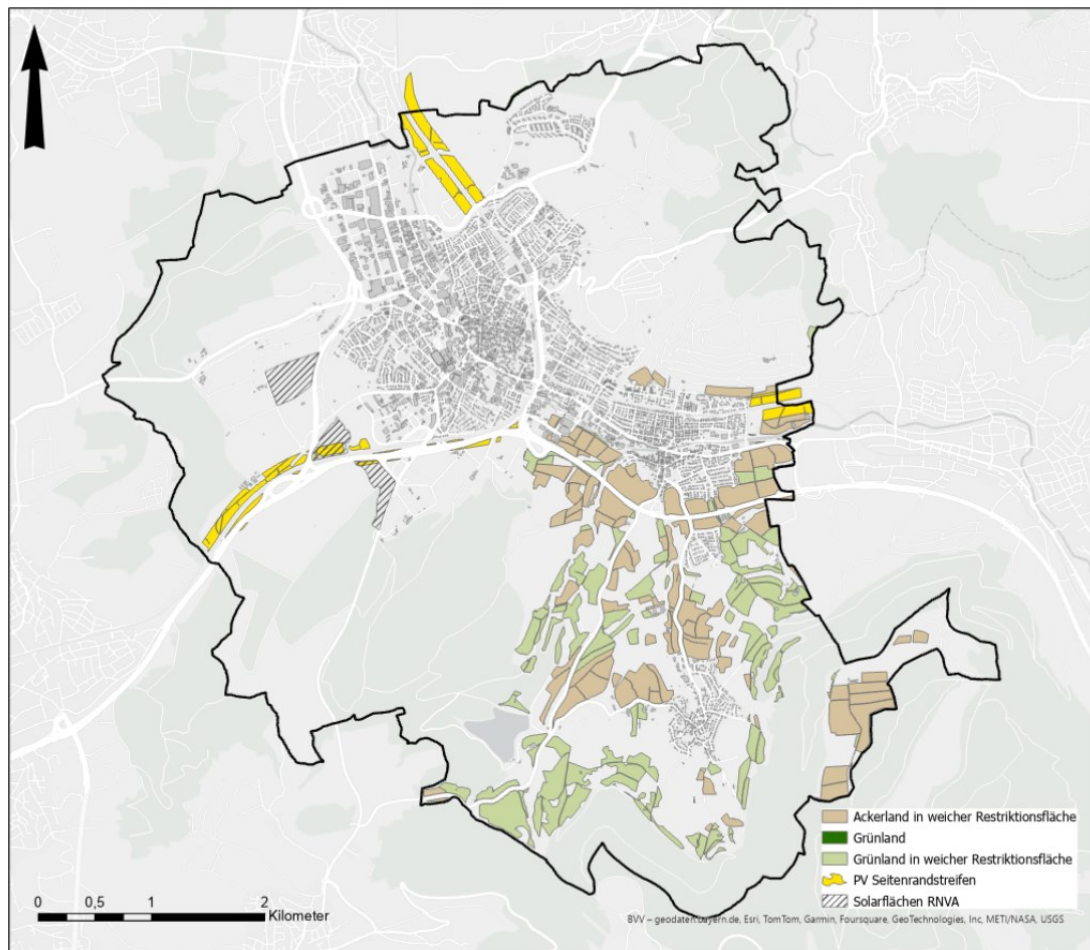


Abbildung 24: PV-Potenzialflächen Seitenrandstreifen, benachteiligte Gebiete, Teilfortschreibung Solarenergie Regionalverband Neckar Alb [20] [22]

Aus den Potenzialen zur Freiflächen Photovoltaik wurden folgende Flächen abgeleitet. Da die benachteiligten Flächen alle in einer weichen Restriktionsfläche liegen, wurden diese Flächen in der Potenzialbetrachtung nicht berücksichtigt. Aufgrund weicher Restriktionen, in den oben genannten Gebieten, ist eine Belegung mit Photovoltaik unwahrscheinlich, da naturschutzrechtliche Hürden überwunden werden müssten. Das Potenzial der Freiflächen Photovoltaik auf den Seitenrandstreifen hingegen beläuft sich auf 22 MW zu installierende Leistung mit einem theoretisch möglichen Stromertrag von 20 GWh/a.

Seitens der Stadtwerke Metzingen sind weitere PV-Potenziale in konkreter Überlegung. Es handelt sich um PV-Potenziale auf Freiflächen in Innenohren, entlang der Böschung der Bundesstraße B28, Parkierungsflächen und an Lärmschutzwänden entlang der Bundesstraße B28. In der Abbildung 25 sind diese Potenzialflächen dargestellt. Für eine mögliche PV-Parkplatzüberdachung kommen die Parkflächen P4, P7 und der Parkplatz des künftigen Ganzjahresbades in Betracht.

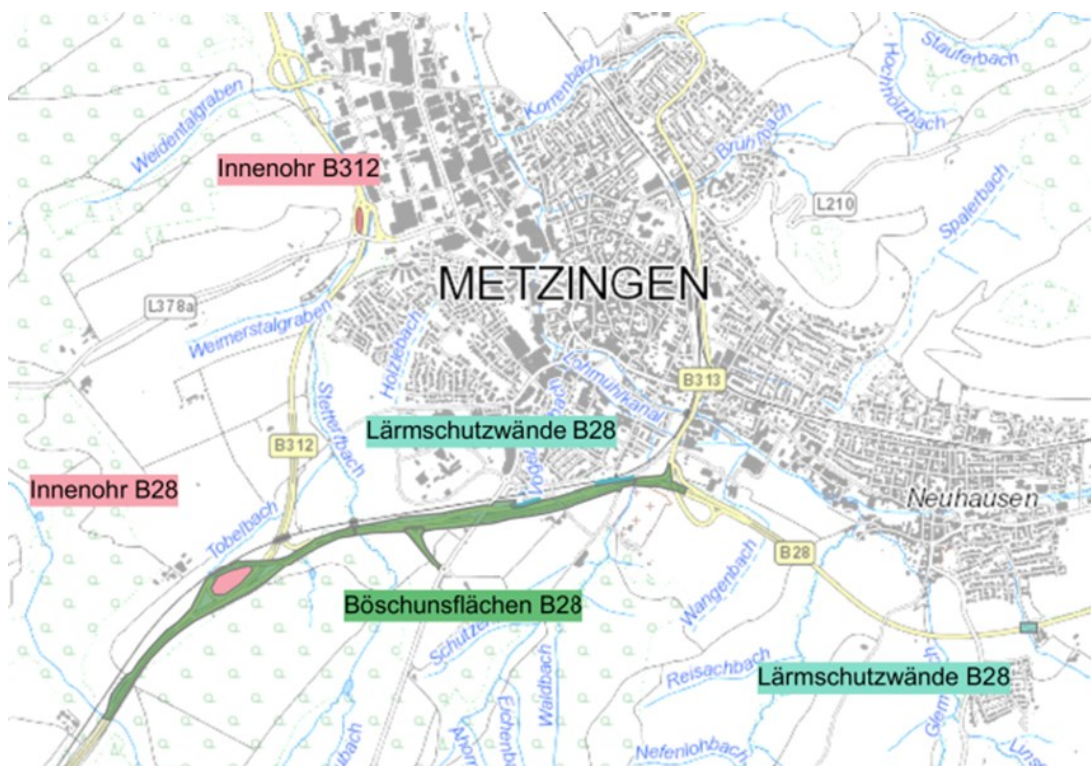


Abbildung 25: weitere Freiflächenpotenziale für Photovoltaik [23]

In der Tabelle 11 sind die Potenziale der Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen zusammengefasst. Das theoretische Erzeugungspotenzial deckt bilanziell 121 % des Gesamtstrombedarfs im Jahr 2019. Beim Stromeinsatz für Wärmeanwendungen ist die zeitliche Diskrepanz zwischen Wärmebedarf und Stromerzeugung zu berücksichtigen. Dies gilt sowohl für Tages- als auch für saisonale Zeiträume. So ist die Stromerzeugung im Sommer am höchsten, der Wärmebedarf aber am geringsten. Nachts erzeugen PV-Anlagen keinen Strom, ein Wärmebedarf kann aber durchaus vorhanden sein. Mit Speichertechnologien lässt sich diese Diskrepanz technisch entschärfen.

Tabelle 11: Installierte PV-Leistung und verfügbares PV-Potenzial

	Bestand	Potenzial gem. LUBW	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
PV-Dachflächen	13	122	111
PV-Freiflächen	-	35	33
PV-Parkierungsflächen	-	1,9	1,8
PV-Lärmschutzwände	-	0,02	0,02
	13	159	145

Solarthermie

Bei der Potenzialermittlung für das Potenzial der dezentralen Solarthermie-Anlagen auf Dachflächen wurde das geltende EWärmeG berücksichtigt. Demnach gilt für die Erfüllungsoption der Solarthermie eine Mindestbelegung der Dachflächen (Kollektorfläche) in Abhängigkeit der Wohnfläche für Wohngebäude bzw. der Nettogrundfläche für Nichtwohngebäude [24]. Das theoretische Potenzial der Solarthermie auf Dachflächen kann mit einer Gesamtfläche von 13 ha und einem sich daraus ergebenden Wärmeertrag von 52 GWh beziffert werden. Dies entspricht knapp 22 % des Endenergiebedarfes im Wärmesektor im Basisjahr 2019.

In der Abbildung 26 ist das Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen in der Rasterdarstellung ersichtlich. Dargestellt ist der Deckungsgrad durch Solarthermie bezogen auf den Gesamtwärmebedarf je Raster. Zu erkennen ist ein mehrheitlich auftretender Deckungsgrad zwischen 20 – 40 % durch Solarthermieranlagen auf Dachflächen. Hervorzuheben sind der Stadtteil Neuhausen und der Teilort Glems mit einer nahezu flächigem Deckungsgrad < 40 %. Im Bereich der Kernstadt ist der Deckungsgrad, aufgrund des hohen Wärmebedarfes (vgl. Abbildung 13) gering. Vereinzelt treten Deckungsgrade > 60 % auf, dies ist auf große vorhandene Dachflächen von meist Nicht-Wohngebäuden zurückzuführen.

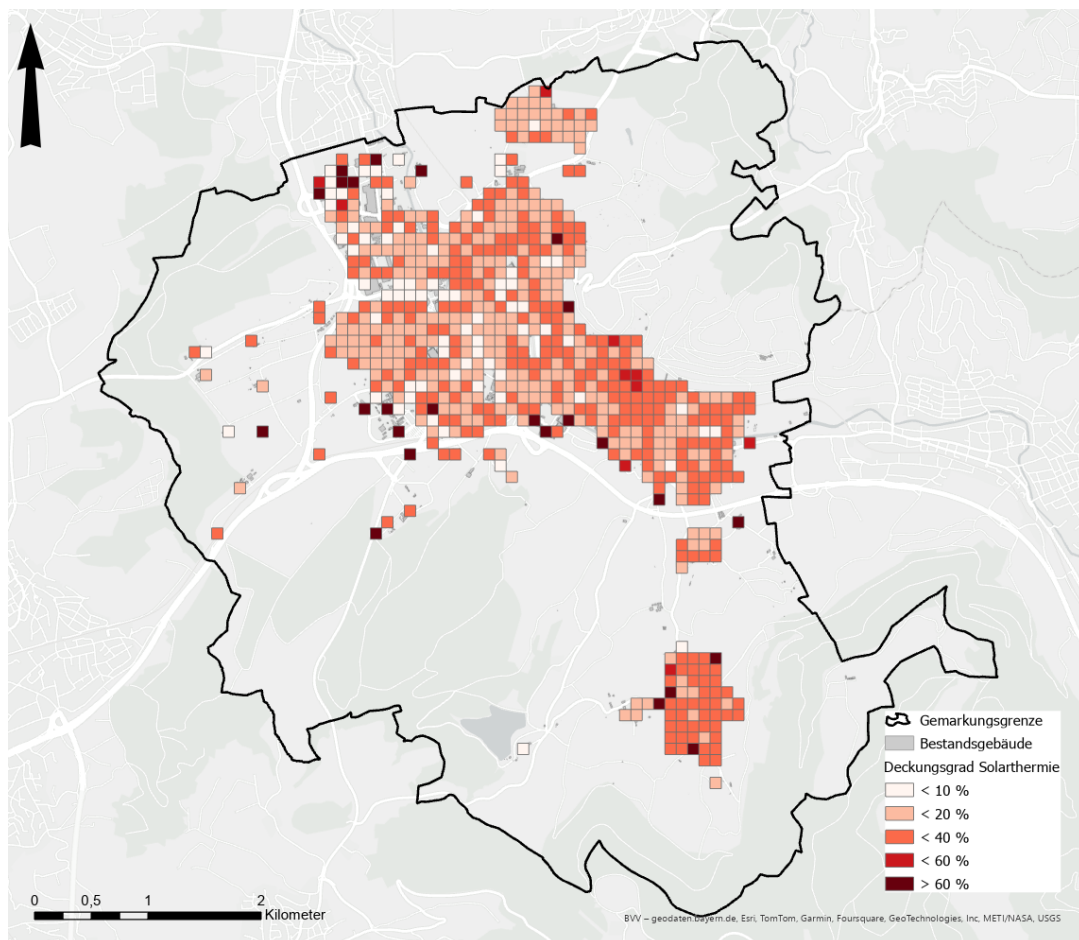


Abbildung 26: Deckungsgrad Solarthermie auf Dachflächen

Neben dem Potenzial der Solarthermie auf Dachflächen zur Heizungsunterstützung kann eine Solarthermie-Anlage auch zentral auf einer Freifläche installiert werden. Prinzipiell können solche Anlagen auf Flächen u.a. wie in Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellt, installiert werden. Darüber hinaus können weitere siedlungsnahe Freiflächen mit Solarthermieanlagen belegt werden, deren Eignung und Wärmeertrag müsste in einer Einzelfallbetrachtung ermittelt werden. Im Rahmen der Potenzialermittlung der Potenziale für Wärmenetze in den jeweiligen Teilgebieten (siehe Kap. 5.4.5 und Teilgebietssteckbriefen) wurde das Vorhandensein einer, in erster Einschätzung, geeigneten Freifläche für Solarthermie angenommen. Die gewonnene Wärme wird meist in ein Wärmenetz eingespeist. Aufgrund von Wärmeleitungsverlusten ist die Standortwahl einer Solarthermie-Anlage in einer Entfernung in bis zu ca. 2 km an den Einspeisepunkt des Wärmenetzes gekoppelt. Der Wärmeertrag pro Hektar kann mit bis zu 2,25 GWh/a angegeben werden [25].

4.3.4 Windkraft

Zur Erreichung des 2 % Flächenziels, siehe KlimaG BW § 20, sind die Regionen Baden-Württembergs, bis Ende 2025, verpflichtet 1,8 % der Regionalfläche für Windkraftanlagen auszuweisen [21]. Das Verfahren des Regionalverbandes Neckar-Alb nimmt sich dieser Aufgabe an.

Zur Ermittlung des Windkraftpotenzials wurden ausgewiesene Windpotenzialflächen des Regionalverbandes Neckar-Alb im Entwurf der Teilfortschreibung des Regionalplanes berücksichtigt. Die Windpotenzialflächen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die installierte Windkraftleistung und das verfügbare Windkraftpotenzial sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

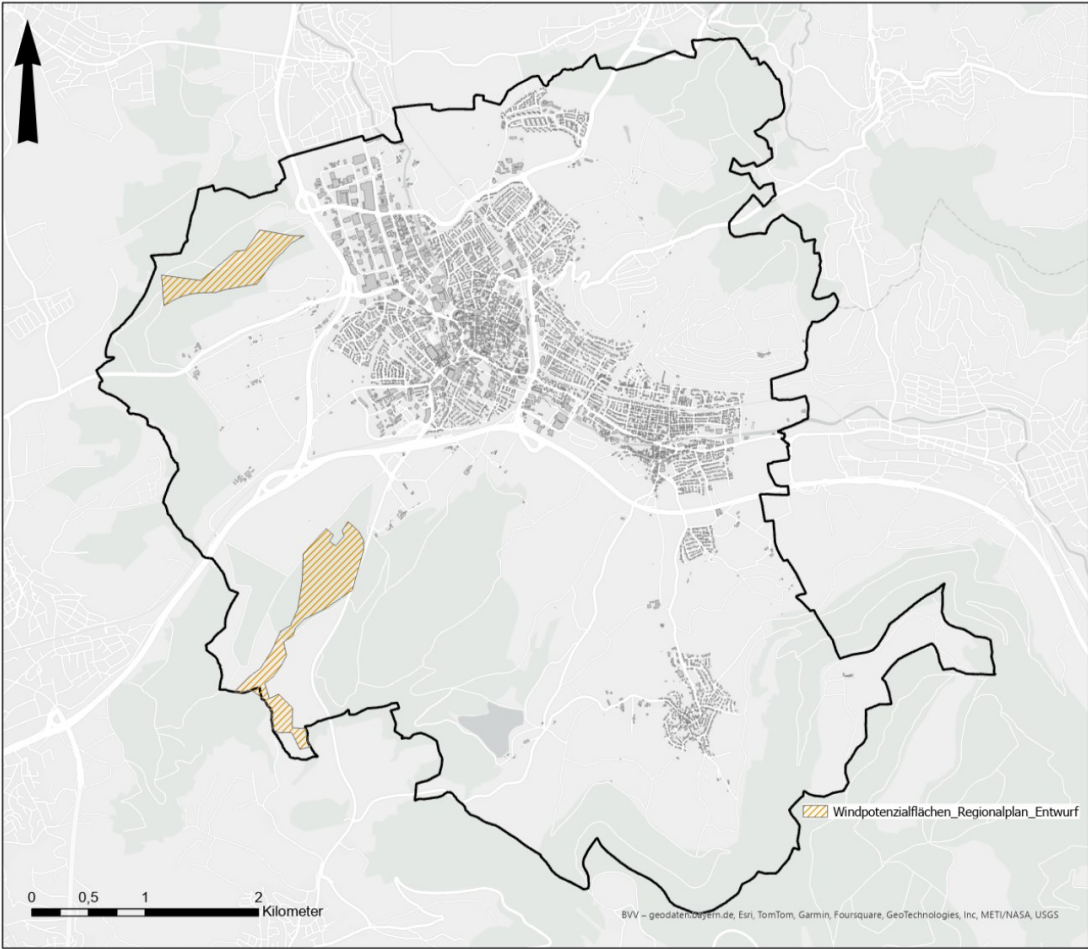


Abbildung 27: Potenzialflächen Windkraftanlagen Entwurf Regionalplan Windenergie, Stand April 2024 [26]

Wie eingangs erläutert ist das theoretische Potenzial stets größer als das technische Potenzial. Das technische Potenzial der Windkraft kann durch eine Betrachtung des AKE, als informelles Gremium der Stadt Metzingen, beschrieben werden. Nach dieser Potenzialbetrachtung sind auf der Gemarkung Metzingens nahe des Wippbergs maximal drei Windkraftanlagen, der Leistungsklasse 4,2 MW, möglich.

Die insgesamt installierbare Leistung beläuft sich somit auf 12,6 MW mit einem theoretischen Jahresertrag von 19 GWh/a, dies entspricht ca. 16% des Gesamtstrombedarfes aus dem Jahr 2019. In Tabelle 12 sind beide Ermittlungen der Windkraftpotenziale gegenübergestellt.

Tabelle 12: Verfügbares Windkraftpotenzial [26]

	Bestand	Potenzial	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
Wind gem. Entw. Teilfortschreibung rvna	-	23	34
Wind gem. AKE	-	12,6	19

4.3.5 Wasserkraft

Zur Ermittlung des Wasserkraftpotenzials wurden die Potenzialdaten LUBW-Energieatlas herangezogen. Die bestehenden Wasserkraftanlagen sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Insgesamt sind im Gemarkungsgebiet 6 Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung installiert. Die installierte Wasserkraftleistung und das verfügbare Wasserkraftpotenzial sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

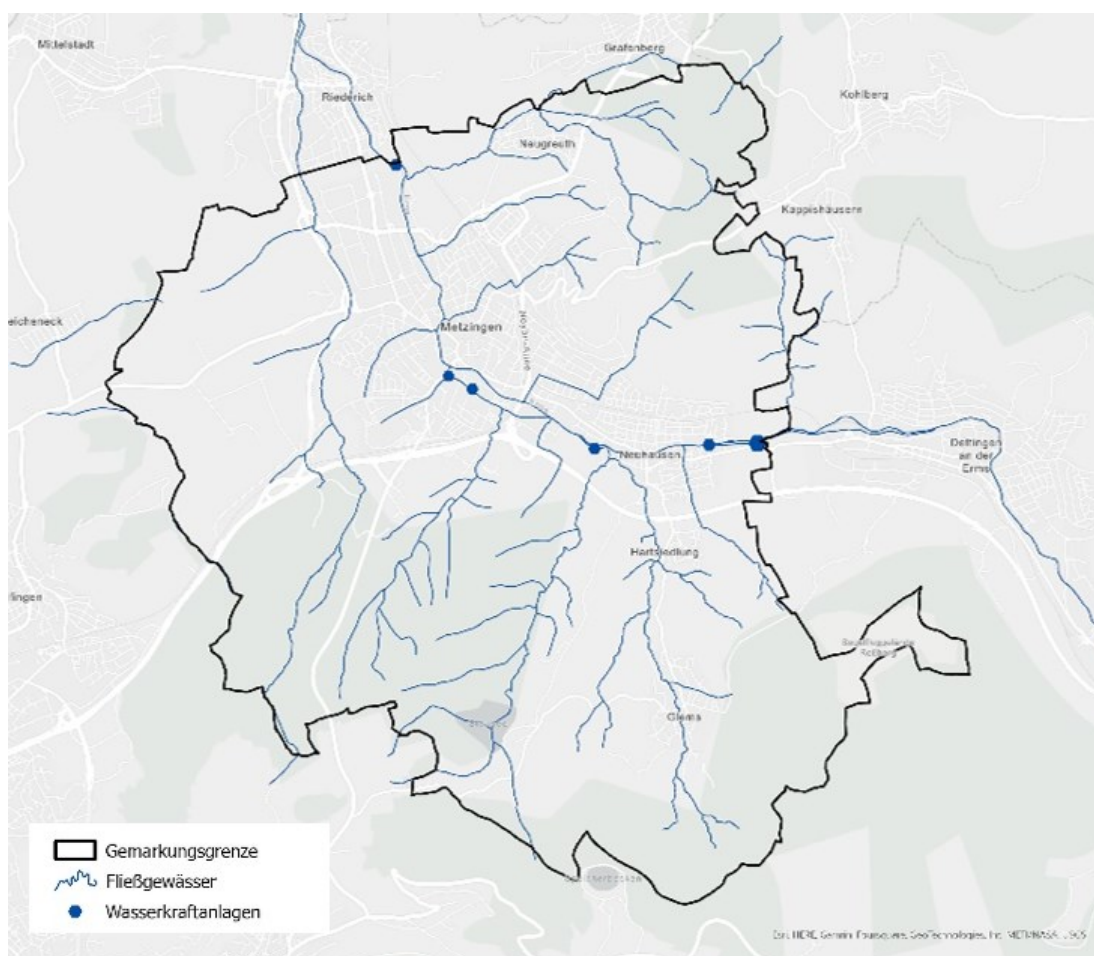


Abbildung 28: Potenzial Wasserkraftanlagen [20]

Tabelle 13: Installierte Wasserkraftleistung und verfügbares Wasserkraftpotenzial [20]

	Ist-Leistung in MW	Potenzial gem. LUBW	
		Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
Wasserkraft	0,8	1	5,2

Das Potenzial ist gem. des LUBW-Energieatlas weitestgehend ausgeschöpft, daher besteht kaum weiter erschließbares Wasserkraftpotenzial. Das theoretische

Erzeugungspotenzial, von ca. 5 GWh/a, beträgt im Vergleich zum Gesamtstrombedarf des Jahres 2019, mit 120 GWh, ca. 4 %.

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.

Der jährliche Holzeinschlag beläuft sich in Metzingen auf 4.470 Festmeter (FM), davon werden derzeit etwa 50 %, in Holzkaminöfen oder Heizkesseln, thermisch genutzt. Dies entspricht einer Energiemenge von 6.000 MWh/a. Thermisch verwertet werden ebenfalls Grüngutabfälle der Häckselplätze in Längenfeld, Glems und Neuhausen. Für die thermische Verwertung fallen jährlich 1.566 t/a an, dies entspricht einer Energiemenge von 1.600 MWh/a [27].

Das Potenzial des Waldrestholzes beträgt im Metzinger Forst 1.800 FM, dies entspricht einer Wärmemenge von 4.800 MWh/a. Der Ertrag einer sog. Kurz-Umtriebsplantage ab einer Größe von 2,5 ha ist mit einer Flächenleistung von 60 MWh/ha als gering einzustufen. Weiterhin stehen hier keine konkreten Flächen auf der Metzinger Gemarkung zur Verfügung, da kaum große Ackerflächen in städtischem Besitz sind und viele Flächen im Schutzgebiet sind [28]. Ein weiteres Potenzial bieten holzartige Reststoffe der Industrie. Das zur thermischen Verwertung geeignete, unbehandelte, Industrierestholz beläuft sich auf 2.125 FM, dies entspricht einer thermischen Energiemenge von rund 5.000 MWh/a [27].

Die Potenziale der erwähnten festen Biomasse sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Thermische Verwertung fester Biomasse und Potenzialabschätzung

	Ist Thermische Verwertung in MWh/a	Potenzial Thermische Verwertung in MWh/a
Energieholz thermische Verwertung	6.000	-
Grüngutabfälle	1.600	-
Waldrestholznutzung	-	4.800
Industrierestholz	-	5.000
	7.600	9.800

In Summe entspricht das Potenzial, der Nutzung des Waldrestholzes und Industrie-
restholzes, mit 9,8 GWh/a etwa 4 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2019.
Bei gezieltem Einsatz des lokal begrenzten Energieholzaufkommens, aus dem Met-
zinger Forst, in Heizzentralen und Kamineinzelöfen, kann die Wärmeversorgung zum
Teil dekarbonisiert werden.

Organische Abfälle

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

Die jährlich anfallende Menge an biogenen Abfällen beläuft sich auf 1.217 t/a. Wei-
terhin fallen pro Jahr 1.307 t/a biologische Grünabfälle auf den Häckselplätzen an
[27]. Die entsprechenden Potenzialmengen an Strom- und Wärmeerzeugung sind in
der folgenden Tabelle 15 aufgeführt. Mit diesem Potenzial können ca. 0,54 % des
Wärmebedarfes des Basisjahres 2019 gedeckt werden. Das Potenzial der lokalen
Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen ist gering, da keine großen Mengen
an organischen Abfallstoffen lokal in Metzingen anfallen. Gegebenenfalls kann in ei-
ner Biomassevergärungsanlage dieses Potenzial überregional verwertet werden.

Tabelle 15: Potenzial organischer Abfälle zur Biomassevergärung

Potenzial	Menge in t/a	Stromerzeugung in MWh/a	Wärmeerzeugung in MWh/a
Biogener Abfall (Biotonne)	1.217	350	420
Grüngutabfälle	1.307	510	610
	2.524	860	1.030

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 des Ab-
wasserverbandes Ermstal werden derzeit drei Blockheizkraftwerke mit Klärgas zur
Deckung des Eigenstrombedarfes betreiben. Die Nutzung der, durch die Blockheiz-
kraftwerke, erzeugte Wärme wird aktuell, in der Maßnahme des Industriegebietes
Längenfeld, siehe auch Kapitel 6.1, überprüft. Das Potenzial wird in der folgenden
Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Klärgasnutzung und Potenzial Klärwerk Abwasserverband Ermstal

	Anzahl	Bestand	Potenzial
		Stromerzeugung in MWh/a	Wärmeerzeugung in MWh/a
Klärgas BHKW	3	1.670	2.000

Biogas aus lokaler landwirtschaftlicher Herkunft wird in Metzingen 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 Metzingen gibt es 507 ha Fläche Dauergrünland [29]. Das theoretische Potenzial der Biogaserzeugung aus Gülle kann lediglich über den Viehbestand an ca. 400 Rindern berechnet werden, siehe Tabelle 17 [30].

Tabelle 17: Potenzialabschätzung Biogaserzeugung

Potenzial	Methanertrag in Nm³	Stromerzeugung in MWh/a	Wärmeerzeugung in MWh/a
Biogas BHKW	23.090	70	85

Das theoretische Erzeugungspotenzial im Vergleich zum Gesamtstrom- und Wärmebedarf Metzingens beläuft sich auf 0,06 % des Gesamtstrombedarfes und 0,4 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2019.

Zusammenfassend stellt das größte Potenzial der Biomasse das Energieholz mit Restholzmengen aus dem Metzinger Forst, die thermisch verwertbaren Grüngutmengen der Häckselplätze und Restholzmengen der Industrie dar. Hier gilt es diese Potenziale gezielt zu nutzen. Potenziale zur Biomassevergärung von Abfallstoffen und Biogaserzeugung aus Gülle sind im Vergleich sehr gering und spielen keine nennenswerte Rolle in der lokalen Wärmeerzeugung innerhalb der Gemarkungsgrenzen Metzingens.

4.3.7 Oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt in Metzingen flächendeckend 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 und mittels einer Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung nutzen.

Erdwärmesonden

Auf der Gemarkung Metzingens gibt es aktuell 440 Erdwärmesonden mit einer Tiefe bis zu 240 m. Das geothermische Potenzial wird im Informationssystem Oberflächennaher Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) flächendeckend im Gemarkungsgebiet als „effizient“ eingestuft [31]. Eine spezifische Wärmeentzugsleistung von 55 – 65 W/m in 100 m Tiefe und 1.800 Volllaststunden kann flächendeckend im Gemarkungsgebiet Metzingens angegeben werden, wie in Abbildung 29 dargestellt.

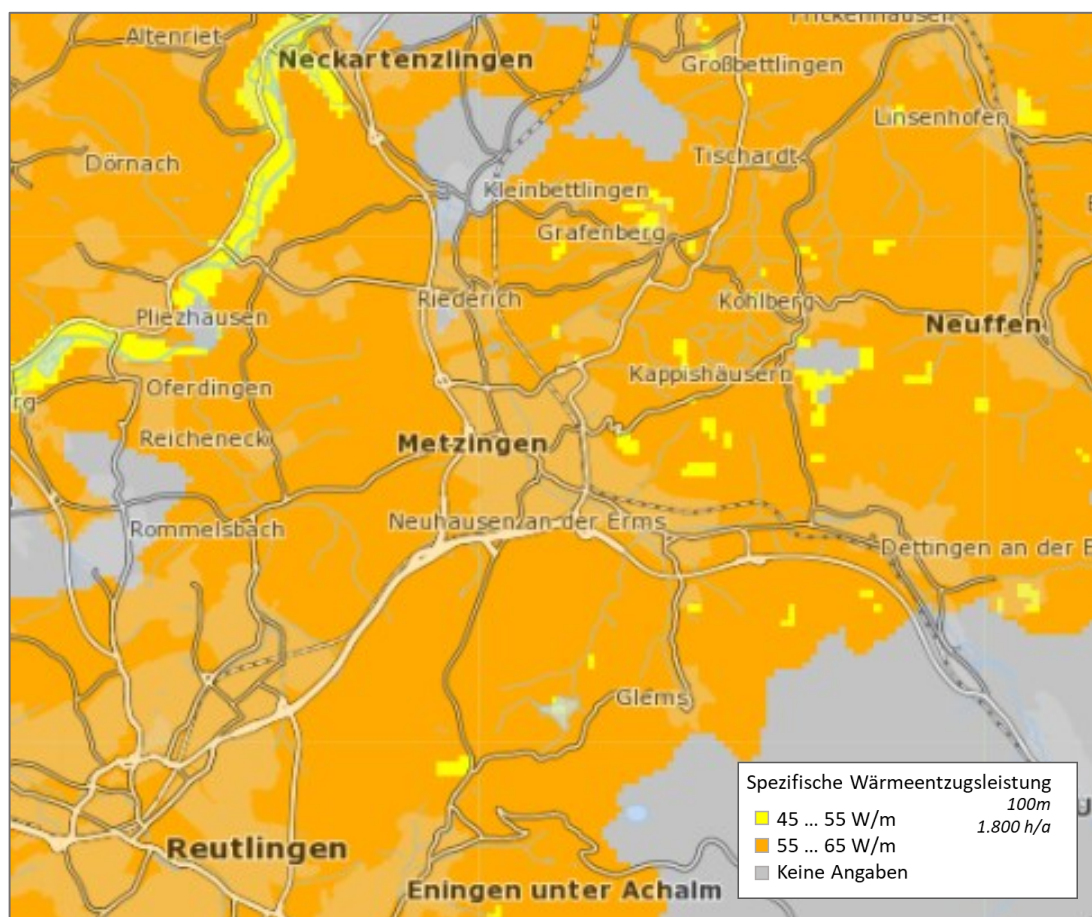


Abbildung 29: Darstellung der spezifischen Wärmeentzugsleistung in 100 m und 1.800/a [31]

Die KEA BW weist in Ihrer Analyse des Erdwärmesonden-Potenzials eine gesamt-heitliche Wärmebereitstellung von 35 bis 82 GWh, abhängig von Bohrtiefe und Anzahl der Sonden auf dem Grundstück, im Gemarkungsgebiet Metzingens aus [32]. Der Gesamtwärmebedarf könnte so zu 15 % bis 34 % gedeckt werden. Die Angaben

beziehen sich dabei auf die Installation von einer bzw. der maximal möglichen Anzahl von Erdwärmesonden je Flurstück.

Die Abbildung 30 zeigt, die Verteilung der maximal möglichen Wärmeentzugsmenge pro Jahr von Erdwärmesonden an unterschiedlichen Orten im Gemarkungsgebiet. Einzelne „Hotspots“ lassen sich nicht ausmachen, eher liegt das Potenzial der oberflächennahen Geothermie flächig in den einzelnen Flurstücken in den Randgebieten und im Stadtgebiet Metzingens vor.

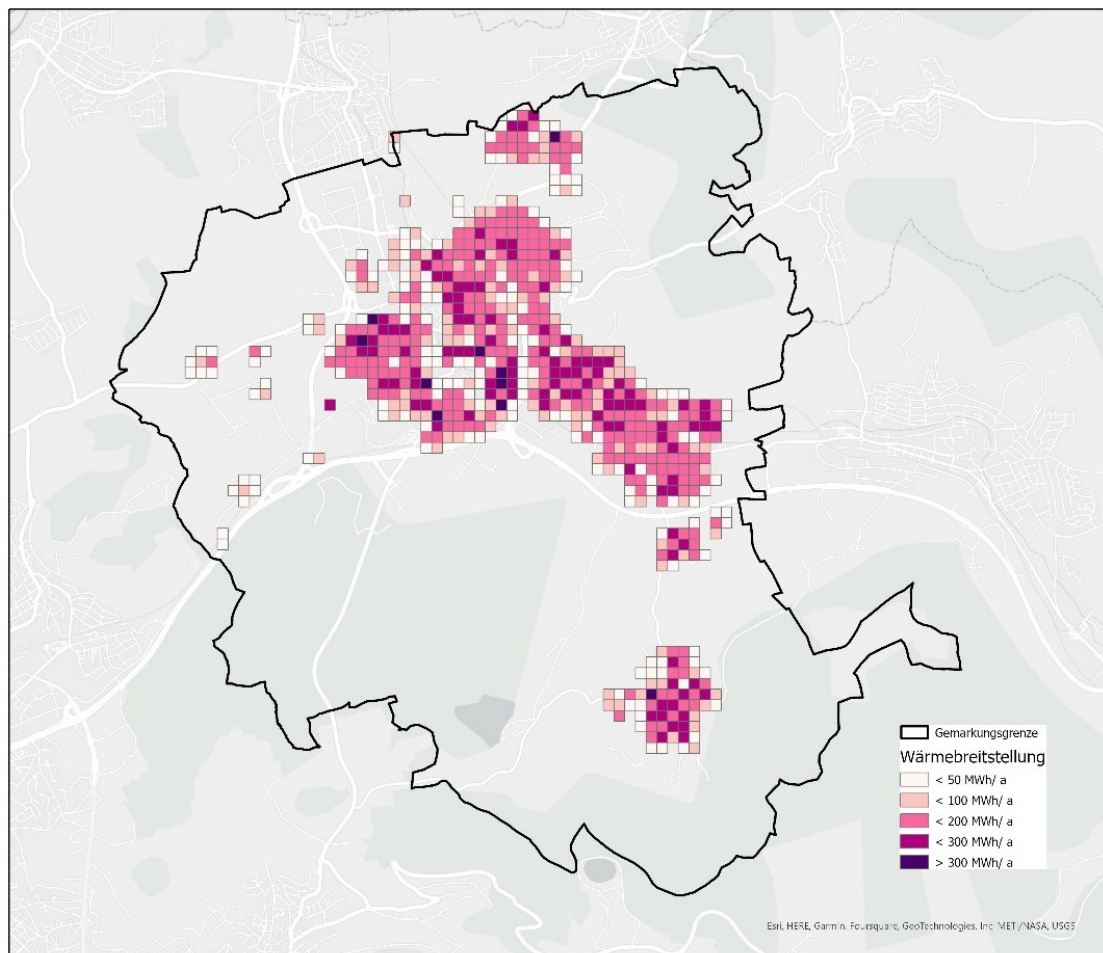


Abbildung 30: Potenzial oberflächennaher Geothermie – Wärmebereitstellung in MWh/ha [32]

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 [15]. 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 Metzingen 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 (Mittel-)Tiefe Geothermie

Die mitteltiefe bzw. tiefe Geothermie, auch hydrothermale Geothermie, erschließt wasserführende Gesteinsschichten in 400 bis 1.000 m Tiefe. Die Wärme in natürlich vorkommenden Grundwasserleitern kann zur Wärmeversorgung genutzt werden.

Durch eine Entnahmebohrung wird Grundwasser höherer Temperatur an die Oberfläche gefördert. Nach dem Wärmeentzug erfolgt die Rückführung, über einen Schluckbrunnen, in den Ursprungsgrundwasserleiter. Das System des Entnahme- und Schluckbrunnens ist ein in sich geschlossener Kreislauf und wird als hydrothermale Dublette bezeichnet. Der Wärmeaustausch erfolgt über geeignete Wärmetauscher und die Temperaturanhebung mittels einer Wärmepumpe.

Eine durchgeführte Machbarkeitsstudie zum Geothermiefpotenzial im Stadtgebiet Metzingen kommt zu folgenden Ergebnissen [33]:

Metzingen liegt im Bereich einer sog. Geothermischen Anomalie. Eine geothermische Anomalie bezeichnet das Auftreten von erhöhten Temperaturen des Untergrundes. Für Baden-Württemberg sind dies z.B. Gebiete des Oberrheingrabens und Bad Urach, siehe Abbildung 31. Ein geothermischer Gradient bestimmt die Zunahme der Untergrundtemperatur in Abhängigkeit der Tiefe und liegt im Mittel bei 3 K / 100 m. Entsprechend der Machbarkeitsstudie ist ein deutlich erhöhter geothermischer Gradient, bis zu ca. 5,6 K / 100 m, zu erwarten [33].

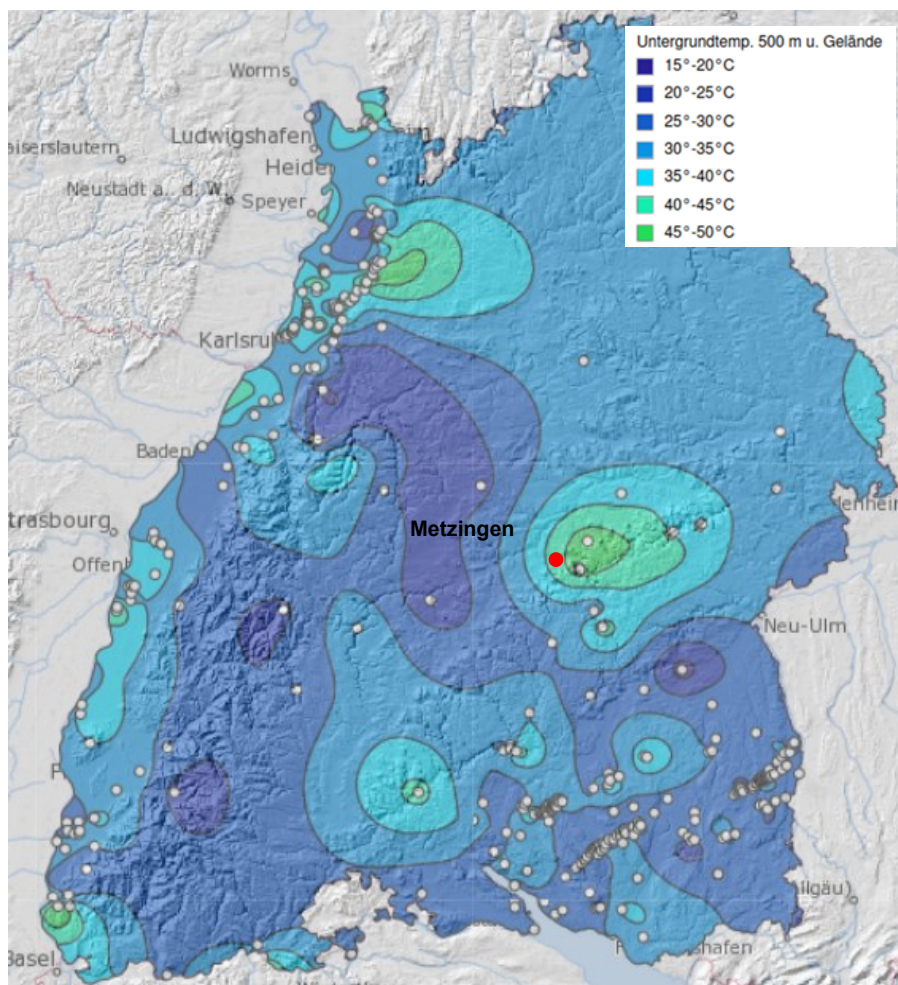


Abbildung 31: Temperaturverteilung in 500 m unter Gelände [31]

Ergiebige Grundwasserleiter sind im Raum Metzingen der Muschelkalk und der Buntsandstein. Folgende Angaben zur Tiefenlage, zur Ergiebigkeit und zu erwartbaren Temperaturen sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18: Eckdaten der Machbarkeitsstudie zum Geothermiekpotenzial in Metzingen [33]

Grundwasserleiter	Tiefenlage in m	Ergiebigkeit in l/s	Temperatur in °C
Muschelkalk	525 - 550	15 - 20	ca. 40
Buntsandstein	ca. 710	5 - 10	ca. 50

Ausgehend von den in Tabelle 18 angegebenen Daten kann ein Potenzial von jährlich ca. 9 GWh, durch Temperaturerhöhung mittels einer Großwärmepumpe, genutzt werden. Dies entspricht einer Wärmeversorgung von ca. 360 Haushalten.

Eine Einschränkung der Nutzung hydrothormaler Geothermie stellen Heilquellenschutzgebiete dar. In Abbildung 32 ist das Heilquellenschutzgebiet der Romina Mineralbrunnen GmbH abgebildet. Das nordwestliche Stadtgebiet Metzingens liegt

innerhalb dieses Heilquellenschutzgebietes. In diesem Schutzgebiet gilt eine Bohrtiefenbegrenzung bis 400 m und es ist keine Niederbringung einer Bohrung zur Wassergewinnung gestattet.

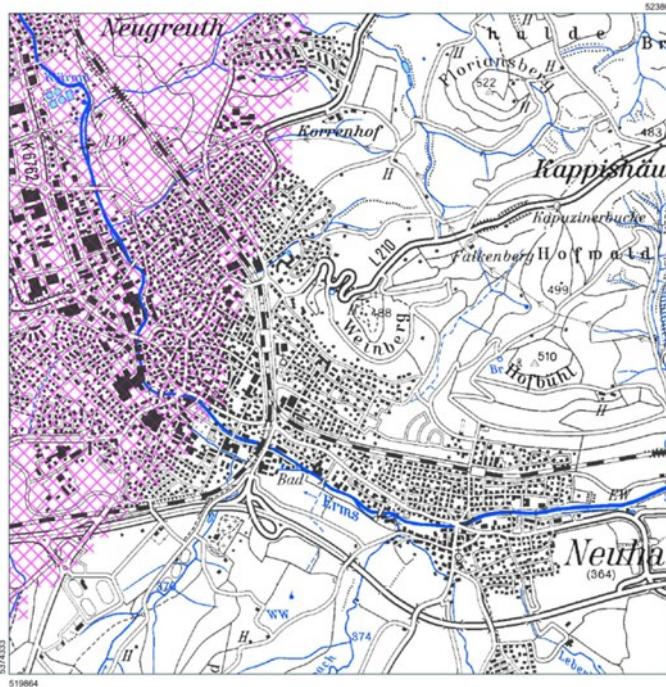


Abbildung 32: Lage Heilquellenschutzgebiet Romina Mineralbrunnen GmbH [33]

Die Niederbringung einer Bohrung unterliegt einem sog. Fündigkeitsrisiko, welches sich über die Quantität, die Förderrate und Temperatur betreffend, und die Qualität, die chemische Zusammensetzung, des Grundwassers definiert. Um weitere Erkenntnisse, aufbauend auf der Machbarkeitsstudie, zu erlangen, können weitere frei zugängliche Geodaten ausgewertet werden. Hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit bezüglich technischer Auflagen oder Limitierungen für die Niederbringung einer Bohrung ist eine Kontaktaufnahme mit dem Landratsamt (Untere Wasserbehörde) notwendig. Diese Schritte sind in einer prioritären Maßnahme dieses Kommunalen Wärmeplanes in Kapitel 6.1 festgehalten.

In folgenden Schritten kann der Einsatz geophysikalischer Messmethoden (z.B. 3D-Seismik) Aufschluss über die Mächtigkeit eines potenziellen Grundwasserleiters oder auch -geringleiters geben. Eine technische Machbarkeitsstudie prüft eine mögliche Lage der Bohrungen und eine mögliche Anbindung an ein Wärmenetz.

4.3.9 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“ [1]. Der Hintergrund ist, dass sich mit sinkender Quelltemperatur (Umgebungsluft) die Effizienz der Wärmepumpe stark verringert und der Energieeinsatz (i. d. R. Strom) erheblich ansteigt. 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.

4.3.10 Oberflächengewässerwärme

Für die Potenzialanalyse wurden sowohl Flüsse als auch Seen in Metzingen 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“ [1].

Auf der Gemarkung Metzingen wurde das Potenzial zur Flusswasserwärmenutzung der Erms untersucht. Hierzu wurden Pegel- und Temperaturaufzeichnungen der Erms näher betrachtet. Es wurden öffentlich zugängliche Daten der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg sowie des interaktiven Dienstes UDO der LUBW verwendet [20], [34]. Ausgewertet wurden jeweils die niedrigsten gemessenen Abflusskennwerte der letzten 40 Jahre. Auf Basis der monatlichen Durchschnittstemperaturen der Erms und unter der Annahme, dass 10 % des Abflusses für die Wärmeerzeugung entnommen werden, kann eine Wärmeentzugsleistung angegeben werden. Diese minimale Entzugsleistung kann auch im Winter erzielt werden und beträgt im November 0,5 MW_{th}. In den Monaten Dezember und Januar fällt die Temperatur der Erms auf durchschnittlich ≤ 4 °C und ist damit zu niedrig für einen effizienten Wärmeentzug durch eine Wärmepumpe, da die Abkühlung des Gewässers nahe des Gefrierpunktes läge [20]. In diesem Zeitraum kann deshalb keine nutzbare Wärmeleistung erzielt werden. Da zu diesem Zeitpunkt der Wärmebedarf aber auch am höchsten ist, kann eine Fließgewässernutzung zur Wärmeerzeugung derzeit nicht empfohlen werden.

Für die Wärmenutzung von Seen gibt es in Metzingen kein nennenswertes Potenzial, da hierfür grundsätzlich nur Oberflächengewässer mit einer Größe von über 50 ha

und einer Tiefe von mind. 20 m in Frage kommen [35]. Seen mit einem solchen Ausmaß lassen sich in Metzingen nicht wiederfinden.

4.3.11 Standorte KWK

Kraft-Wärmekopplungsanlagen 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. Eine Untersuchung der entsprechenden KWK-Anlagen welche Art der klimaneutralen Wärmeherzeugung technisch und wirtschaftlich attraktiv ist, kann ggf. im Rahmen eines Transformationsplanes innerhalb der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erfolgen.

Bei Stromgeführten KWK-Anlagen bietet sich eine Prüfung der Abwärmenutzung an, um so die Effizienz der Anlage zu steigern. Die Standorte der bestehenden KWK-Anlagen, der Stadtwerke Metzingen, sind in der folgenden Abbildung 33 dargestellt.

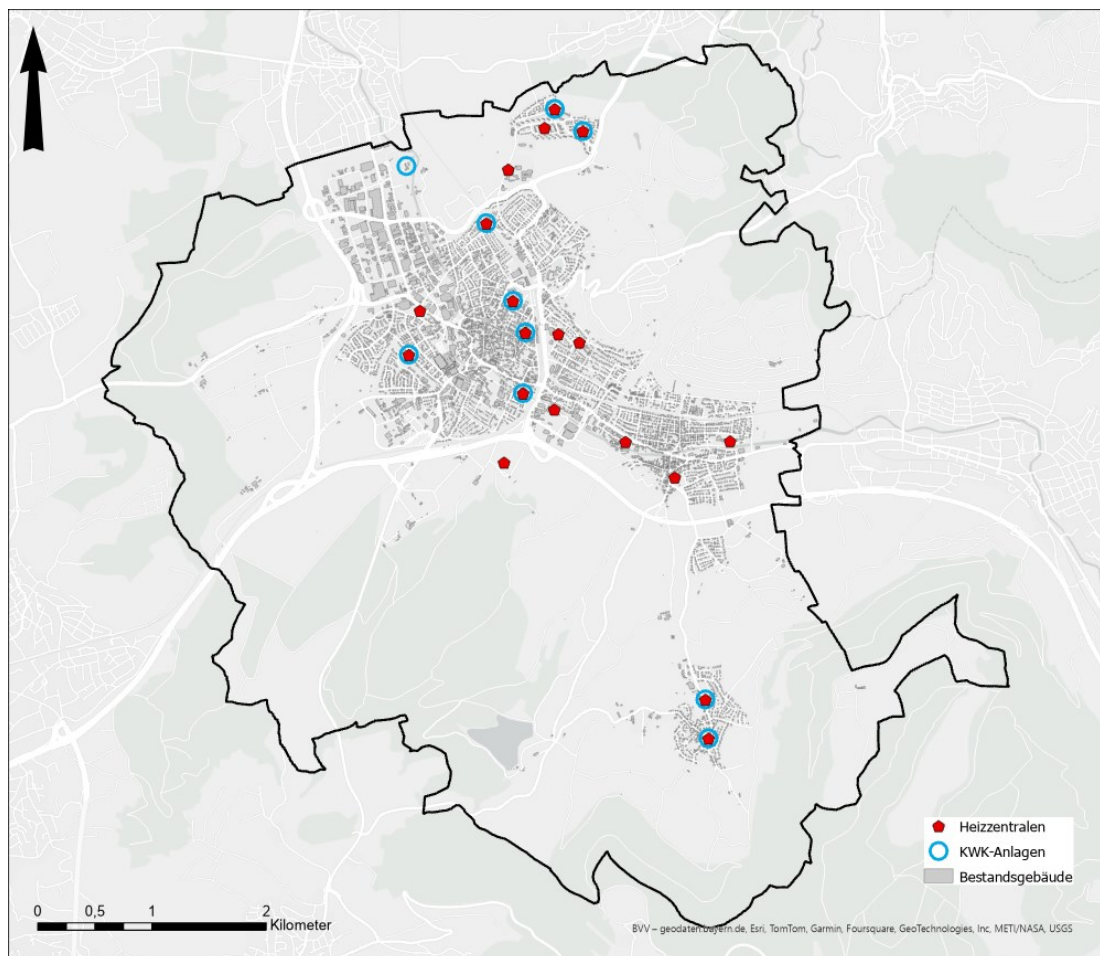


Abbildung 33: Standorte Heizzentralen und KWK-Anlagen der Stadtwerke Metzingen / AVE

In der Kläranlage des Abwasserverbandes Ermstal werden derzeit drei stromgeführte KWK-Anlagen betrieben. Die Abwärme wird derzeit nur zum Teil genutzt. In einer Machbarkeitsstudie zur Realisierung eines Wärmenetzes im Industriegebiet

Längenfeld wurde das Potenzial der Abwärmenutzung der KWK-Anlagen im Klärwerk untersucht, siehe Maßnahme 2 in Kapitel 6.1. [19]

4.3.12 Wasserstoffpotenziale

Grundsätzlich kann Wasserstoff als Energieträger für Wärmeerzeuger heute schon eingesetzt werden. Heizungssysteme werden „H₂-ready“ hergestellt und können bis zu einem Wasserstoffanteil von 20 % Beimischung zu Erdgas betrieben werden [36]. Bei höheren Anteilen des Wasserstoffes sind Anpassungen der Heizungstechnik notwendig.

Die Herausforderung ist aber weniger die Heiztechnik, vielmehr die Herkunft und die Verteilung des Wasserstoffes. Die terranets bw, als Transportnetzbetreiber für Gas, hat eine erste Entwicklung der H₂-Infrastruktur ab 2028/2030 vorgestellt, siehe Abbildung 34. Metzingen befindet sich in dem Cluster 3a, Region-Schwarzwald-Baar, hier werden Planungen und/ oder Neubau erst bei hinreichenden Bedarfsmeldungen möglich [37].



Abbildung 34: Entwicklung der H₂-Infrastruktur ab 2028/2030 [37]

Der Wasserstoffmasterplan der terranets bw skizziert sukzessive die Transformation des Gastransportnetzes auf Wasserstoff bis zum Jahr 2040 [37]. Für Metzingen wird diese Gasnetztransformation erst im Jahr 2040 dargestellt. Aus diesem Grund ist, nach derzeitigem Kenntnisstand, nicht mit einer flächendeckenden Versorgung mit Wasserstoff schon vor dem Jahr 2040 auszugehen. Eine vorzeitige Verfügbarkeit von Wasserstoff punktuell für die Industrie und zentrale Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze wird jedoch angenommen.

Eine Vision für das Jahr 2030 von Ansätzen für die Wasserstoffverteilung bietet das „HyStarter- Konzept Wasserstoff im Landkreises Reutlingen“ [38]. Der Fokus dieses Konzeptes liegt auf der regionalen Erzeugung von Wasserstoff, mittels Elektrolyse aus Stromerzeugungsüberschüssen aus Photovoltaik- und Windstrom oder Biogasdampfreformierung und der Verteilung und Anwendung in der Industrie und Mobilität. Ideen des HyStarter- Konzeptes sollen, im Rahmen der Folgeförderung, in einer gemeinsamen HyExpert-Region „Hy-NaTuRe“ weiterentwickelt und möglichst zur Umsetzungsreife ausgearbeitet werden.

Zusammenfassend ist in Metzingen vor dem Jahr 2040 von keiner flächendeckenden Infrastruktur für Wasserstoffanwendungen auszugehen, wahrscheinlicher ist der punktuelle Einsatz von Wasserstoff in industriellen Anwendungen und zentrale Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze.

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.

Das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfes durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle senkt den Wärmebedarf. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 kann, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % des Wohngebäudebestands, der Wärmebedarf bis zu 8 % gesenkt werden. Die energetische Sanierung stellt somit einen wichtigen Baustein der Wärmewende dar.

Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Metzingens flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Konventionelle Wärmenetze eignen sich z.B. im Innenstadtgebiet, im Stadtteil Neugreuth und im Stadtteil Neuhausen. In Gebieten geringerer Wärmebedarfsdichte eignen sich Niedertemperatur-Wärmenetze. Die Nutzung der Abwärme industrieller Betriebe kann als Einspeisung für ein Wärmenetz dienen, die durchgeführte Unternehmensumfrage mit positiven Rückläufern legt die Grundlage für Folgeschritte zur Quantifizierung des Abwärmepotenzials durch Beratung. Die Abwasserwärmenutzung birgt in Metzingen ein großes Potenzial, da der Kanal durch das Siedlungsgebiet, geeigneter Durchmesser und Durchflussmengen und Temperaturen, in direkter Nähe zu potenziellen Wärmeabnehmern verläuft. Weiterhin kann Abwasserwärme aus dem Auslauf der Kläranlage des Abwasserzweckverbandes Ermstal im Industriegebiet Längenfeld in unmittelbarer Nähe genutzt werden.

Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung mittels Photovoltaik, größenordnungsmäßig benannt wie folgt, auf Dachflächen, Freiflächen und Parkplatzüberdachungen. Zur regenerativen Deckung des künftig steigenden Strombedarfes, u. a. für Wärmeanwendungen ist ein Ausbau dieses PV-Potenzials zu verfolgen. In Flächenkonkurrenz zu PV-Dachanlagen stehen Solarthermieranlagen zur direkten Wärmeherzeugung aus Solarenergie. Der Gesamtwärmebedarf im Basisjahr könnte zu 22 % bei einer angenommenen Mindestbelegung der Dachflächen bereitgestellt werden. Das Potenzial der Windkraft steht in geringerem Ausmaß als die der PV-Dachanlagen technisch zur Verfügung.

Das lokale Potenzial der Verwertung des Energieholzes und Restholznutzung kann, wenn es gezielt eingesetzt wird, zur Dekarbonisierung der Wärmeherzeugung im einstelligen Prozentbereich beitragen. Eine Biomassevergärung organischer Abfallstoffe oder die Erzeugung von Biogas aus landwirtschaftlicher Quelle, spielen wärmemengenmäßig eine kleine Rolle.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist in Metzingen flächendeckend vorhanden. Mit der spezifischen Wärmeentzugsleistung von 55 -65 W/m lässt sich das Geothermische Potenzial als „effizient“ einordnen. Zahlreiche bestehende Erdwärmesonden belegen die derzeitige Nutzung oberflächennaher Geothermie und sprechen für eine weitere Hebung des Potenzials auf der Gemarkung Metzingens. Die (Mittel-) Tiefe Geothermie kann, einer durchgeführten Machbarkeitsstudie zum Geothermiepotenzial in Metzingen zufolge, eine Rolle für die regenerative Wärmeversorgung spielen, da Metzingen in einer Region mit erhöhter Untergrundtemperatur liegt.

Mit einem flächendeckenden Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeversorgung ist nach den Ausbauplänen des Transportnetzbetreibers, terranets bw, für Metzingen vor 2040 nicht zu rechnen. Jedoch wird vor 2040 von einer punktuellen Verfügbarkeit von Wasserstoff für die Industrie und zentralen Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze ausgegangen.

Schlussendlich ist das Zusammenführen der unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen, erzeugerseitig, und des Wärmebedarfes, bedarfsseitig, 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 Metzingen 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 Metzingen plausible Reduktionsraten des Gesamtwärmebedarfs diskutiert und gemeinsam für das Zielszenario festgelegt. .

Tabelle 19 gibt einen Überblick über die festgelegten Wertebereiche der Sanierungs- bzw. Reduktionsraten in den betrachteten Sektoren.

Tabelle 19: Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten der Sektoren bis zum Jahr 2040

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 19 definierten Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten ergibt sich ein minimaler (MIN) sowie ein maximal (MAX) möglicher Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs bis zum Jahr 2040.

Im MIN-Fall ergibt sich eine Reduktion des Gesamtwärmebedarf von 5 % bis zum Jahr 2040, im MAX-Fall beträgt die Reduktion über alle Sektoren 17 %. In letzterem Fall tragen die Kommunalen Gebäude mit 40 %, Industrie und GHD & Sonstiges mit je 20 % und der Sektor Wohnen mit 13 % zur Wärmebedarfsreduktion bei (vgl. Abbildung 35)

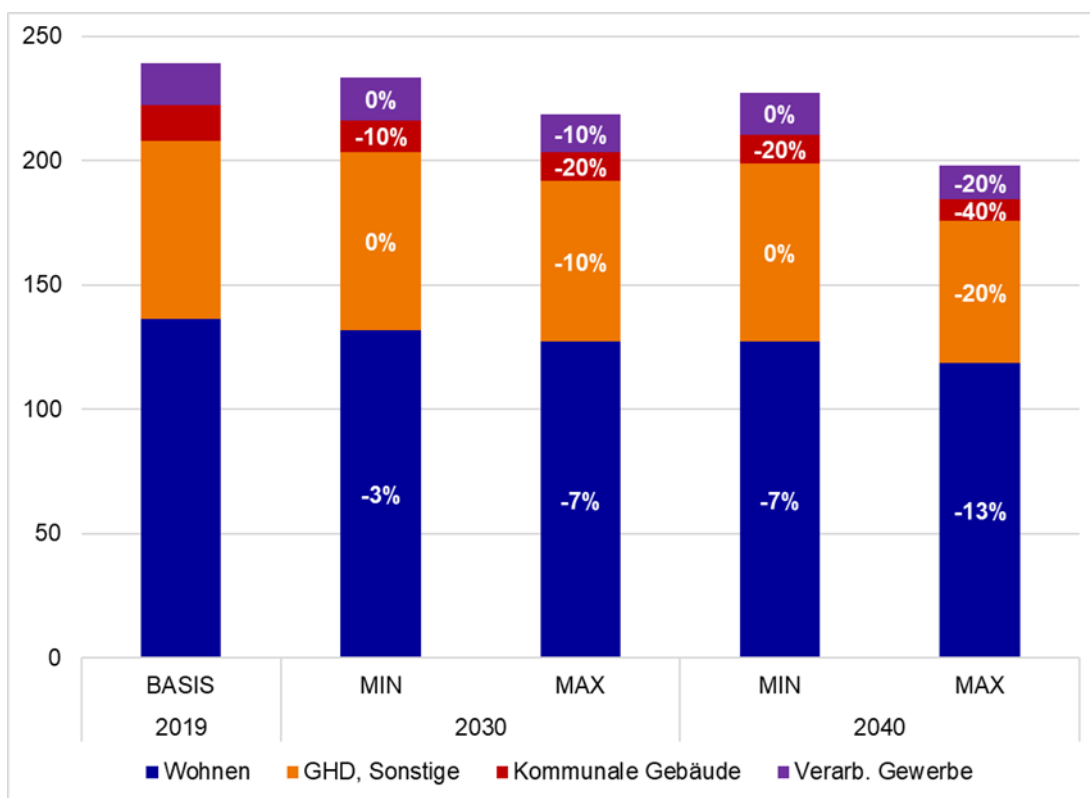


Abbildung 35: Minimaler und Maximaler Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfes

Für das Zielszenario 2040 wurde in Absprache mit der Stadtverwaltung und den Stadtwerken angenommen, dass die Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten des Maximalfalls durch forcierte Anstrengungen in allen Sektoren erreicht werden. Damit ergeben sich die in dargestellten Wärmebedarfswerte.

Tabelle 20: Wärmebedarfsentwicklung in Metzingen nach Sektoren bis 2040

Wärmebedarf in GWh/a	2019	2030	2040	Einsparung
Wohnen	136	127	118	13 %
GHD & Sonstige	72	64	57	20 %
Kommunale Gebäude	14	12	9	40 %
Verarbeitendes Gewerbe	17	15	14	20 %
Gesamt	239	219	198	17 %

5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040

Basierend auf der im vorangegangenen Kapitel dargestellten Wärmebedarfsentwicklungen bis zum Jahr 2040 für die Stadt Metzingen lässt sich die in Abbildung 19 dargestellte Wärmedichtekarte für die Jahre 2030 und 2040 fortschreiben. Dies dient in der nachfolgenden Festlegung der Eignungsgebiete dazu, bei der Empfehlung von Wärmenetzeignungsgebieten sicherzustellen, dass diese auch in Zukunft bei sinkendem Wärmeverbrauch wirtschaftlich betrieben werden können. Die Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen die Wärmebedarfsdichten in Metzingen für die Zieljahre 2030 und 2040. Es ist erkennbar, dass auch bei fortgeschriebener Wärmebedarfsminde- rung im Stadtgebiet eine flächendeckend hohe Wärmebedarfsdichte und damit Wärmenetzeignung besteht.

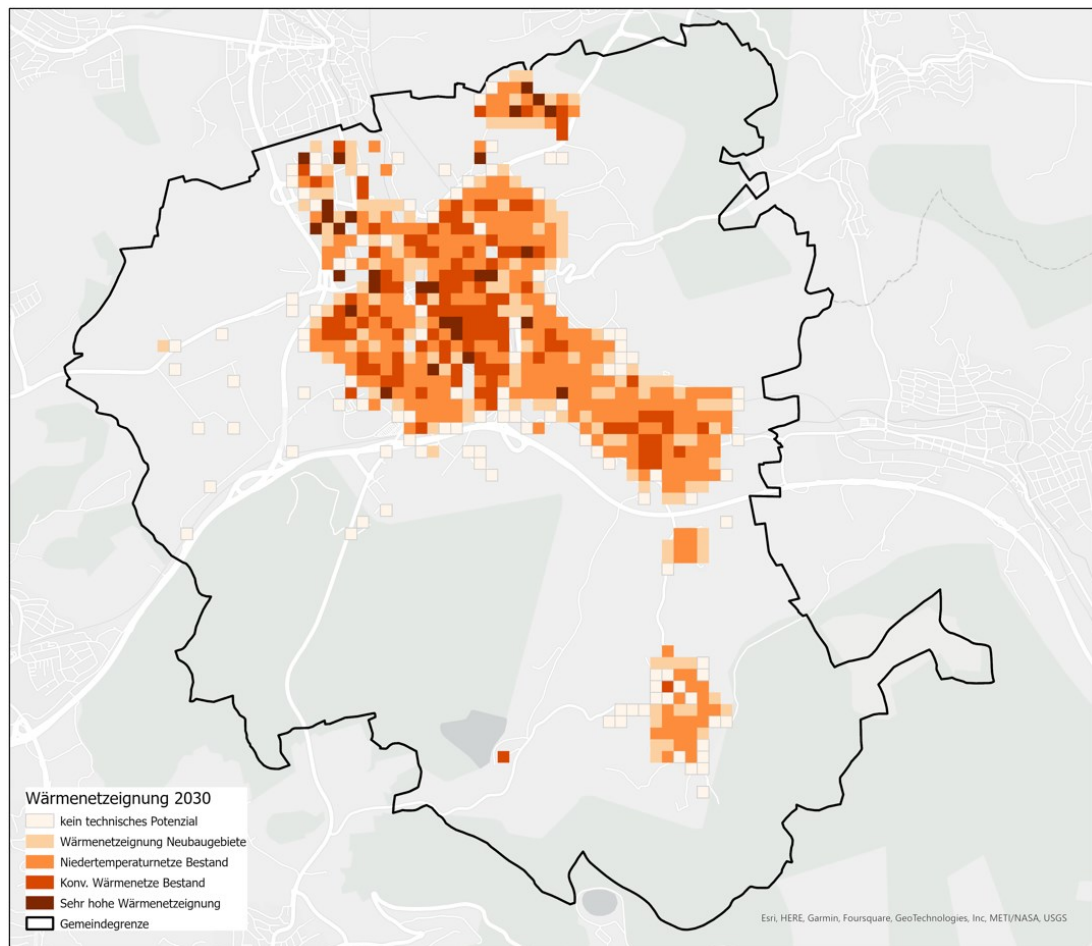


Abbildung 36: Wärmenetzeignung nach KEA BW im Jahr 2030 im Zielszenario

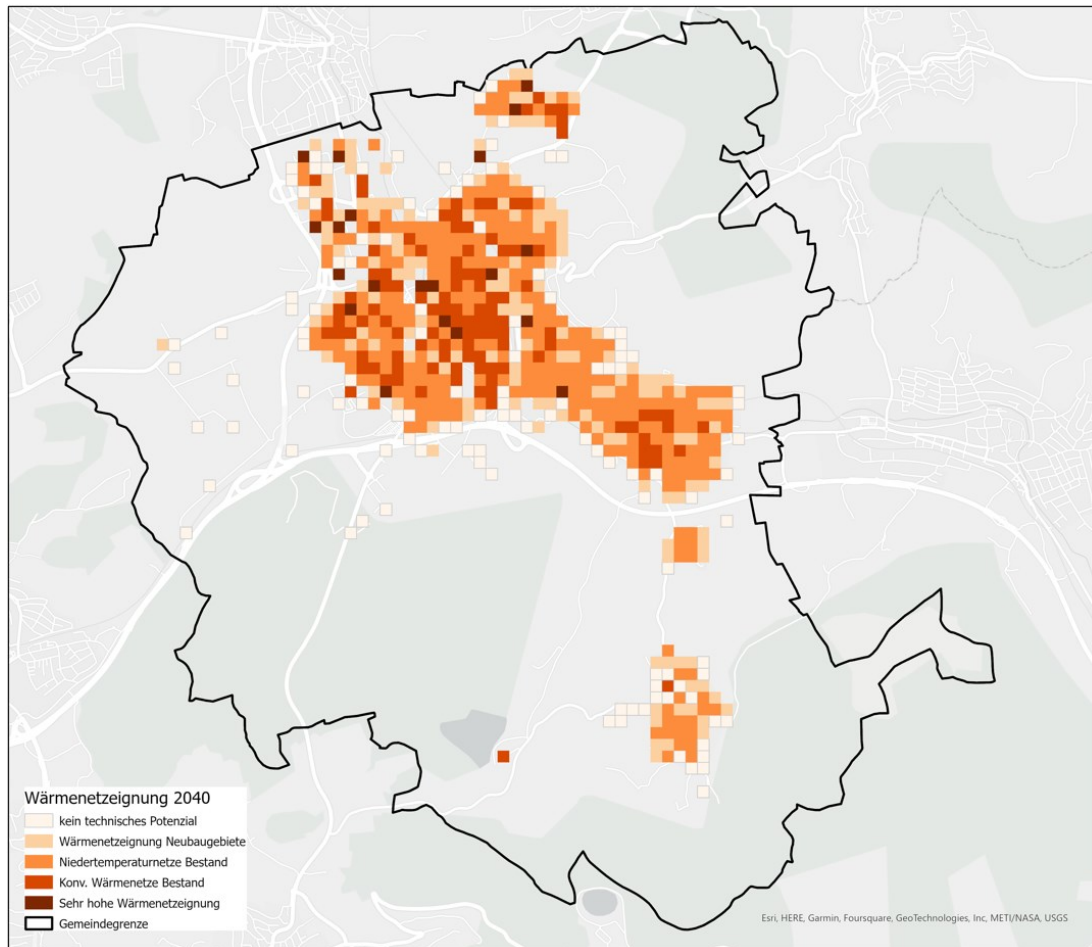


Abbildung 37: Wärmenetzneigung nach KEA BW im Jahr 2040 im Zielszenario

5.3 Eignungsgebiete

Abgeleitet von den Wärmebedarfsdichten und unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen wie Flächennutzung und vorhandene Infrastruktur sowie natürlichen Grenzen wurden für Metzingen 31 Gebiete definiert (siehe Abbildung 38). Zwölf dieser Gebiete wurde auf Basis ihrer Wärmedichte im Basisjahr 2019 – nach KEA BW [1] mindestens 415 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote – die Eignung als konventionelles Wärmenetzgebiet - zugeordnet. 18 Gebiete eignen sich nach der genannten Klassifikation mit mindestens 175 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote als Niedertemperatur-Netzgebiet, und lediglich die kleineren Siedlungen im Stadtgebiet („Sonstige“ Gebiete) werden 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.

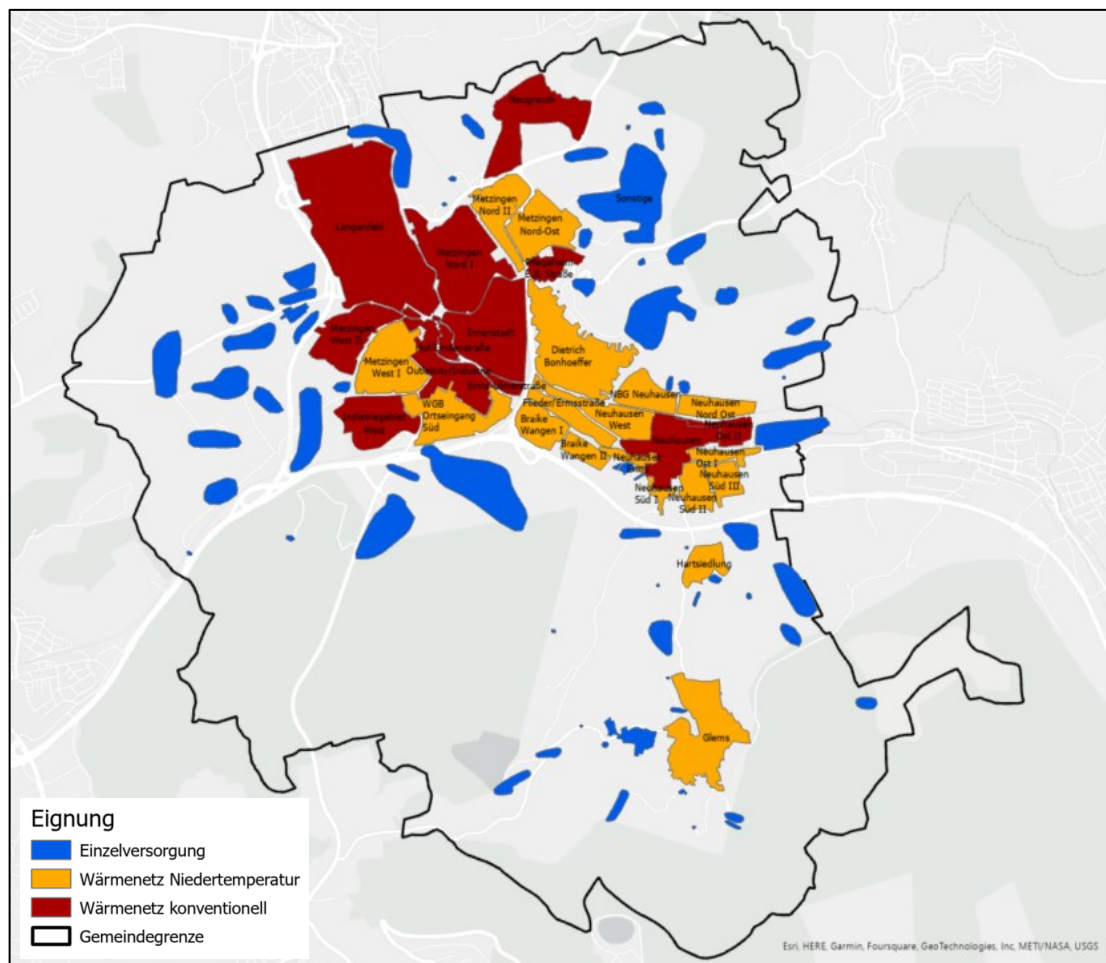


Abbildung 38: Eignungsgebiete in Metzingen nach Einschätzung KEA BW

Die Teilgebiete wurden festgelegt und anhand ihrer Ist-Situation in der folgenden Tabelle 21 charakterisiert. Hinsichtlich des zu entwickelnden Zielszenarios dienen die festgelegten Eignungsgebiete dazu, unter den zukünftigen Technologieoptionen zur Wärmeerzeugung für jedes Gebäude die theoretische Verfügbarkeit von Wärmenetzen anzuzeigen. In Metzingen wird hierbei angenommen, dass bis zum Jahr 2040 ein flächendeckender Ausbau von Wärmenetzen stattfindet und somit die überwiegende Mehrheit der Gebäude 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 21: Eignungsgebiete in Metzingen mit Ist-Situation

Name	Gasnetz	Wärmenetz	Anzahl beheizte Gebäude	Vorwiegender Gebäudetyp	Hauptalter Wohngebäude	Vorwiegender Heizungstyp	Hauptalter Heizungen	Wärmebedarf 2019 in MW/h	Sanierungspotenzial Wohnen	Eignung
Bräike Wangen I	x		9	GHD & Sonstige	bis 1918	Erdgas	2015 - 2019	754	niedrig	Wärmenetz Niedertemperatur
Dietrich Bonhoeffer	x	x	439	Wohnen	1958 - 1968	Erdgas	2005 - 2009	15.918	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Erms-Ulmerstraße	x		36	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2005 - 2009	1.972	mittel	Wärmenetz konventionell
Flieder/Ermsstraße	x		73	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2005 - 2009	5.299	niedrig	Wärmenetz konventionell
Glens	x	x	392	Wohnen	1969 - 1978	Heizöl	1990 - 1994	9.159	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Hartsiedlung	x		129	Wohnen	1949 - 1957	Heizöl	2005 - 2009	2.610	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Hof/Lindenstraße	x		61	Wohnen	bis 1918	Erdgas	2000 - 2004	1.799	niedrig	Wärmenetz konventionell
Industriegebiet West	x		22	GHD & Sonstige	bis 1918	Heizöl	2005 - 2009	3.368	niedrig	Wärmenetz konventionell
Innenstadt	x	x	476	Wohnen	bis 1918	Erdgas	2005 - 2009	29.960	niedrig	Wärmenetz konventionell
Längenfeld	x		187	GHD & Sonstige	1958 - 1968	Erdgas	2000 - 2004	40.328	niedrig	Wärmenetz konventionell
Metzingen Nord I	x		569	Wohnen	1958 - 1968	Erdgas	2010 - 2014	20.798	hoch	Wärmenetz konventionell
Metzingen Nord II	x	x	313	Wohnen	1949 - 1957	Erdgas	2000 - 2004	6.349	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Metzingen Nord-Ost	x		258	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2000 - 2004	6.969	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Metzingen West I	x		317	Wohnen	1979 - 1994	Erdgas	2005 - 2009	10.691	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Metzingen West II	x		310	Wohnen	1969 - 1978	Erdgas	2000 - 2004	14.275	hoch	Wärmenetz konventionell
NBG Neuhausen	x		116	Wohnen	2002 - 2009	Wärmepumpen	2010 - 2014	2.550	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Neugreuth	x	x	287	Wohnen	1958 - 1968	Erdgas	1990 - 1994	17.997	hoch	Wärmenetz konventionell
Neuhausen	x		367	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2005 - 2009	10.814	mittel	Wärmenetz konventionell
Neuhausen Erms	x		22	Wohnen	bis 1918	Heizöl	1995 - 1999	703	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen Nord Ost	x		104	Wohnen	1995 - 2001	Erdgas	1995 - 1999	3.012	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen Ost I	x		44	Wohnen	1919 - 1948	Heizöl	2005 - 2009	1.190	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen Ost II	x		84	Wohnen	1958 - 1968	Heizöl	1995 - 1999	3.242	hoch	Wärmenetz konventionell
Neuhausen Süd I	x		21	Wohnen	bis 1918	Heizöl	2000 - 2004	474	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen Süd II	x		131	Wohnen	1969 - 1978	Erdgas	1990 - 1994	3.330	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen Süd III	x		110	Wohnen	1969 - 1978	Heizöl	1995 - 1999	2.623	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Neuhausen West	x		210	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2015 - 2019	5.390	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Outletcity/Industrie	x		72	GHD & Sonstige	1958 - 1968	Heizöl	2005 - 2009	7.089	niedrig	Wärmenetz konventionell
Pflegeheim E.B. Straße	x		64	Wohnen	1969 - 1978	Erdgas	1985 - 1989	6.102	mittel	Wärmenetz konventionell
WGB Ortseingang Süd	x		367	Wohnen	1919 - 1948	Erdgas	2005 - 2009	9.501	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur

5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040

5.4.1 Wirkungspfade zur Klimaneutralität

Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Metzingen sind zwei grundlegende Wirkungspfade zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 39):

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.²

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.

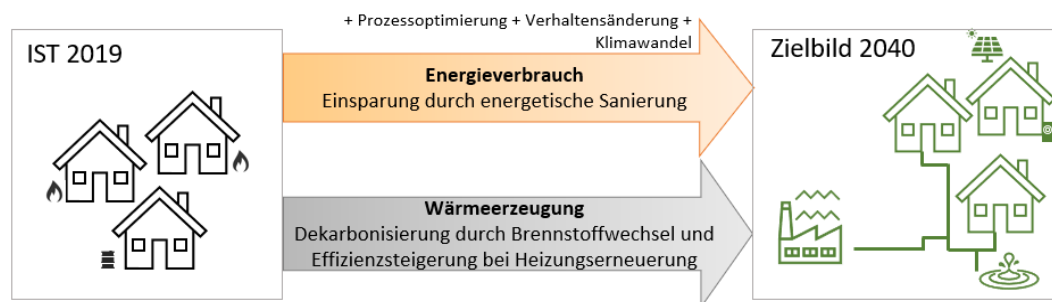


Abbildung 39: Einflusspfade zum klimaneutralen Zielszenario

² 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 2040 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 2040
- Verfügbare Technologien zur Wärmeerzeugung und deren Kosten
- Politische Rahmenbedingungen wie Verbote, Förderungen, Grenzwerte oder CO₂-Abgaben
- Zubau an beheizten Flächen
- Hauptentscheidungskriterium bei Heizungswechsel

Diese Parameter bzw. deren Werte(bereiche) wurden zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios mit den Akteuren der Stadt Metzingen diskutiert und festgelegt. Dabei wurden für die nachfolgende Variantenrechnung die in Tabelle 22 aufgeführten Festlegungen getroffen:

Tabelle 22: 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	79.812 m ²
Kommunale Liegenschaften	0 m ²
Gewerbe	0 m ²
Heizungstausch	
Betriebsdauer Bestandsheizungen	technische Lebensdauer KEA-Technikkatalog (i.d.R. 20 Jahre)
Zulässige Folgeheizungen	Erfüllung EWärmeG / Vorgabe 65 % erneuerbare Energien ab 2024
Entscheidungskriterium Folgeheizung	Wirtschaftlichkeit ³ oder Ökologie ⁴

³ 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.

⁴ Entscheidungskriterium Ökologie: Nach Ablauf der vorgegebene Betriebsdauer wird unter den verfügbaren bzw. zulässigen neuen Heizungen diejenige mit niedrigsten spezifischen CO₂-Emissionen ausgewählt.

Entwicklung leitungsgebundene Infrastruktur bis 2040			
Festlegungen Wärmenetze			
Eignungsgebiete	Grenzwerte Wärmebedarfsdichte KEA BW [1]		
Anschlussquote	50 – 60 %		
Festlegungen Gasnetz			
Anteil Wasserstoff ⁵	2030: 1 %	2040: 10 %	2050: 30 %
Anteil Biomethan ⁵	2030: 1 %	2040: 2 %	2050: 2 %

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 2040 sind in Metzingen keine fossil befeuerten Einzelheizungen oder Wärmeerzeuger in Wärmenetzen mehr in Betrieb.

Dabei ist klar, dass die CO₂-Emissionsbilanz auch für das Jahr 2040 den Wert Null nicht erreichen kann, da z.B. der Netzstrom sowie regenerative Energieträger wie Holz auch im Jahr 2040 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 Metzingen im Basisjahr 2019 bildet. Unter Berücksichtigung zukünftig verfügbarer Wärmeerzeugungstechnologien, hinterlegt in einer Technologiedatenbank, 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.

⁵ In Bezug auf den Gesamtenergieeinsatz

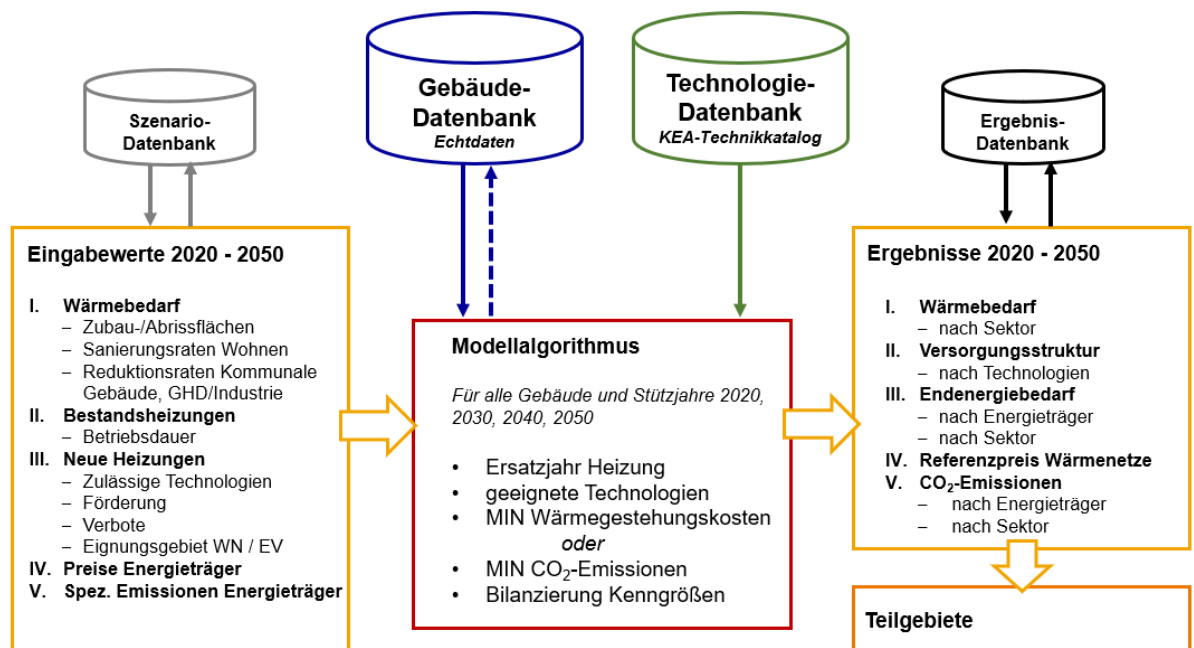


Abbildung 40: Modellstruktur

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 Metzingen 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
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

2) Klimaneutralität Wirtschaftlichkeit (KLIM I)

- Verdopplung der Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

3) Klimaneutralität Ökologie (KLIM II)

- Verdopplung der Sanierungs- und Reduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen

- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten
- Entscheidungskriterium Ökologie

Tabelle 23 fasst die Rahmenannahmen dieser drei Szenarien zusammen.

Tabelle 23: Definition der Szenarien

	Einheit	BAU	KLIM I	KLIM II
Sanierungsrate Wohnen	%/a	1	2	2
Reduktionsrate Kommunale Gebäude	%/a	1	2	2
Reduktionsrate Gewerbe & Industrie	%/a	0	1	1
Förderungen	-	gemäß BEW / BEG / BAFA		
Betriebsdauer fossiler Bestandsanlagen	a	25 - 30	20	20
Verbot fossiler Heizungen	-	Öl: 2026	2024	2024
Entscheidungskriterium	-	Wirtschaftlichkeit	Wirtschaftlichkeit	Ökologie
Ausbaugebiete Wärmenetze	-	Kein Ausbau	gemäß KEA-Eignung	gemäß KEA-Eignung
Anschlussquote Wärmenetze	%	-		
Wasserstoff für Industrie & Wärmenetze		Verfügbar ab 2030 / 2035		
CO ₂ -Emissionen Wärmenetze	kg/kWh	2020: 0,140	2030: 0,140	2040: 0,017

Im **BAU**-Szenario ergibt sich unter obigen Annahmen die in Abbildung 41 dargestellte Entwicklung der Heizungssysteme in Metzingen bis zum Jahr 2050⁶.

⁶ Neben den Zieljahren 2030 und 2040 wird in der Simulation die Entwicklung des kommunalen Wärmesektors bis 2050 abgebildet. Damit lassen sich die Effekte der Transformation über das Zieljahr hinaus analysieren.

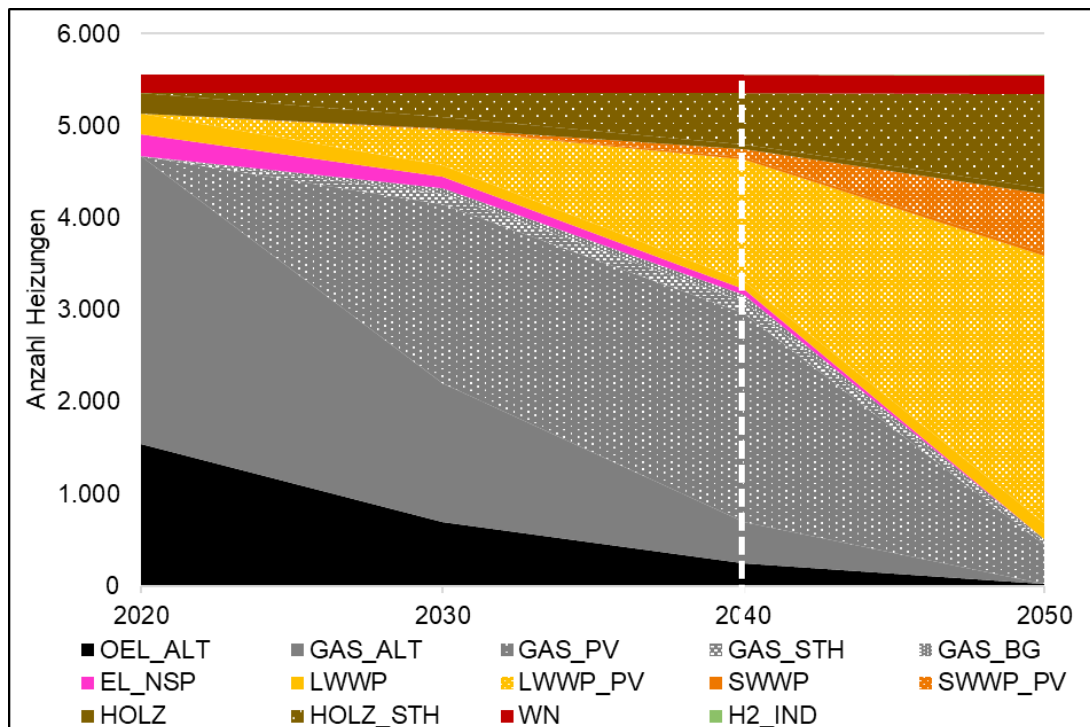


Abbildung 41: Transformation der Heizungssysteme in Metzingen im BAU-Szenario⁷

Es ist ersichtlich, dass die Klimaneutralität bei Fortsetzung der bisherigen Situation im Wärmesektor im Jahr 2040 deutlich verfehlt wird; fossile Einzelheizungen machen mehr als 50 % der Wärmeerzeuger in Metzingen 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 2050 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/Jahresarbeitszahl. Des Weiteren ist erkennbar, dass Sole-Wasser-Wärmepumpen beim Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit flächendeckend erst ab dem Jahr 2040 konkurrenzfähig werden.

Geht man, wie im **KLIM I**-Szenario, von einem flächendeckenden Ausbau der Wärmenetze in Metzingen, dem Verbot fossiler Heizungen sowie einer Begrenzung der Betriebsdauer von 20 Jahren aus, ergibt sich der in Abbildung 42 gezeigte Transformationspfad der Heizungssysteme. Hierbei wird die Klimaneutralität unter der Prämisse, dass die Wärmenetze dekarbonisiert sind, bis zum Jahr 2040 erreicht. Neben einem Wärmenetzanteil von ca. 49 % an den vorhandenen Heizungssystemen wird die klimaneutrale Wärme im Jahr 2040 durch Luft-Wasser-Wärmepumpen (28 %), Sole-Wasser-Wärmepumpen (11 %) sowie Pelletkessel mit Solarthermie (12 %) erzeugt. Ein Restbestand an Gaskesseln und Nachtspeicherheizungen wird im Verlauf des Zieljahres außer Betrieb genommen und ist daher vernachlässigbar.

⁷ Die verwendeten Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis erläutert.

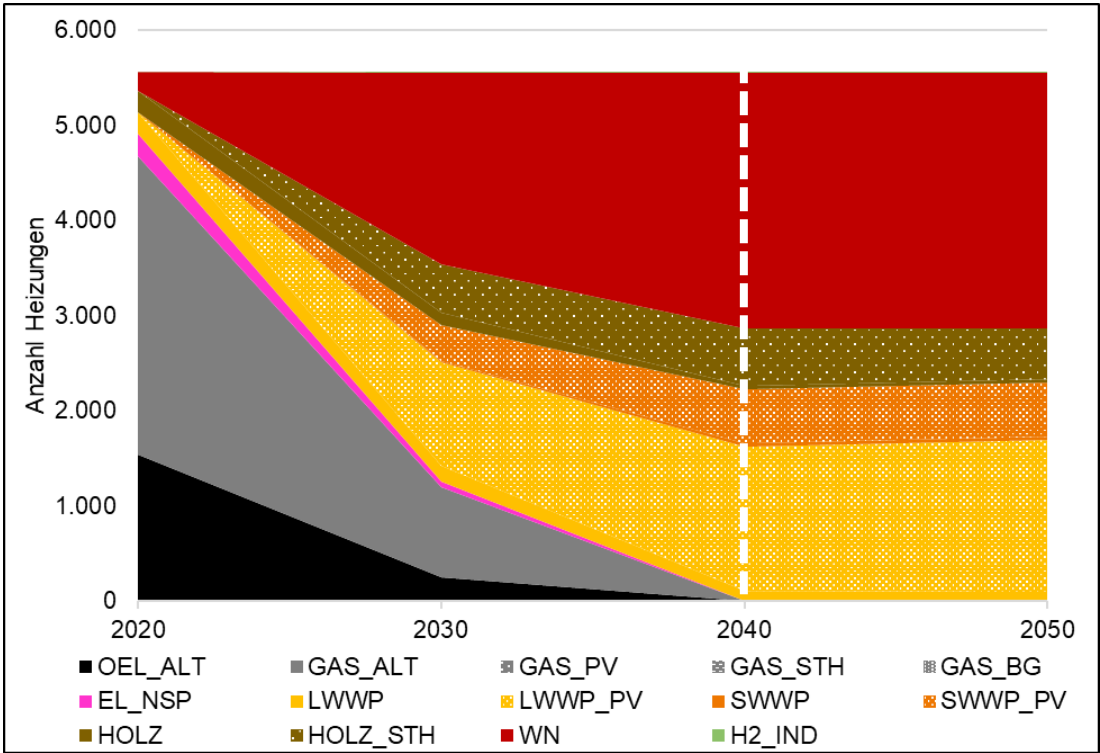


Abbildung 42: Transformation der Heizungssysteme in Metzingen im KLIM I-Szenario

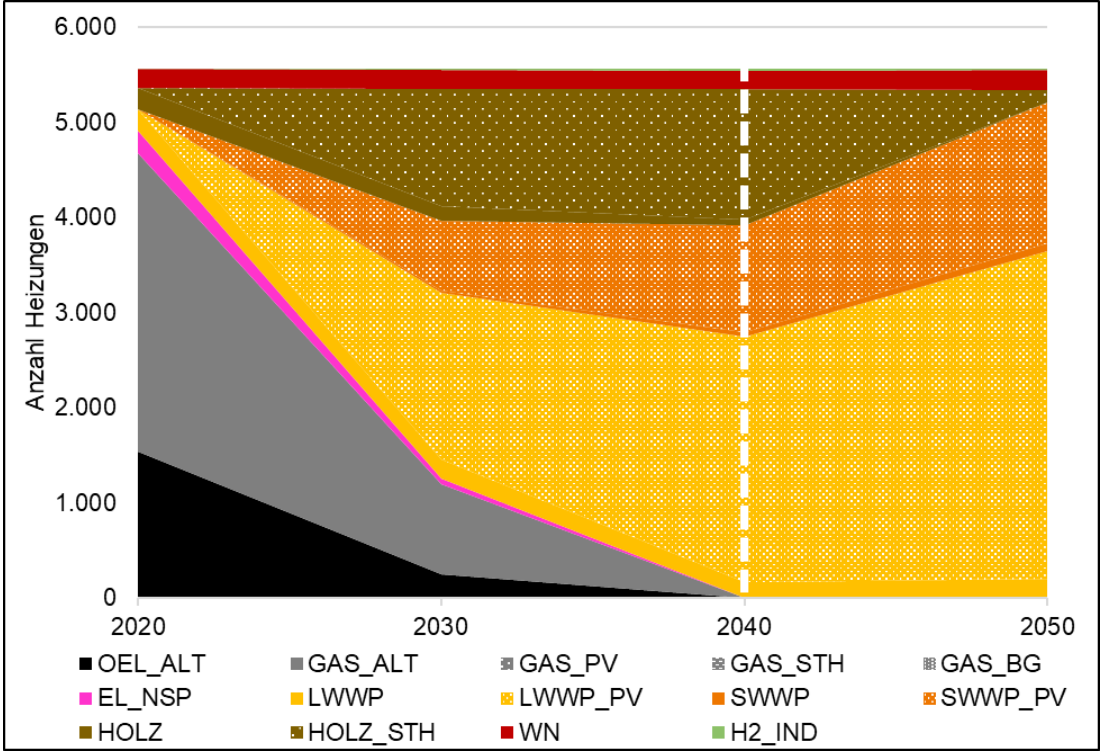


Abbildung 43: Transformation der Heizungssysteme in Metzingen im KLIM II-Szenario

Im dritten betrachteten Szenario, **KLIM II**, wird die Klimaneutralität wie im KLIM I-Szenario im Jahr 2040 erreicht (siehe Abbildung 43). Da in diesem Szenario grundsätzlich diejenige Technologie mit den geringsten spezifischen CO₂-Emissionen beim Heizungsersatz gewählt wird, kommen im Vergleich zum KLIM I-Szenario deutlich mehr Pelletkessel⁸ zum Einsatz; diese machen rund ein Viertel der installierten Heizungen im Jahr 2040 aus. Da angenommen wird, dass grüner Wasserstoff erst ab dem Jahr 2035 zur Verwendung in Spitzenlastkesseln und Blockheizkraftwerken zur Verfügung steht, weisen potenzielle Wärmenetze höhere spezifische CO₂-Emissionen auf und kommen daher in diesem Szenario nicht zum Einsatz. Auch nach 2035 gelingt der Markteintritt für Wärmenetze nicht mehr, da Luft- und Sole-Wasser-Wärmepumpen aufgrund steigender Jahresarbeitszahlen und gleichzeitig sinkender CO₂-Emissionen beim Netzstrom geringere Emissionen aufweisen. Im Jahr 2040 beträgt der Anteil der Wärmepumpen im KLIM II-Szenario 70 %.

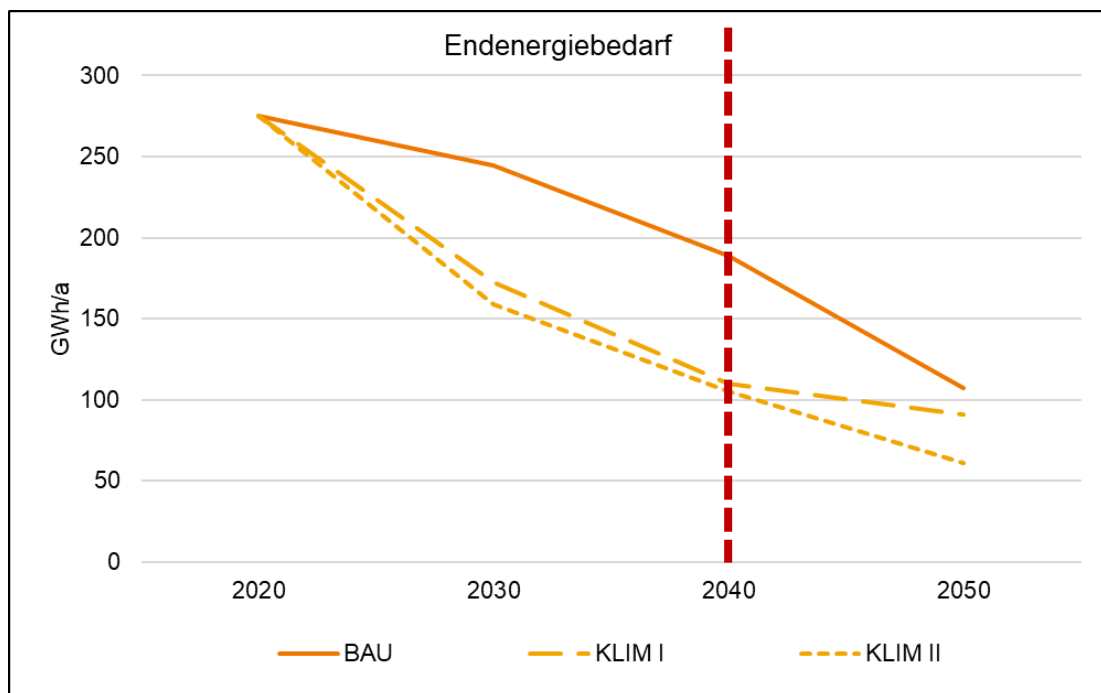


Abbildung 44: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den berechneten Szenarien

Neben der Analyse der zukünftigen Beheizungsstruktur wurden die Szenarien auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Endenergiebedarf⁹ (Abbildung 44) sowie die Entwicklung der CO₂-Emissionen (Abbildung 45) gegenübergestellt. Es ist ersichtlich, dass im BAU-Szenario bis zum Jahr 2040 deutlich mehr Endenergie im Wärmesektor eingesetzt werden muss, und dass diese für deutlich höhere CO₂-Emissionen

⁸ Der Einbau eines neuen Pelletkessel ist im verwendeten Modell nur zulässig, wenn die Bestandsheizung ebenfalls ein Biomasse- oder Ölkessel war. Es wird davon ausgegangen, dass nur in solchen Gebäuden ausreichend Speicherraum für den Pellettank vorhanden ist. Des Weiteren wird angenommen, dass ein Pelletkessel immer mit einer Solarthermieanlage kombiniert wird, sofern eine ausreichend dimensionierte Dachfläche vorhanden ist.

⁹ Dargestellt sind die witterungsbereinigten Endenergiebedarfe ohne Erd- und Umweltwärme, um die Reduktion des klimarelevanten Energieträgereinsatzes im Szenariovergleich besser zu veranschaulichen.

verantwortlich ist. Erst danach findet mit Ausblick auf das Jahr 2050 eine klimaneutrale Transformation des Heizungsbestands statt. Die Verläufe des Endenergiebedarfs in den beiden KLIM-Szenarien sind bis zum Jahr 2040 annähernd gleich, die Kurve der CO₂-Emissionen verläuft im KLIM II-Szenario etwas niedriger als im KLIM I-Szenario. Bis zum Jahr 2040 beträgt die Reduktion des Endenergiebedarfs in den KLIM-Szenarien rund 60 %, die CO₂-Emissionen werden um rund 95 % reduziert.

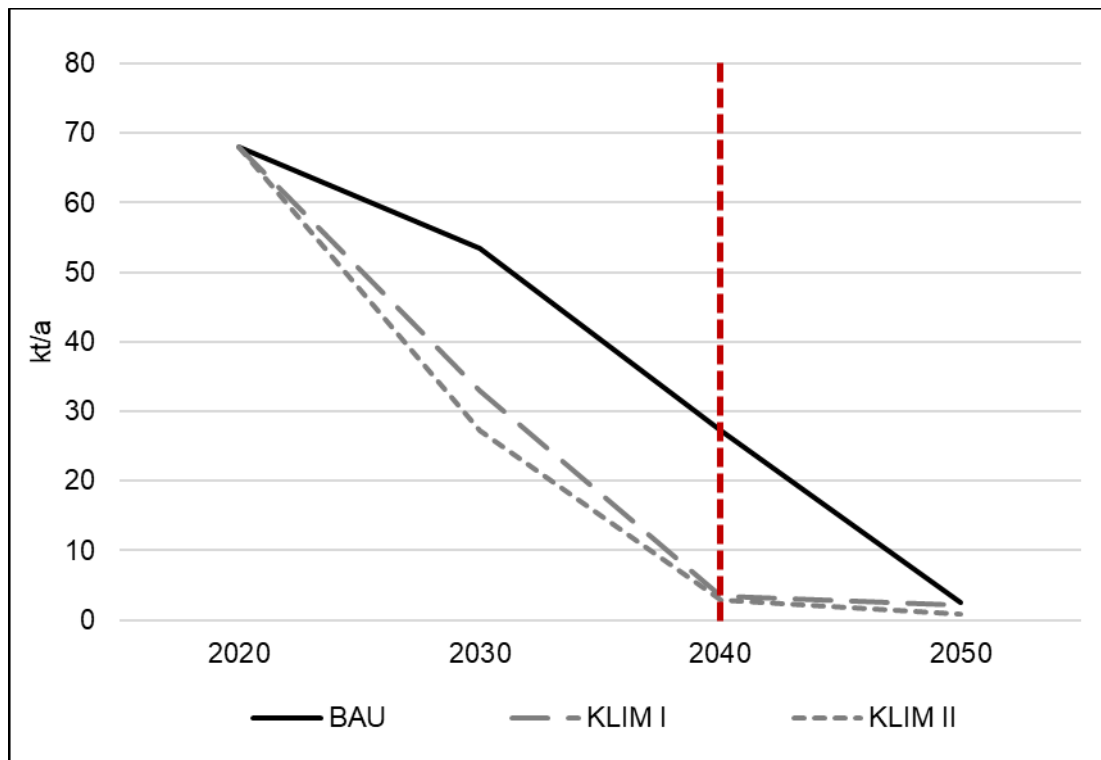


Abbildung 45: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den berechneten Szenarien

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

- Das Entscheidungskriterium „Wirtschaftlichkeit“ beim Heizungsersatz entspricht mehrheitlich den Handlungsansätzen der Akteure im Wärmesektor.
- Gemäß dem theoretischen Potenzial ist ein flächendeckender Ausbau von Wärmenetzen in Metzingen möglich.
- Der Einsatz fester Biomasse sollte aufgrund alternativer Nutzungsmöglichkeiten, knapper Ressourcen und steigender Anforderungen an die Luftreinhaltung begrenzt sein.
- Eine Begrenzung der Betriebsdauer fossile befeuerter Bestandsanlagen ist zwingend nötig.

Auf Basis dieser Eckpunkte wurde für Metzingen das Szenario **KLIM I als Zielszenario 2040** festgelegt.

5.4.5 Energie- und Treibhausgasbilanzen

Aus dem festgelegten Zielszenario ergibt sich für das Stadtgebiet Metzingen für die Zieljahre 2030 und 2040 folgende Beheizungsstruktur:

Tabelle 24: Beheizungsstruktur 2030 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2030	Heizöl	Erdgas	Wärme- netz	Wasser- stoff	Ergän- zend: Solar- ther- mie ¹⁰	Bio- masse	Wärme- pumpe	Direkt- strom
Private Haushalte	5%	16%	36%	0,0%	10%	12%	30%	1%
GHD, Sonstige	3%	23%	34%	1,0%	4%	10%	28%	1%
Kommunale Gebäude	0%	20%	76%	0,0%	2%	2%	1%	1%
Verarbeitendes Gewerbe	4%	24%	48%	0,0%	0%	0%	24%	0%

Tabelle 25: Beheizungsstruktur 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2040	Heizöl	Erdgas	Wärme- netz	Wasser- stoff	Ergän- zend: Solar- thermie ⁷	Bio- masse	Wärme- pumpe	Direkt- strom
Private Haushalte	0%	0%	48%	0,0%	12%	12%	40%	0%
GHD, Sonstige	0%	0%	46%	1,5%	5%	9%	43%	0%
Kommunale Gebäude	0%	0%	96%	0,0%	2%	2%	2%	0%
Verarbeitendes Gewerbe	0%	0%	56%	4,0%	4%	4%	36%	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 96 % aller Gebäude bis zum Jahr 2040. Bei den privaten Haushalten wird ein Anschlussgrad von 48 % erreicht, bei GHD & Sonstige und Verarbeitendem Gewerbe liegen die Anteile bei 49 % bzw. 60 %. Neben den Wärmenetzen kommen vor allem Wärmepumpen im zukünftigen Heizungssystem zum Einsatz, mit dem höchsten Anteil von 42 % im Sektor GHD & Sonstige und dem geringsten Anteil bei den kommunalen

¹⁰ Wärmeerzeugung aus Solarthermie nur in Kombination mit Erdgas- oder Pelletkesseln; nicht in Summe aller Heizungen berücksichtigt.

Gebäuden mit ca. 2 %. Wasserstoff steht dem Verarbeitenden Gewerbe ab 2030 für Industrieprozesse zur Verfügung und erreicht dort einen Anteil von 4 % im Jahr 2040. Die folgende Abbildung 46 illustriert die Zusammensetzung des Wärmebedarfs in Metzingen nach Sektoren und Endenergieträgern im Basisjahr 2019. In allen vier Sektoren dominiert Erdgas als Energieträger, wobei die sektorspezifischen Anteile zwischen 54 % (Private Haushalte) und 81 % (Verarbeitendes Gewerbe) liegen. Heizöl stellt, außer bei den Kommunalen Gebäuden, den zweithäufigsten Endenergieträger dar. Dabei liegt der höchste sektorspezifische Anteil im Sektor Private Haushalte mit 32 %, bei Gewerbe und Industrie werden 18 % bzw. 16 % der Wärme durch Heizkessel bereitgestellt. In den Kommunalen Gebäuden stellen Wärmenetzen mit 41 % den zweithäufigsten Endenergieträger da; Heizöl deckt lediglich 2 % des Endenergiebedarfes im Jahr 2019.

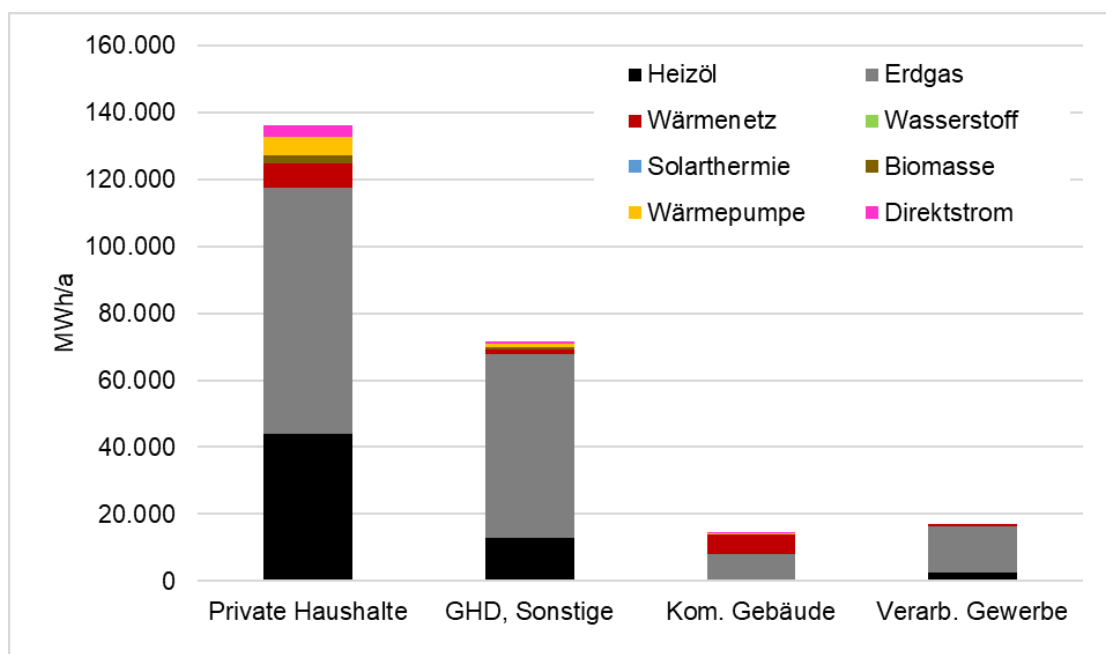


Abbildung 46: Wärmebedarf im Basisjahr 2019 nach Sektoren und Energieträgern

Nach der Transformation des Wärmesektors in Metzingen stellt sich die Wärmebereitstellung im Jahr 2040 wie in Abbildung 47 ersichtlich dar. Durch den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen hat dieser Energieträger einen sektorspezifischen Anteil am Wärmebedarf von 60 % im Sektor Verarbeitendes Gewerbe, 46 % im Sektor GHD & Sonstiges, 51 % im Sektor Haushalte und 98 % bei den Kommunalen Gebäuden. Als zweithäufigster Endenergieträger kommen im Zieljahr Wärmepumpen zum Einsatz, wobei diese zu annähernd drei Vierteln Luft-Wasser-Wärmepumpen und zu einem Viertel Sole-Wasser-Wärmepumpen sind. Diese Wärmepumpen werden jeweils mit PV-Dachflächenanlagen kombiniert, sodass sich durch Strom-Eigenverbrauch zum einen die Wirtschaftlichkeit erhöht, zum anderen die lokale Erzeugung erneuerbaren Stroms steigt. Wie bei der Analyse der Beheizungsstruktur erläutert, kommt im Sektor Verarbeitendes Gewerbe im Zieljahr grüner Wasserstoff zum Einsatz und liefert damit spezifisch ca. 77 % der benötigten thermischen Energie.

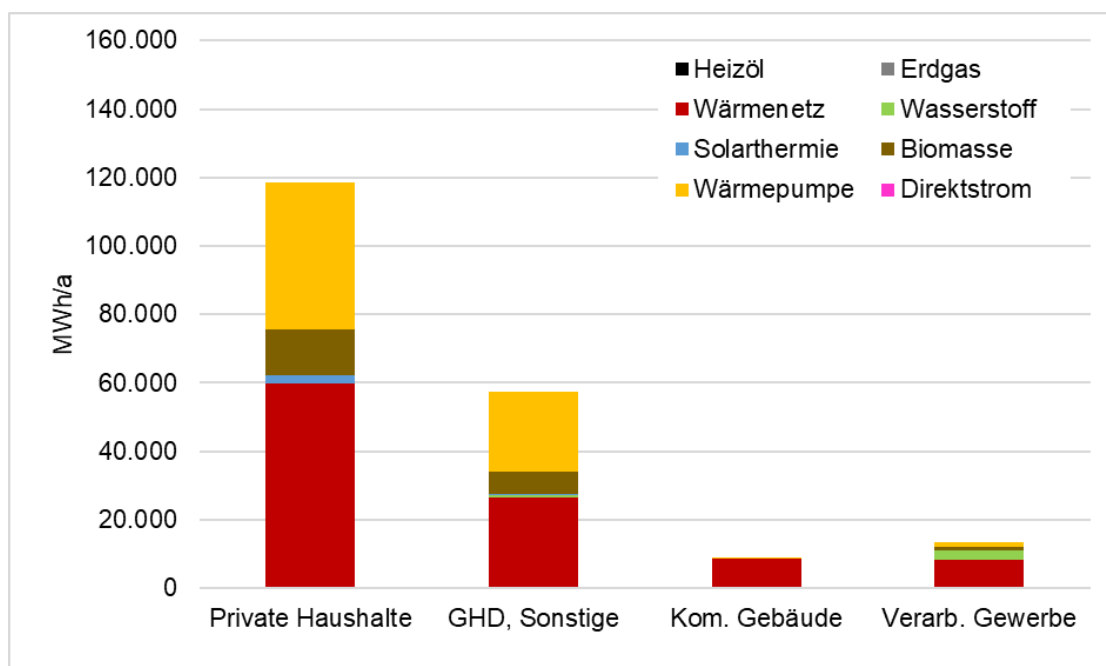


Abbildung 47: Wärmebedarf im Jahr 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Die detaillierte Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Metzingen in den Jahre 2019, 2030 und 2040 ist Tabelle 26 zu entnehmen.

Tabelle 26: Endenergiebilanz in MWh/a für die Jahre 2019, 2030 und 2040 nach Sektoren

2019	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	7.600	53.700	71.000	0	0	1900	2.600	3.900	1.400	0	3.300	0	145.400
GHD, Sonstige	1.300	20.400	53.200	0	0	0	1.000	700	300	0	600	0	77.500
Kom. Gebäude	6.100	1.500	6.000	0	0	0	0	200	100	0	300	0	14.200
Verarb. Gewerbe	100	4.800	17.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.000
GESAMT	15.100	80.400	147.300	0	0	1.900	3.600	4.800	1.800	0	4.200	0	259.100
2030	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	49.100	8.800	22.200	200	200	2500	15.800	30.000	5.600	0	800	0	135.200
GHD, Sonstige	22.600	5.300	14.300	900	100	100	5.900	18.900	100	0	100	0	68.300
Kom. Gebäude	8.800	0	2.700	0	0	0	200	0	100	0	100	0	11.900
Verarb. Gewerbe	6.700	1.800	6.700	100	100	0	0	1.000	0	0	0	0	16.400
GESAMT	87.200	15.900	45.900	1.200	400	2.600	21.900	49.900	5.800	0	1.000	0	231.800
2040	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	59.900	0	0	0	0	3100	16.500	35.200	7.900	0	0	0	122.600
GHD, Sonstige	26.400	0	0	900	0	200	8.200	23.100	100	0	0	0	58.900
Kom. Gebäude	8.500	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	8.600
Verarb. Gewerbe	8.100	0	0	2800	0	0	1.400	1.400	0	0	0	0	13.700
GESAMT	102.900	0	0	3.700	0	3.300	26.200	59.700	8.000	0	0	0	203.800

Im Jahr 2019 wurden die Metzinger Wärmenetze überwiegend durch Erdgas, teilweise in Blockheizkraftwerken, als Endenergieträger in den Erzeugungsanlagen gespeist. 13 % des Endenergieeinsatzes stammte aus fester Biomasse (vgl. Abbildung 48).

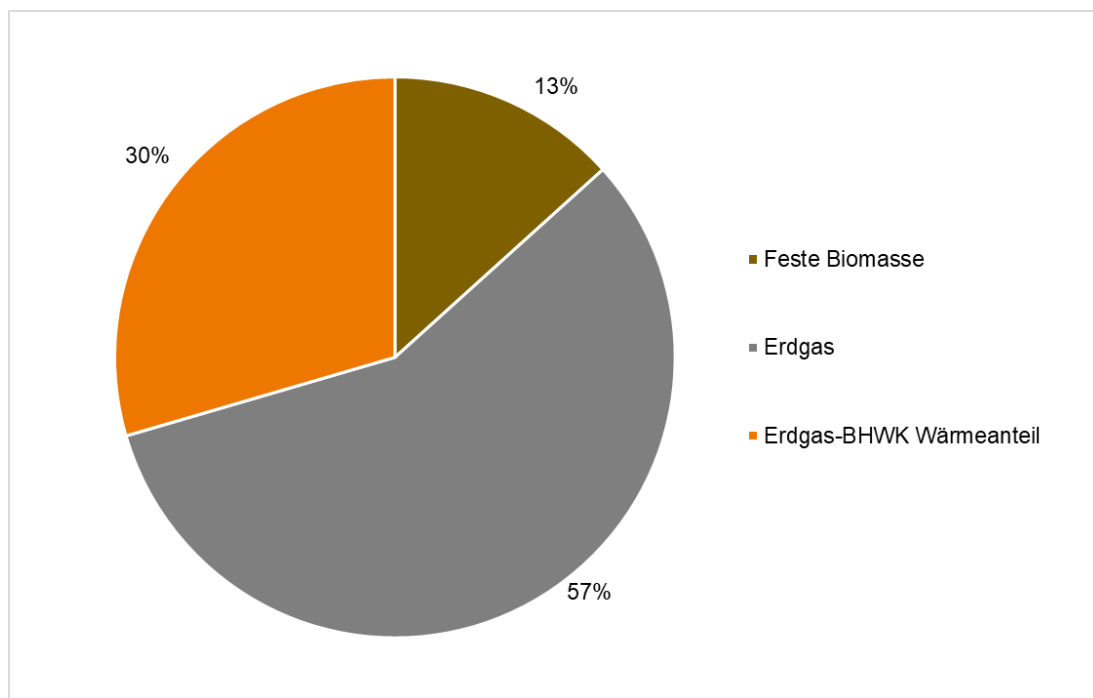


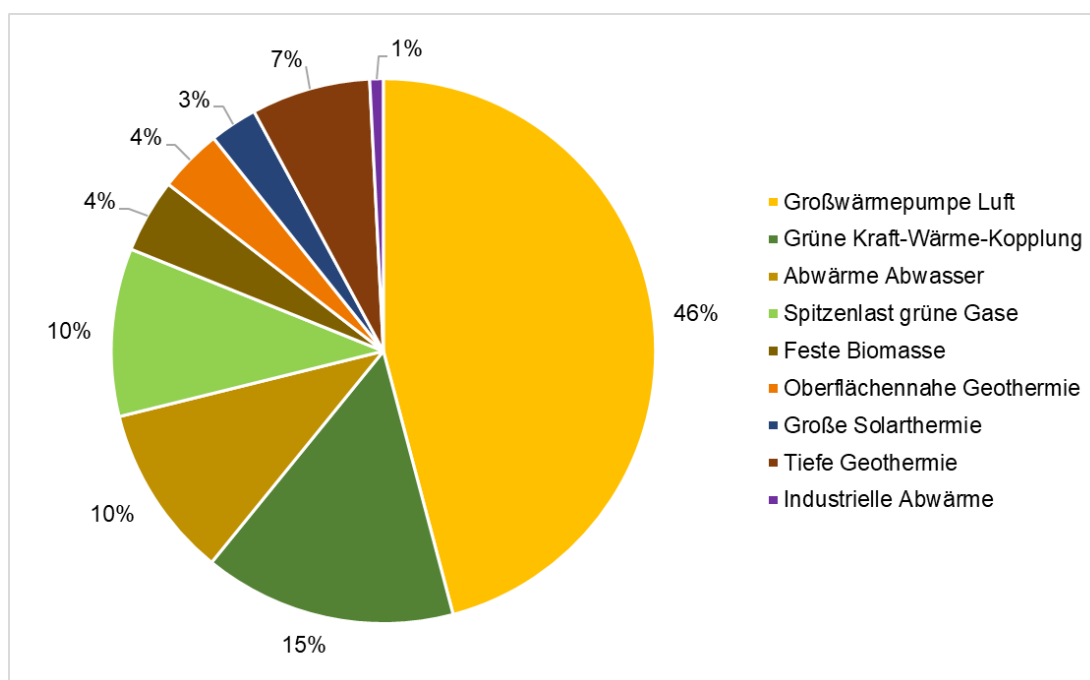
Abbildung 48: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Basisjahr 2019

Unter Berücksichtigung der lokal verfügbaren erneuerbaren Ressourcen wurde ein möglicher Erzeugungsmix für die Transformation des Bestandsnetzes sowie die Wärmeerzeugung in neuen Wärmenetzen abgeschätzt. Dabei orientiert sich die Kombination der möglichen Energieträger an der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) [39], sowie den aus Praxisbeispielen abgeleiteten realisierbaren Anteilen der verschiedenen Wärmeerzeuger (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Annahmen zu Anteilen regenerativer Energieträger in klimaneutralen Wärmenetzen

	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 oder Wasserstoff)	10

Nach Abgleich mit den in den festgelegten Teilgebieten vorhandenen Potenzialen (vgl. Kap. 4) ergibt sich für die zukünftigen Wärmenetze in Metzingen der in Abbildung 49 dargestellte Energiemix zur Wärmebereitstellung. Nach Ausschöpfen der regenerativen Quellen aus Abwärme und erneuerbaren Energien werden 25 % der Wärme durch grüne Gase und 46 % durch große Luft-Wärmepumpen bereitgestellt.

**Abbildung 49: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Zieljahr 2040**

Der resultierenden Endenergiebedarf ergibt sich unter der Annahme typischer, technologiespezifischer Nutzungsgrade [11] wie in Tabelle 28 aufgeführt.

Tabelle 28: Technologiespezifische Nutzungsgrade und Endenergiebedarf in Wärmenetzen 2040

Endenergieträger	Nutzungsgrad	Endenergiebedarf in MWh/a
Strom Hochtemperaturwärmepumpe Abwärme	2,8	320
Abwärme Hochtemperatur		580
Strom Niedertemperaturwärmepumpe Abwärme	3,4	3.370
Abwärme Niedertemperatur		7.400
Strom Sole-Wasser-Wärmepumpe	4,6	920
Erdwärme		3.300
Strom Luft-Wasser-Wärmepumpe	3,9	12.480
Umweltwärme		36.200
Grüne Kraft-Wärme-Kopplung	0,9	18.580
Spitzenlast grüne Gase	1,06	11.820
Biomasse	1,02	4.800
Solarthermie	1,0	3.160
Gesamt		102.930

Unter Berücksichtigung dieses Erzeugungsmix sowie der spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren lassen sich die Treibhausgasemissionen der Metzinger Wärmenetze im Zeitverlauf ableiten. Es wird hierbei davon ausgegangen, dass der Emissionswert des Basisjahrs von 0,140 kg/kWh bis zum Jahr 2030 gleichbleibt und auch in den neuen Wärmenetzen erreicht wird. Bis zum Jahr 2040 wird dieser aufgrund der Einbindung CO₂-neutraler Wärmequellen, der Dekarbonisierung des Netzstroms sowie des Einsatzes grüner Gase ein durchschnittlicher CO₂-Emissionsfaktor von 0,017 kg/kWh erreicht.

Für das gesamte Stadtgebiet Metzingen unter Einbeziehung sämtlicher Gebäude und der ermittelten Beheizungsstruktur ergeben sich schließlich die in Tabelle 29 aufgeführten jährliche CO₂-Emissionen bzw. Emissionsminderungen für die Jahre 2019, 2030 und 2040 in den vier Sektoren. Wie in Tabelle 29 ersichtlich, kann unter den angenommenen Rahmenbedingungen in allen Sektoren eine Minderung von ca. 95 % der ursprünglichen Emissionen erreicht werden, sodass die Gesamtemissionen des Wärmesektors im Jahr 2040 noch 2,9 Kilotonnen CO₂ betragen.

Tabelle 29: CO₂-Emissionen nach Sektor im Zielszenario KLIM I in den Jahre 2019, 2030, 2040

in t/a	2019	2030	2040	Minderung 2019 – 2040
Private Haushalte	39.819	18.120	1.791	-96 %
GHD, Sonstige	19.884	9.750	859	-96 %
Kommunale Gebäude	3.131	1.849	148	-95 %
Verarb Gewerbe	4.661	3.085	182	-96 %
GESAMT	67.495	32.850	2.980	-96 %

5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario

5.5.1 Wärmeversorgung in den Teilgebieten

In Kapitel 5.1 wurde eine erste Einteilung der Stadt Metzingen 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 2040 berechnet: 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) und mit durchschnittlichen Wärmegestehungskosten auf Basis eines Vollkostenansatzes nach [11] bewertet¹¹. 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.

¹¹ Eine detaillierte Berechnung der tatsächlichen, lokalen Deckungsanteile muss unter Berücksichtigung von unterjährigen Lastprofilen auf Nachfrage- und Erzeugungsseite und tatsächlich nutzbaren Flächen in nachfolgenden Machbarkeitsstudien oder Energiekonzepten bestimmt werden und ist nicht Bestandteil der Kommunalen Wärmeplanung.

Neben den Wärmeerzeugungskosten wird bei der Kostenschätzung für Wärmenetze ein flächenbezogener Ansatz zur Abschätzung der Verteilkosten gewählt [40] und in die Kostenrechnung integriert. Es ergeben sich unter Berücksichtigung der historischen und prognostizierten Teuerungsraten die in nachfolgender Tabelle 30 dargestellten Verteilkosten für Wärmenetze in Abhängigkeit der Wärmedichten. Die Wärmegegostehungskosten der Wärmenetze ergeben sich schließlich als Summe der Erzeugungskosten inkl. Planungskosten abzgl. Förderungen und der Wärmeverteilkosten bezogen auf die erzeugte Wärmemenge inkl. 10 % Wärmeverlusten durch das Verteilnetz.

Tabelle 30: Abschätzung der Verteilkosten von Wärmenetzen nach [40]

Wärmedichte in MWh/ha	Wärmeverteilkosten 2019 in EUR/MWh	Wärmeverteilkosten 2030 in EUR/MWh	Wärmeverteilkosten 2040 in EUR/MWh
100	72,23	83,83	97,28
200	36,95	42,88	49,76
300	27,98	32,48	37,69
400	22,98	26,67	30,95
500	19,72	22,89	26,56
600	17,41	20,20	23,44
700	15,66	18,18	21,09
800	14,29	16,59	19,25
900	13,18	15,30	17,76
1000	12,27	14,24	16,52
1100	11,49	13,34	15,48
1200	10,83	12,56	14,58

Durch den Vergleich der Wärmegegostehungskosten 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 Förderschemata wird empfohlen, eine ausgewiesene Wärmenetzeignung erst bei einer Abweichung von mehr als +50 % der Wärmegegostehungskosten Wärmenetze im Vergleich zu den Wärmegegostehungskosten Einzelversorgung auszuschließen.

In Tabelle 31 sind die Wärmegegostehungskosten der Einzelversorgung und Wärmenetze der Teilgebiete zu entnehmen.

Tabelle 31: Wärmegestehungskosten Einzelversorgung und Wärmenetze in den Teilgebieten

Wärmegestehungskosten in Cent/kWh	Einzelversorgung 2019	Einzelversorgung 2030	Einzelversorgung 2040	Wärmenetze 2030	Wärmenetze 2040	Abweichung 2030	Abweichung 2040
Braike Wangen I	6,1	10,7	10,5	-	-	-	-
Braike Wangen II		-	-	-	-	-	-
Dietrich Bonhoeffer	7,2	13,0	13,1	13,2	12,5	2%	-5%
Erms-Ulmerstraße	9,8	14,4	15,6	12,6	11,9	-12%	-24%
Flieder/Ermsstraße	7,2	12,4	12,0	12,4	11,7	0%	-3%
Glems	9,5	13,2	13,2	13,7	13,4	4%	2%
Hartsiedlung	8,4	12,3	12,5	13,2	12,9	7%	3%
Hof/Lindenstraße	8,7	13,4	14,2	12,2	12,1	-9%	-15%
Industriegebiet West	6,5	10,3	9,7	13,2	13,3	28%	38%
Innenstadt	7,8	12,0	12,3	11,7	11,7	-2%	-5%
Längenfeld	6,7	10,8	10,4	12,0	11,6	11%	12%
Metzingen Nord I	7,6	12,6	12,8	12,3	12,0	-3%	-6%
Metzingen Nord II	7,2	13,6	13,9	12,7	12,6	-7%	-10%
Metzingen Nord-Ost	7,5	12,5	13,0	13,1	12,9	5%	0%
Metzingen West I	7,8	12,7	13,1	12,7	12,3	0%	-6%
Metzingen West II	7,1	12,5	12,7	11,9	11,6	-5%	-8%
NBG Neuhausen	7,8	14,1	16,3	13,1	12,8	-7%	-21%
Neugreuth	7,7	12,7	12,6	12,3	11,9	-3%	-5%
Neuhausen	9,7	13,0	13,2	13,1	12,2	1%	-7%
Neuhausen Erms	7,7	11,8	11,3	13,8	13,2	16%	16%
Neuhausen Nord Ost	6,8	13,8	13,4	13,4	12,8	-3%	-4%
Neuhausen Ost I	8,9	12,5	12,7	14,1	13,5	13%	6%
Neuhausen Ost II	8,7	13,8	13,8	13,7	12,6	0%	-9%
Neuhausen Süd I	12,5	16,4	15,7	15,2	14,2	-7%	-9%
Neuhausen Süd II	7,7	13,3	13,6	13,2	12,4	-1%	-9%
Neuhausen Süd III	8,0	11,5	11,1	13,6	12,8	18%	16%
Neuhausen West	7,8	13,1	13,5	13,6	12,9	4%	-4%
Outletcity/Industrie	6,5	11,4	11,3	12,8	12,7	12%	12%
Pflegeheim E.B. Straße	7,4	12,7	12,7	12,2	11,8	-4%	-7%
WGB Ortseingang Süd	7,2	14,3	14,9	13,1	12,7	-9%	-15%

Über die Teilgebiete betrachtet weichen die Wärmenetzpreise ca. +/- 20 % von den Einzelversorgungspreisen ab; Ausnahme bildet das Industriegebiet West mit einer Abweichung von fast 40 %. Ausschlaggebend für ein mögliches Wärmenetz wird hier die Anschlussbereitschaft der ansässigen Unternehmen mit hohen Wärmeverbräuchen sein. Eine vollständige Darstellung der Eignungsgebiete mit spezifischen Maßnahmenempfehlungen bieten die Teilgebietssteckbriefe im Anhang. Eine Übersicht des Endenergiebedarfs im Jahr 2040 für alle Gebiete ist dem Zielfoto in Abbildung 50 zu entnehmen.

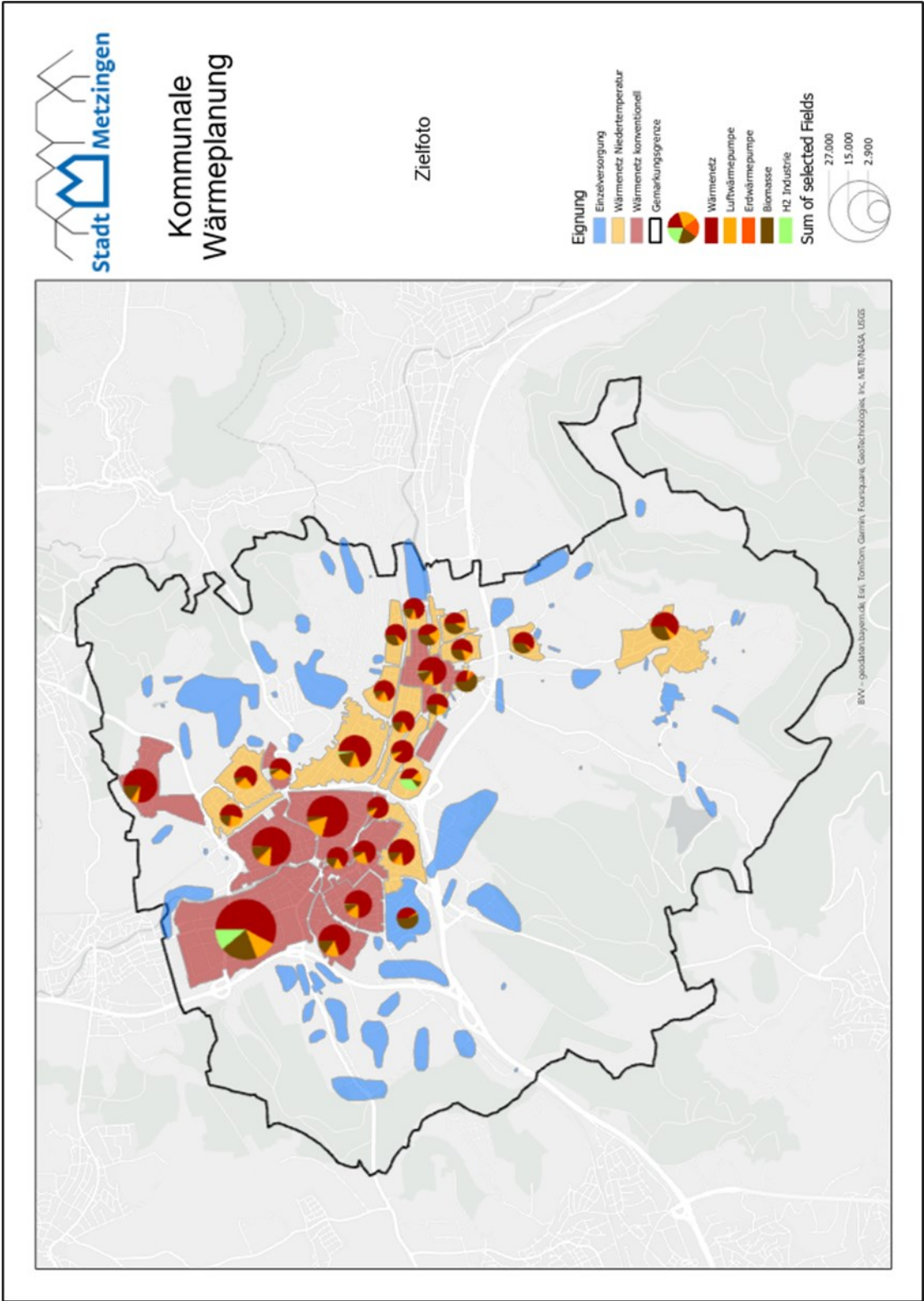


Abbildung 50: Zielfoto 2040

5.5.2 Entwicklung der Gasversorgung

Das Stadtgebiet Metzingen ist weitestgehend durch Erdgasnetze erschlossen; lediglich im Stadtteil Glems beträgt die Anschlussquote an das vorhandene Gasnetz weniger als 30 % (vgl. Kapitel 3.3.2). Die Substitution des fossilen Energieträgers durch grüne Gase, wie Wasserstoff oder synthetisches Biomethan, ist aufgrund der aktuellen Planungen des Fernleitungsbetreibers¹² (vgl. Kapitel 4.3.12) und der geringen Potenziale zur Erzeugung von Biogas zur Einspeisung in das bestehende Gasnetz (vgl. Kapitel 4.3.6) bis zum Jahr 2040 nicht zu erwarten. Das Zielszenario für Metzingen zeigt jedoch auch, dass bis zum Jahr 2030 noch 20 % der Endenergie zur Wärmeerzeugung durch Erdgas bereitgestellt wird und die letzten erdgasbefeuelten Heizkessel bis zum Jahr 2040 in Betrieb sein könnten.

Da andererseits bei der Festlegung der Eignungsgebiete und nach der gebietsweisen Auswertung des Zielszenarios ein flächendeckender Ausbau der Wärmenetze ermittelt wurde, müssen der schrittweise Ausbau der Wärmenetze und mögliche gebietsweise Stilllegungen der Erdgasnetze sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Hierbei muss eine regelmäßige Überprüfung des Standes vorgesehen werden; zusätzliche Planungssicherheit kann durch Umfragen bei den Heizungseigentümerinnen und -eigentümern hinsichtlich anstehender Ersatzmaßnahmen mit einer Abfrage zum gewünschten Anschluss an ein Wärmenetz kombiniert werden. Des Weiteren könnte der Erzeugungsmix der Wärmenetze, wie in Kapitel 5.4.5 ausgeführt, bis zu 25 % durch gasförmige Brennstoffe bereitgestellt werden. Um diese zu den Heizzentralen zu befördern, kann die bestehende Gasnetzinfrasturktur genutzt werden. Auch hier ist eine regelmäßige Aktualisierung der Planungen wichtig, um auf die sich ändernden politischen und energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen adäquat reagieren zu können. Es wird empfohlen, im Rahmen der laufenden Abfrage „Wasserstoff für Baden-Württemberg“¹³ eine Schätzung des geplanten Einsatzes von Wasserstoff in den Wärmenetzen sowie nach Absprache für die industriellen Großkunden der Stadtwerke zu hinterlegen.

5.5.3 Zukünftige Entwicklung des Stromsektors

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ gehen davon aus, dass die Energiewende in Deutschland zu einem signifikanten Anstieg des Strombedarfs auch im Verkehrs- und Wärmesektor führen wird [41]. 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 51 zeigt den zukünftig zu erwartenden Strombedarf in Metzingen. Dabei wird der Strombedarf für Wärmepumpen in der Einzelversorgung und in Wärmenetzen, Direktstrom sowie der Strombedarf für Elektromobilität separat ausgewiesen.

¹² Stand Mai 2023

¹³ <https://www.h2-fuer-bw.de/bedarfsmeldung>

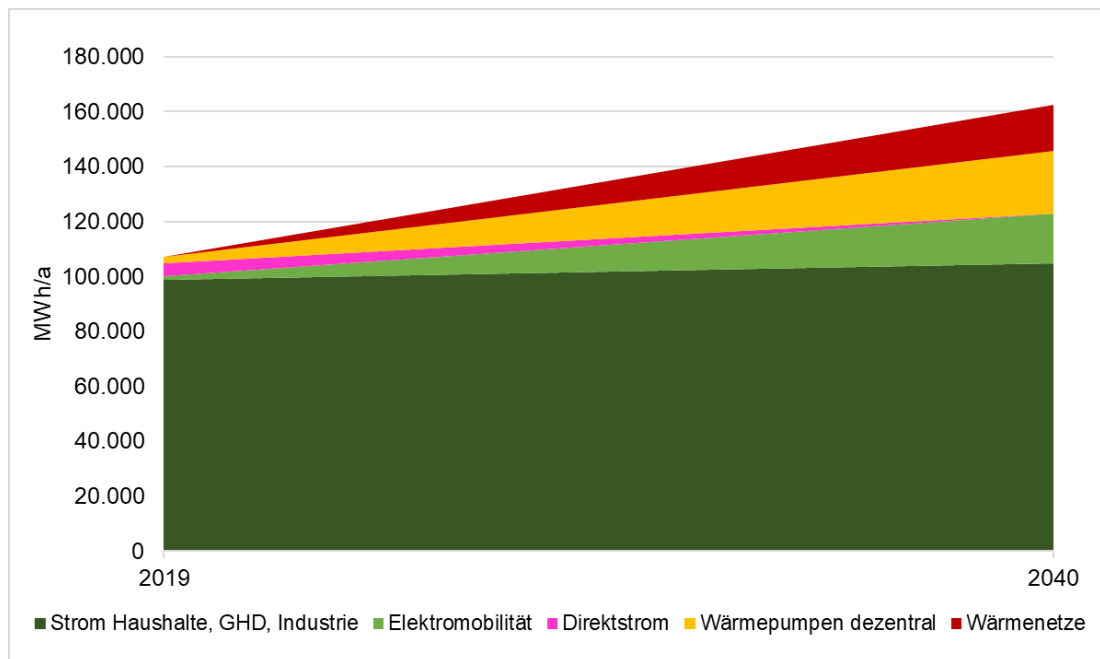


Abbildung 51: Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs im Zielszenario

Im Vergleich zum Basisjahr 2019 mit 107 GWh Stromverbrauch resultiert bei einer nach [41] angenommenen Steigerung von 52 % ein Stromverbrauch von rund 163 GWh im Jahr 2040. Dabei tragen dezentrale und zentrale Wärmepumpen zu fast 25 % zum Gesamtbedarf bei, während sie dies im Basisjahr nur zu rund 2 % taten. Der Strombedarf für Elektromobilität erreicht 2040 mit rund 18 GWh mehr als die dreizehnfache Menge des Basisjahrs. Der sonstige Stromverbrauch in privaten Haushalten, Gewerbe und Industrie verzeichnet bis zum Jahr 2040 eine moderate Steigerung von ca. 6 %.

Es wird ersichtlich, dass die Stromnetze in Metzingen aufgrund des zunehmenden Strombedarfs einer steigenden Auslastung ausgesetzt sein werden. Neben den im Rahmen dieses Wärmeplans räumlich verorteten Strombedarfen für Haushaltsstrom und 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.

5.6 Fazit Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Metzingen wurde das Stadtgebiet in 31 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2040 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 Metzingens bis zum Jahr 2040 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 Transformation der Beheizungsstruktur basierte in KLIM I auf einer Wirtschaftlichkeitsentscheidung der Akteure, in KLIM II wurde ein rein ökologischer Handlungsansatz unterstellt. Als Zielszenario wurde nach eingehender Diskussion der Ergebnisse das Szenario KLIM I festgelegt. Dieses beinhaltet den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wo bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 % ein Wärmenetzanteil von rund 50 % an den installierten Heizungen resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Einzelheizungen, davon ca. 39 % Luft- und Erdwärmepumpen und ca. 11 % Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung.

Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2019, 2030 und 2040 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 Metzingen grundsätzlich auch zu wettbewerbsfähigen Preisen im Vergleich zu den zukünftig zulässigen Einzelversorgungsoptionen möglich sein kann, sodass keine weitere Anpassung der Wärmenetzeignungen vorgenommen wurde.

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

6. Wärmewendestrategie

In der Wärmewendestrategie der Stadt Metzingen wird der Pfad zur Erreichung des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Zielfotos erläutert. Hierfür wurden in Kapitel 6.1 und 6.2 Maßnahmen ausgearbeitet, die „die erforderlichen Treibhausgasmininderungen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherstellen“ sollen [42]. Mit der Umsetzung der als prioritär eingestuften Maßnahmen soll 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 langfristigen Umsetzungshorizont gewählt, weshalb für sie lediglich Projektskizzen ausgearbeitet wurden.

Schlussendlich ist die Kommunale Wärmeplanung nicht mit Veröffentlichung dieses Berichts abgeschlossen – die Stadt Metzingen ist viel mehr dazu verpflichtet sie alle sieben Jahre fortzuschreiben. Um die Fortschritte der Zielerreichung in Hinblick auf die Umsetzung der Wärmewendestrategie zu überwachen, ist es sinnvoll, ein Monitoring und Controlling Konzept 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 den Stadtwerken Metzingen wurden sechs Maßnahmen erarbeitet, welche den Weg zum Zielfoto im Jahr 2040 ebnen sollen. Sie wurden als prioritär eingestuft und haben deshalb einen kurzen bis mittelfristigen Umsetzungshorizont.

Im Kapitel 5 wurde erläutert, dass die technische Lebensdauer der Heizungen eine große Hebelwirkung auf die Wärmewende hat. Auf Basis dieser Erkenntnis wurde eine Vorauswahl an Gebieten getroffen, in denen ein Großteil der Heizungen ihre technische Lebensdauer bereits überschritten haben und mittelfristig ein Austausch ansteht. Hier 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 die fossile Einzelheizung entscheiden. Häufig besteht aber keine Alternative, da beispielsweise das Installieren einer Wärmepumpe aus Gründen des Platzmangels oder der Schallemissionen im urbanen Raum nur erschwert möglich ist.

Die aus diesen Gründen neu eingebauten fossilen Anlagen werden bei einer angenommenen technischen Lebensdauer von 20 Jahren bis über das Jahr 2040 hinaus im Metzinger Heizungssystem verbleiben, was dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zu diesem Zeitpunkt entgegensteht. Deshalb ist es strategisch sinnvoll, den Bürgerinnen und Bürgern eine Alternative zu bieten, welche sich im urbanen Raum bei einer hohen Wärmebedarfsdichte, wie es in Metzingen der Fall ist, durch

ein Wärmenetz darstellen lässt. Wärmenetze haben den Vorteil, dass verschiedene regenerative Energiequellen, wie beispielsweise Holz, Abwasserwärme oder Solarthermie flexibel miteinander kombiniert werden können und so eine große Anzahl an Gebäuden mit erneuerbarer Wärme versorgen können. 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.

Da in Metzingen eine flächendeckende Wärmenetzeignung aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte besteht, wurde bei der Auswahl der prioritären Maßnahmen bei vier der sechs Maßnahmen ein Fokus auf den Ausbau von Wärmenetzen gelegt. Konkret wurden dabei folgende Gebiete ausgewählt.

1. Neugreuth
2. Längenfeld
3. Innenstadt
4. Neuhausen

Bei den ausgearbeiteten Maßnahmen handelt es sich jeweils um die Durchführung einer weiterführenden Machbarkeitsstudie, in denen die lokalen Gegebenheiten der ausgewählten Teilgebiete detailliert untersucht werden. Sie gilt allgemein als Voraussetzung für die Bewilligung von Fördermitteln (z.B. BEW), die einen großen Anteil der Investitionskosten für Wärmenetze übernimmt.

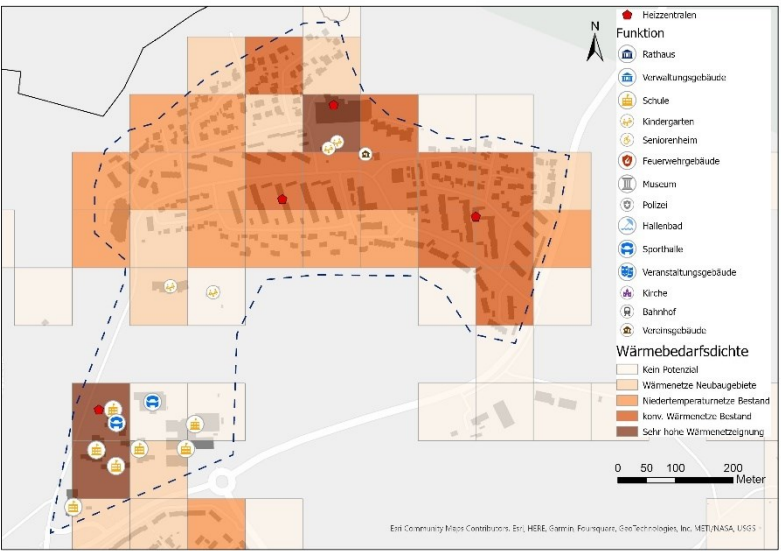
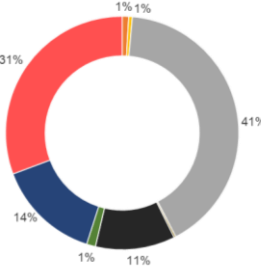
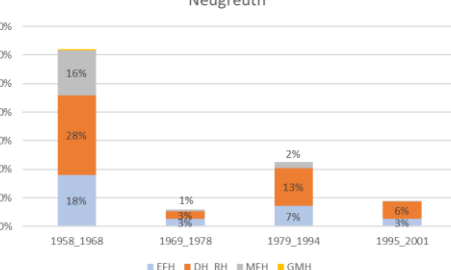
Bei den zwei verbleibenden Maßnahmen handelt es sich um die Erschließung von erneuerbaren Energiepotenzialen, welche für die Transformation des Heizungssystems in Metzingen notwendig sein werden:

5. Nutzung des Potenzials hydrothermalen Geothermie
6. PV-Freiflächen an Bundesstraßen und Freiflächen

Während Maßnahme 5 auf die Bereitstellung von klimaneutraler Wärme abzielt, wird in Maßnahme 6 erneuerbarer Strom erzeugt, welcher zur Deckung des perspektivisch ansteigenden Strombedarfs notwendig sein wird (siehe Kapitel 5.5.3). Das Zielszenario sieht auf dem Weg zum Jahr 2040 einen kontinuierlich steigenden Anteil von Wärmepumpen im Heizungssystem vor. Damit der Einsatz von Wärmepumpen als „grün“ gewertet werden kann, ist allerdings auch ein kontinuierlich steigender Anteil an erneuerbaren Energien im deutschen Strommix notwendig.

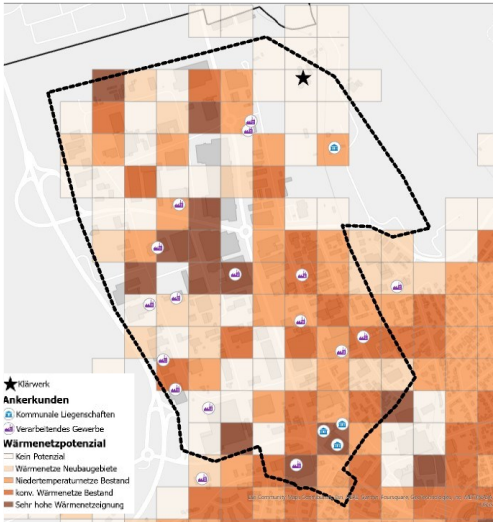
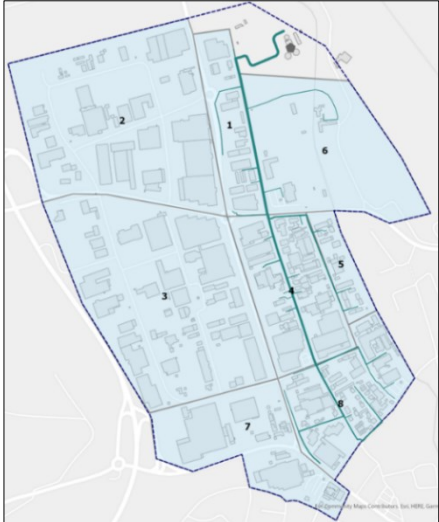
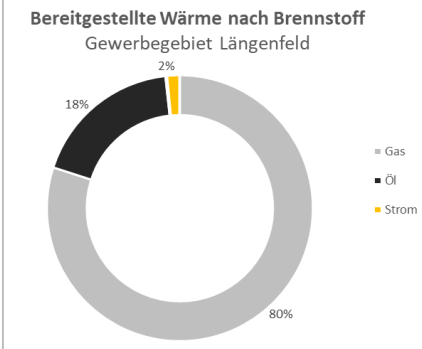
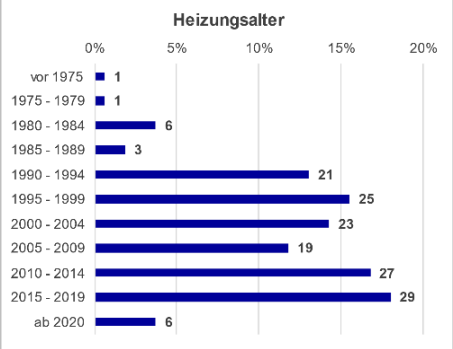
Im Folgenden werden die wichtigsten Rahmendaten der prioritären Maßnahmen im Steckbriefformat dargestellt.

Maßnahme 1: Transformation und Erweiterung Wärmenetz Neugreuth

Ziel	Ziel der Maßnahme ist die Untersuchung der Erneuerung und Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes im Stadtteil Neugreuth, welches auf Basis eines hohen Anteils erneuerbarer Energien den Teilort versorgt.
Lageplan	 Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar
Informations- grafiken	 Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff  Struktur Wohngebäude nach Typ und Altersklasse Neugreuth Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019 Altersstruktur der Wohngebäude im Basisjahr 2019
Beschreibung der Situation (Stand 2019)	– Teilort mit ca. 35 ha Fläche – Mischgebiet mit 297 beheizten Gebäuden, davon ○ 269 Wohngebäude ○ 10 Kommunale Gebäude ○ 18 GHD & Sonstiges – Besondere Einrichtungen: Neugreuthschule, Schönbein Realschule und kommunale Kindergärten Neugreuth I u. II – Vorwiegendes Gebäudealter Wohngebäude: 1958 – 1968 – Heizungsalter 36 % Gasheizungen und 14 % Ölheizungen älter als 20 Jahre – Länge Bestandswärmenetz ca. 1 km – Wärmebedarf: ca. 18.5 GWh/a. Heizlast: ca. 10.6 MW

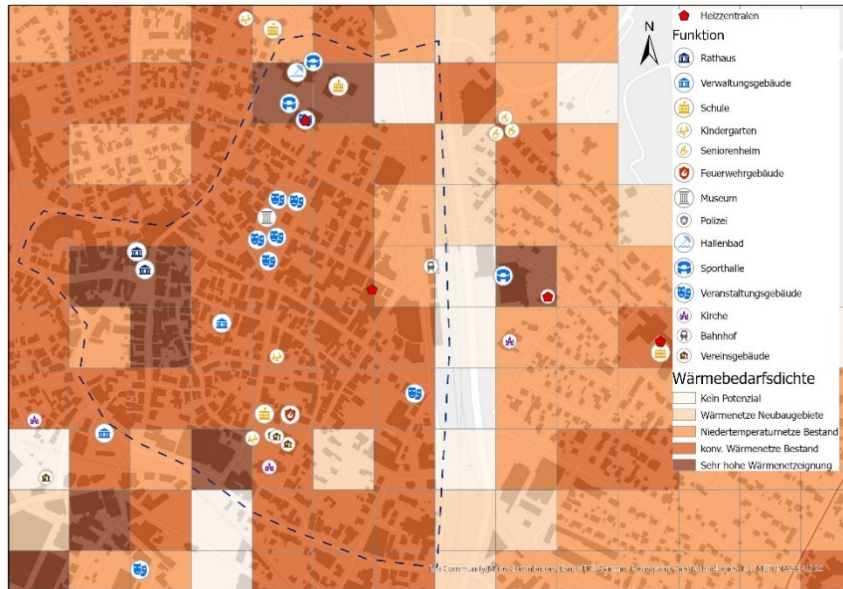
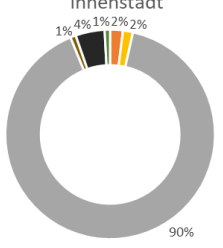
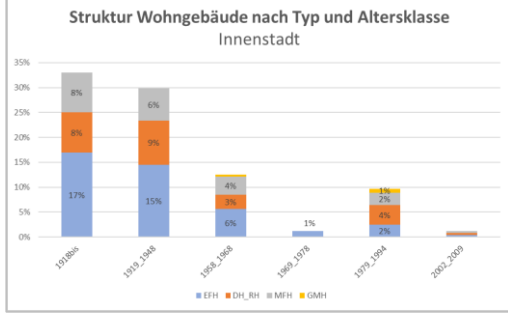
Beschreibung der Maßnahme	Eine hohe Wärmebedarfsdichte, ein signifikanter Anteil an Öl- und Gasheizungen älter als 20 Jahre und kommunalen Ankerkunden sprechen für eine Wärmenetzeignung im Untersuchungsgebiet. Weiterhin ist das bestehende Wärmenetz, Alter ca. 50 Jahre, sanierungsbedürftig. Annahme Anschlussquote: 100 % kommunaler Gebäude / 50 % Wohngebäude Wärmemenge / Heizlast: Wärmebedarf: 12 GWh/a, Heizlast: 7 MW Mögl. Wärmenetz: Länge 9,1 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 150 Wärmedichte: 1,30 MWh/(m*a) Heizzentrale: möglicher Standort nahe Neugreuthschule Potenzielle erneuerbare Wärmeerzeugung für das Wärmenetz: - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) - Freiflächen Solarthermie in Flächenkonkurrenz zu Freiflächen Photovoltaik   
Mögliche CO₂-Einsparung	Ist- Zustand: 4.100 t CO₂ Bei Ausbau Wärmenetz: 2.900 t CO₂ Resultierende Einsparungen: 1.200 t CO₂
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung eines Transformationsplans / einer Machbarkeitsstudie lassen sich auf 45T € abschätzen. Investitionskosten zur Errichtung eines neu zu errichtenden Wärmenetzes, inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen mit Übergabestationen belaufen schätzungsweise sich auf ca. 6,0 Mio. €. Für die Maßnahme kann eine investive Förderung von bis zu 40 % der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW).
Nächste Schritte Akteure	BEW-Transformationsplan: – Beantragung BEW-Förderung für Transformationsplan (Stadt, Stadtwerke) – Durchführung Transformationsplan (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Erweiterung: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden – Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Hoch – Umsetzung Transformationsplan / Machbarkeitsstudie – Beginn der Planung bis 2028

Maßnahme 2: Machbarkeit und Neubau Wärmenetz Längenfeld

Ziel	Ziel der Maßnahme ist eine Bewertung der Wärmenetzzeignung im Industriegebiet Längenfeld. Im Hinblick auf die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) werden regionale Potenziale zur regenerativen Wärmeerzeugung identifiziert. Mittelfristig ist die Errichtung eines Nahwärmenetzes angedacht.	
Lageplan	 Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar	 Mögliches Wärmenetz im Untersuchungsgebiet
Informationsgrafiken	 Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff Gewerbegebiet Längenfeld	 Heizungsalter im Basisjahr 2019
Beschreibung der Situation (Stand 2019)	– Untersuchungsgebiet mit ca. 107 ha Fläche – 264 beheizte Gebäude, davon ○ 52 Wohngebäude ○ 74 Industriegebäude ○ 133 GHD & Sonstiges ○ 5 kommunale Gebäude – Besondere Einrichtungen: Kläranlage, Industriebetriebe – Heizungsalter: 28 % Gasheizungen und 64 % Ölheizungen älter als 20 Jahre – Gesamtwärmebedarf ca. 49 GWh/a, Heizlast: ca. 23 MW	

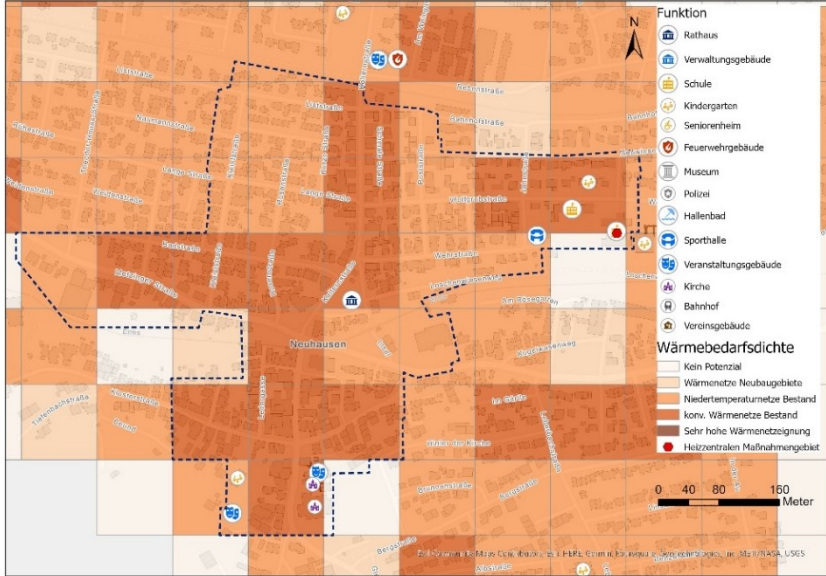
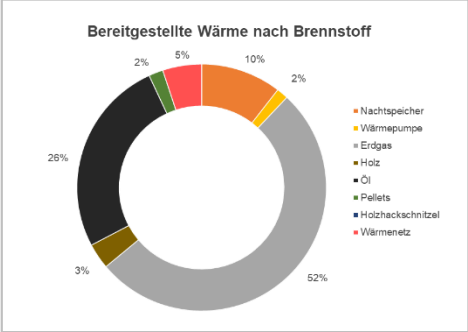
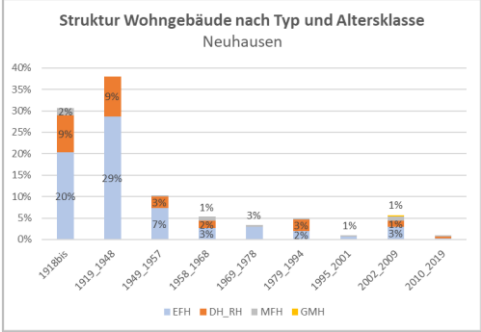
Beschreibung der Maßnahme	Neben lokal hohen Wärmebedarfsdichten einzelner Industriebetriebe treten flächendeckendere Wärmebedarfsdichten in Wohn- und Mischbebauung, in süd-östlicher Richtung, auf. Im Untersuchungsgebiet liegt insgesamt eine Wärmenetzeignung für ein konventionelles Wärmenetz vor. Des Weiteren besteht Handlungsbedarf bei insgesamt 35 % der installierten Heizungen im Hinblick auf die technische Lebensdauer. Eine Folgeoption ist der Anschluss an ein Wärmenetz. Annahme Anschlussquote: 50 % Wärmemenge / Heizlast: Wärmebedarf: 5 GWh, Heizlast: 3,6 MW Mögl. Wärmenetz: Länge 5,4 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 150 Wärmedichte: 1 MWh/(m*a) Ein möglicher Standort für eine Heizzentrale ist in der Nähe der Kläranlage, da hier die Abwärme der Klärgas-BHKWs und der Abwasserwärme direkt genutzt werden können. Potenzielle erneuerbare Wärmeerzeugung für das Wärmenetz: - Auskopplung Abwärme industrieller Prozesse - BHKW- Klärgasverbrennung - Abwasserwärme am Auslauf der Kläranlage   
Mögliche CO₂-Einsparung	Ist-Stand: 1.450 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz: 650 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen: 800 t CO₂ pro Jahr
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie lassen sich auf 45T € abschätzen. Investitionskosten zur Errichtung eines Nahwärmenetzes inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen, mit Übergabestationen belaufen sich schätzungsweise auf 3,0 Mio. €. Ein Verlauf einer möglichen Wärmenetz-Trassierung wird derzeit in einer Machbarkeitsstudie erarbeitet. Für die Maßnahme kann eine investive Förderung von bis zu 40 % der Investitionskosten beantragt werden (z.B. BEW). Über das Klimaschutz-Plus-Förderprogramm können Fördergelder für ein Abwärmekonzept der Industriebetriebe beantragt werden.
Nächste Schritte Akteure	BEW-Machbarkeitsstudie: – Durchführung einer Machbarkeitsstudie beauftragt (Q1/2023) Wärmenetz-Neubau: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden (Stadt, Stadtwerke, Klimaschutzagentur) – Unterstützung Durchführung von sog. Abwärme-Checks/ Abwärmekonzepten in Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Umwelttechnik BW – Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Hoch – Machbarkeitsstudie ist bereits angelaufen

Maßnahme 3: Machbarkeit und Neubau Wärmenetz Innenstadt

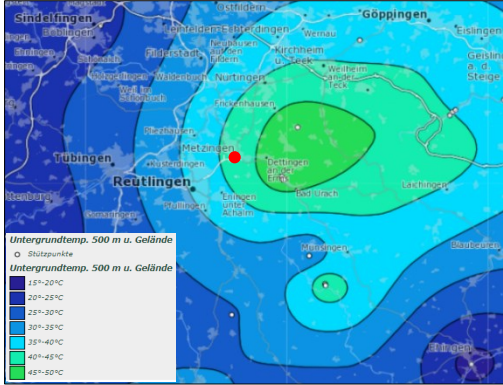
Ziel	Ziel der Maßnahme ist eine Bewertung hinsichtlich der Wärmenetzeignung des Untersuchungsgebietes Innenstadt in Metzingen. Langfristig ist die Errichtung eines Nahwärmenetzes angedacht.																																																	
Lageplan	 Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar																																																	
Informations- grafiken	Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff Innenstadt <table><caption>Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff</caption><thead><tr><th>Brennstoff</th><th>Anteil</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>90%</td></tr><tr><td>Pellets</td><td>4%</td></tr><tr><td>Öl</td><td>4%</td></tr><tr><td>Holz</td><td>1%</td></tr><tr><td>Wärmepumpe</td><td>1%</td></tr><tr><td>Nachtspeicher</td><td>2%</td></tr></tbody></table> Struktur Wohngebäude nach Typ und Altersklasse Innenstadt <table><caption>Struktur Wohngebäude nach Typ und Altersklasse</caption><thead><tr><th>Altersklasse</th><th>EFH</th><th>DH_RH</th><th>MFH</th><th>GMD</th></tr></thead><tbody><tr><td>1918/19</td><td>17%</td><td>8%</td><td>8%</td><td>8%</td></tr><tr><td>1919_1948</td><td>15%</td><td>6%</td><td>6%</td><td>6%</td></tr><tr><td>1949_1968</td><td>6%</td><td>4%</td><td>3%</td><td>4%</td></tr><tr><td>1969_1978</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr><tr><td>1979_1994</td><td>2%</td><td>4%</td><td>2%</td><td>1%</td></tr><tr><td>2002_2009</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr></tbody></table> Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019 Altersstruktur der Wohngebäude im Basis- jahr 2019	Brennstoff	Anteil	Erdgas	90%	Pellets	4%	Öl	4%	Holz	1%	Wärmepumpe	1%	Nachtspeicher	2%	Altersklasse	EFH	DH_RH	MFH	GMD	1918/19	17%	8%	8%	8%	1919_1948	15%	6%	6%	6%	1949_1968	6%	4%	3%	4%	1969_1978	1%	1%	1%	1%	1979_1994	2%	4%	2%	1%	2002_2009	1%	1%	1%	1%
Brennstoff	Anteil																																																	
Erdgas	90%																																																	
Pellets	4%																																																	
Öl	4%																																																	
Holz	1%																																																	
Wärmepumpe	1%																																																	
Nachtspeicher	2%																																																	
Altersklasse	EFH	DH_RH	MFH	GMD																																														
1918/19	17%	8%	8%	8%																																														
1919_1948	15%	6%	6%	6%																																														
1949_1968	6%	4%	3%	4%																																														
1969_1978	1%	1%	1%	1%																																														
1979_1994	2%	4%	2%	1%																																														
2002_2009	1%	1%	1%	1%																																														
Beschreibung der Situation (Stand 2019)	– Innenstadtgebiet mit ca. 39 ha Fläche – 521 beheizte Gebäude, davon ○ 255 GHD & Sonstiges ○ 248 Wohngebäude ○ 18 kommunale Gebäude – Besondere Einrichtungen: u.a. Rathaus, Stadthalle, Sieben-Keltern-Schule, Seyboldschule – Vorwiegendes Wohngebäudealter: 1958 -1968 – Heizungsalter 27% Gasheizungen und 4% Ölheizungen älter als 20 Jahre – Gesamtwärmebedarf ca. 30,5 GWh/a, Heizlast: ca. 19 MW																																																	

Beschreibung der Maßnahme	Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte und einer Vielzahl kommunaler/ öffentlicher Gebäude als potenzielle Ankerkunden, liegt ein Eignungsgebiet für ein konventionelles Wärmenetz vor. Annahme Anschlussquoten: 100 % kommunale Gebäude / 50 % Wohngebäude Wärmemenge / Heizlast: Wärmebedarf: 15,6 GWh/a, Heizlast: 9,7 MW Wärmenetztrasse: Länge 12,4 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 200 Wärmedichte: 1,26 MWh/(m*a) Heizzentrale: möglicher Standort Stadthalle / Eduard-Kahl-Bad Potenzielle erneuerbare Wärmeerzeugung für das Wärmenetz: - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Grüne Gase: Biogas, (H₂ perspektivisch nach 2040)   Das Innenstadtgebiet, mit dichter Bebauung, unterliegt besonderen Anforderungen bezüglich Emissions- und Immissionsschutzes, dies gilt es zu prüfen.
Mögliche CO₂-Einsparung	Ist- Zustand: 7.700 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz: 3.200 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen: 4.600 t CO₂ pro Jahr
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie lassen sich auf 45T € abschätzen. Investitionskosten zur Errichtung eines neuen Nahwärmenetzes inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen, mit Übergabestationen belaufen sich schätzungsweise auf ca. 9,4 Mio. €. Für die Maßnahme kann eine investive Förderung von bis zu 40 % der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW).
Nächste Schritte Akteure	BEW-Machbarkeitsstudie: – Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke) – Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden und Gewerbetreibenden (Stadt, Stadtwerke, Klimaschutzagentur, UTBW) – Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Hoch – Umsetzung der Machbarkeitsstudie bis 2028

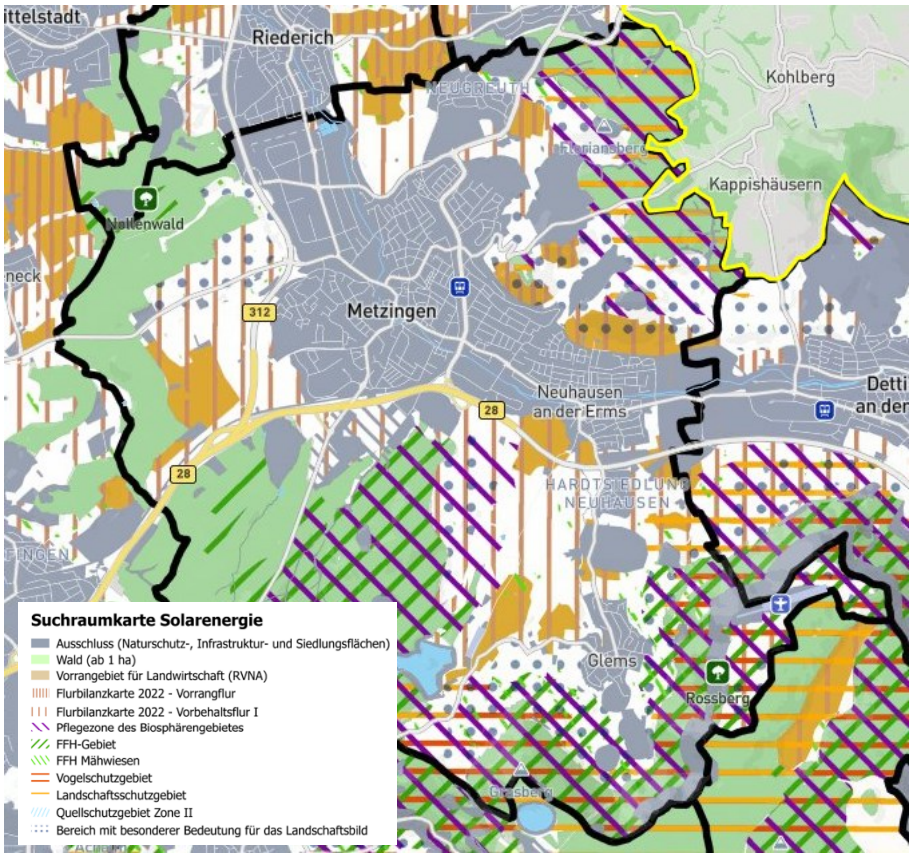
Maßnahme 4: Machbarkeit und Neubau Wärmenetz in Neuhausen

Ziel	Ziel der Maßnahme ist die Machbarkeit eines Wärmenetzes im Untersuchungsgebiet zu bewerten. Synergieeffekte entstehen durch das ausgewiesene Sanierungsgebiet Neuhausen III.
Lageplan	 Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet pro Hektar
Informations- grafiken	 Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff im Basisjahr 2019  Altersstruktur der Wohngebäude im Basisjahr 2019
Beschreibung der Situation (Stand 2019)	– Neuhausen Untersuchungsgebiet mit ca. 23 ha Fläche – 389 beheizte Gebäude, davon ○ 309 Wohngebäude ○ 74 GHD & Sonstiges ○ 6 kommunale Gebäude – Besondere Einrichtungen: Neues Rathaus Neuhausen, Uhlandschule, Hofbühlhalle, Bindhof – Vorwiegendes Gebäudealter Wohngebäude: älter als 1960 – Heizungsalter: 19% Gasheizungen und 17% Ölheizungen älter als 20 Jahre – Gesamtwärmebedarf ca. 10,8 GWh/a, Heizlast: ca. 6,5 MW – Das Sanierungsgebiet Neuhausen III ist Teil des Untersuchungsgebietes – Bestandswärmenetz: Hofbühlhalle und Bindhof

Beschreibung der Maßnahme	Eine hohe Wärmebedarfsdichte, ein signifikanter Anteil an Öl- und Gasheizungen älter als 20 Jahre und kommunalen Ankerkunden sprechen für ein Eignungsgebiet konventioneller Wärmenetze im Untersuchungsgebiet. In Verbindung mit dem ausgewiesenen Sanierungsgebiet Neuhausen III und der Sanierung der Kelternstraße lassen sich Synergieeffekte erzielen. Annahme Anschlussquote: 100 % kommunaler Gebäude/ 50 % Wohngebäude Wärmemenge & Heizlast: Wärmebedarf: 5,6 GWh/a, Heizlast: 3,4 MW Mögl. Wärmenetz: Länge 9,3 km (ohne Hausanschlüsse) Rohrdurchmesser: DN 25 – DN 200 Wärmedichte: 0,6 MWh/(m*a) Heizzentrale: möglicher Standort nahe Uhlandschule/ Hofbühlhalle Potenzielle erneuerbare Wärmeherzeugung für das Wärmenetz: - Biomasse, möglichst regionaler Herkunft - Mitteltiefe Geothermie (außerhalb Heilquellenschutzgebiet) - Abwasserwärme aus nahegelegenem Hauptsammler   
Mögliche CO₂-Einsparung	Ist-Stand: 3.100 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz: 1.600 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen: 1.500 t CO₂ pro Jahr
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie lassen sich auf 45T € abschätzen. Investitionskosten zur Errichtung eines neuen Nahwärmenetzes inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen, mit Übergabestationen belaufen sich schätzungsweise auf ca. 6,9 Mio. €. Für die Maßnahme kann eine investive Förderung von bis zu 40 % der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW).
Nächste Schritte Akteure	BEW-Machbarkeitsstudie: – Abstimmungen der Stadtwerke Metzingen mit der Stadt zu weiterführenden Planungsschritten bzgl. Sanierungsgebiet Neuhausen III und Errichtung eines möglichen Nahwärmenetzes – Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke) – Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden (Stadt, Stadtwerke, Klimaschutzagentur) – Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Hoch – zeitnahe Umsetzung wird angestrebt

Maßnahme 5: Erste Schritte zur Nutzung des Potenzials hydrothermaler Geothermie	
Ziel	Aufbauend auf einer durchgeführten Machbarkeitsstudie zum Geothermiekonzept im Stadtgebiet Metzingen (03/2020) sollen erste Schritte zur Nutzung des Potenzials hydrothermaler Geothermie definiert werden.
Lageplan	  Untergrundtemperatur 500 m unter Gelände Lageplan Heilquellenschutzgebiet Romina Mineralbrunnen GmbH
Beschreibung der Situation (Stand 2020)	Zentrale Erkenntnisse der Machbarkeitsstudie: (03/2020, hydrodata) - Das Stadtgebiet Metzingen liegt im Bereich einer geothermischen Anomalie. - Ergiebige Grundwasserleiter sind der Muschelkalk und der Buntsandstein. - Die Bohrtiefe ist innerhalb des Heilquellenschutzgebietes der Romina Mineralquellen GmbH auf 400 m beschränkt. - Mögliche Bohransatzpunkte, außerhalb des Schutzgebietes, befinden sich im Westen des Stadtgebietes. - Die Tiefenlage der Grundwasserleiter wurde auf 525 – 550 m (Muschelkalk) und ca. 710 m (Buntsandstein) abgeschätzt. - In Abhängigkeit von der Tiefenlage kann Thermalwasser im Bereich von 40 - 50 °C gefördert werden.
Beschreibung der Maßnahme	Einer Potenzialabschätzung zufolge können jährlich bis zu 9 GWh, durch Temperaturerhöhung mittels einer Großwärmepumpe, geothermisch genutzt werden. Dies entspricht einer Wärmeversorgung von ca. 360 Haushalten. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Machbarkeitsstudie und der Potenzialabschätzung sollen weitere Schritte zur Hebung des Potenzials definiert werden.
Mögliche CO₂-Einsparung	CO ₂ -Einsparungen sind abhängig von der Ergiebigkeit der Grundwasserleiter und einem Versorgungsgebiet eines möglichen Wärmenetzes.
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten sind abhängig von der Fündigkeit und der tatsächlichen Tiefenbohrung. In Modul 2 der BEW-Förderung können Förderanträge für Tiefengeothermieranlagen bewilligt werden. Förderfähig sind ausschließlich geothermische Anlagen zur Wärmeerzeugung. Eine Förderung umfasst Erkundungs-, Injektions- sowie Förderbohrungen.

Nächste Schritte Akteure	Eine weiterführende Studie zum geothermischen Potenzial in Metzingen wird empfohlen. Anhand von frei zugänglichen Geodaten kann das Potenzial der geothermischen Nutzung vertieft quantifiziert werden. In Zusammenarbeit mit den Stadtwerken und dem Ingenieurdienstleister werden weitere Abstimmungen zu nächsten Schritten, wie z.B. dem Einsatz geophysikalischer Messmethoden, getroffen.
Priorität	Hoch – Umsetzung ist bereits angelaufen

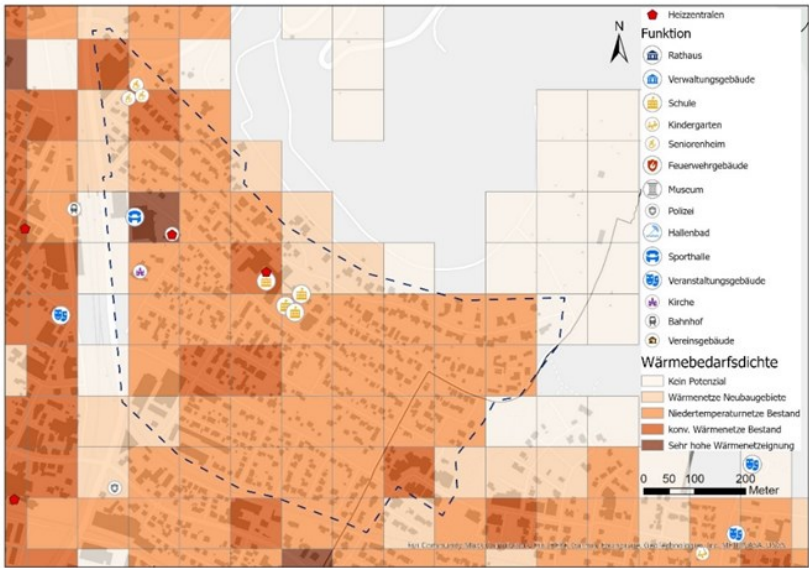
Maßnahme 6: Zubau Photovoltaik auf Freiflächen und entlang Verkehrsinfrastruktur	
Ziel	Das Ziel ist die Errichtung von PV-Erzeugungskapazität auf geeigneten Freiflächen und entlang geeigneter Verkehrsinfrastruktur.
Lageplan	 Suchraumkarte Solarenergie - Ausschluss (Naturschutz-, Infrastruktur- und Siedlungsflächen) - Wald (ab 1 ha) - Vorranggebiet für Landwirtschaft (RVNA) - Flurbilanzkarte 2022 - Vorrangflur - Flurbilanzkarte 2022 - Vorbehaltsflur I - Pflegezone des Biosphärengebietes - FFH-Gebiet - FFH Mähwiesen - Vogelschutzgebiet - Landschaftsschutzgebiet - Quellschutzgebiet Zone II - Bereich mit besonderer Bedeutung für das Landschaftsbild Suchraumkarte PV - Regionalverband Neckar-Alb  Ergebniskarte theoretisches Potenzial PV an Verkehrsinfrastruktur - RP Tübingen/SWM

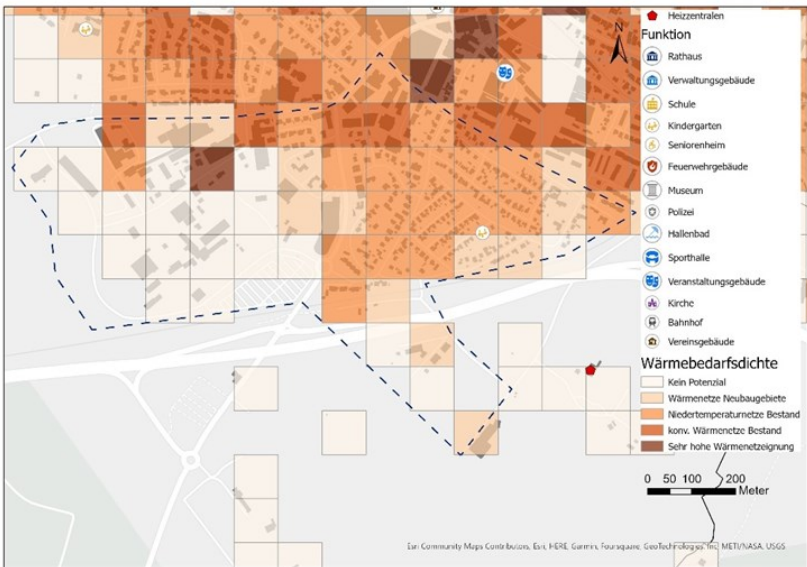
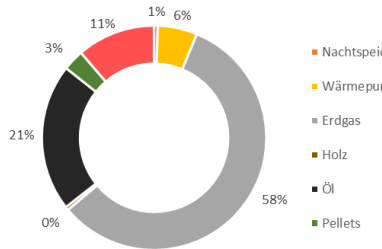
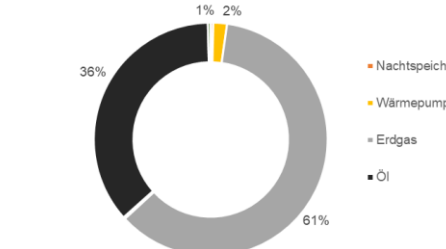
Beschreibung der Situation (Stand 05/2023)	Aktuell werden ca. 10 % des Strombedarfs Metzingens durch PV-Strom, bilanziell, gedeckt. Bei einem künftigen Anstieg des Strombedarfes für Wärmeanwendungen, lässt sich dieser Anteil, durch den weiteren Zubau von PV-Erzeugungsanlagen, signifikant erhöhen.								
Beschreibung der Maßnahme	Geplant ist der Zubau von Photovoltaikanlagen auf geeigneten Freiflächen und entlang von Verkehrsinfrastruktur. Im Vergleich zu PV-Dachanlagen lassen sich durch PV-Freiflächenanlagen größere elektrische Leistungen in einem kürzeren Zeitraum und zu geringeren Kosten erzeugen.								
Mögliche CO₂-Einsparung	300 t/ha								
Geschätzte Kosten	Die Gesamtkosten von PV-Freiflächenanlagen können, wie folgt nach Anlagengröße, angegeben werden [43]: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anlagenleistung</th><th>Gesamtkosten</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>750 kW</td><td>0,95 €/W</td></tr> <tr> <td>2 MW</td><td>0,8 €/W</td></tr> <tr> <td>10 MW</td><td>0,7 €/W</td></tr> </tbody> </table> Gesamtkosten nach Anlagengröße	Anlagenleistung	Gesamtkosten	750 kW	0,95 €/W	2 MW	0,8 €/W	10 MW	0,7 €/W
Anlagenleistung	Gesamtkosten								
750 kW	0,95 €/W								
2 MW	0,8 €/W								
10 MW	0,7 €/W								
Nächste Schritte	- Beteiligung an den Verfahren des Regionalverband Neckar-Alb und des Regierungspräsidiums Tübingen zur Identifizierung geeigneter PV-Flächen - Projektierung der Projekte - Umsetzung der Projekte								
Priorität	Hoch – Umsetzung bis 2028								

6.2 Begleitende Maßnahmen

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

Im Folgenden werden diese Maßnahmen ebenfalls in kurzer Steckbriefform dargestellt:

Begleitende Maßnahme 1: Prüfung der Machbarkeit und Neubau Wärmenetz Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium / nördl. Ganzjahresbad	
Ziel	Ziel der begleitenden Maßnahme ist eine kontinuierliche Bewertung hinsichtlich der Wärmenetzeignung weiterer Untersuchungsgebiete. Beispielhaft wird dies für die Untersuchungsgebiete Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium / nördl. Ganzjahresbad dargestellt.
Lageplan	 Wärmebedarfsdichte im Gebiet Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium pro Hektar

	 Wärmebedarfsdichte im Gebiet nördl. Ganzjahresbad pro Hektar																		
Informations- Grafiken	Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium  Bereitgestellte Wärme nach Brennstoff Gebiet nördl. Ganzjahresbad  Bereitgestellte Wärme in den Untersuchungsgebieten nach Brennstoff im Basisjahr 2019																		
Beschreibung der Situation (Stand 2019)	Ausgewählte Parameter der Untersuchungsgebiete: <table><tr><th>Gebiet</th><th>Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium</th><th>Nördl. Ganzjahresbad</th></tr><tr><td>Beheizte Gebäude</td><td>436</td><td>359</td></tr><tr><td>Besondere Einrichtungen</td><td>D.B.-Gymnasium Öschhalle St.Bonifatius</td><td>Kindergarten Hau- genrain</td></tr><tr><td>Vorwiegendes Gebäude- alter</td><td>1958 - 1968</td><td>19-19 -1948</td></tr><tr><td>Heizungsalter älter 20 Jahre</td><td>Gas: 18 % Öl: 15 %</td><td>Gas: 23 % Öl: 10%</td></tr><tr><td>Gesamtwärmebedarf: Heizlast:</td><td>15 GWh 9 MW</td><td>11 GWh 6 MW</td></tr></table>	Gebiet	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium	Nördl. Ganzjahresbad	Beheizte Gebäude	436	359	Besondere Einrichtungen	D.B.-Gymnasium Öschhalle St.Bonifatius	Kindergarten Hau- genrain	Vorwiegendes Gebäude- alter	1958 - 1968	19-19 -1948	Heizungsalter älter 20 Jahre	Gas: 18 % Öl: 15 %	Gas: 23 % Öl: 10%	Gesamtwärmebedarf: Heizlast:	15 GWh 9 MW	11 GWh 6 MW
Gebiet	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium	Nördl. Ganzjahresbad																	
Beheizte Gebäude	436	359																	
Besondere Einrichtungen	D.B.-Gymnasium Öschhalle St.Bonifatius	Kindergarten Hau- genrain																	
Vorwiegendes Gebäude- alter	1958 - 1968	19-19 -1948																	
Heizungsalter älter 20 Jahre	Gas: 18 % Öl: 15 %	Gas: 23 % Öl: 10%																	
Gesamtwärmebedarf: Heizlast:	15 GWh 9 MW	11 GWh 6 MW																	

Beschreibung der Maßnahme

Aufgrund einer mittleren Wärmebedarfsdichte liegt im Gebiet des Dietrich Bonhoeffer-Gymnasiums ein Eignungsgebiet für ein Niedertemperatur-Wärmenetz vor. Das bereits bestehendes konventionelles Wärmenetz zwischen Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium, St. Bonifatius und Öschhalle kann erweitert werden. Weiterhin besteht aufgrund des Alters der Heizzentrale, im Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium, akuter Handlungsbedarf.

Aufgrund einer mittleren Wärmebedarfsdichte liegt im Untersuchungsgebiet nördlich des Ganzjahresbades ein Eignungsgebiet für ein Niedertemperatur Wärmenetz vor. Das Wohngebiet, im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, weist eine Wärmenetzeignung für Niedertemperaturnetze im Bestand auf. Das Industriegebiet, im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes, ist ein Eignungsgebiet der Einzelversorgung. Weiterhin besteht Handlungsbedarf bei 33 % der Öl- und Gasheizungen.

Beide Untersuchungsgebiete haben weisen einen Handlungsbedarf bezüglich der Beheizungsstruktur und Alter der Einzelheizungen auf. Folglich ist eine Prüfung der Wärmenetzeignung für eine großflächige möglichst regenerative Versorgung der Gebäude in einem Wärmenetz erfolgt. Die folgenden Parameter gelten für eine Gesamtbetrachtung beider Untersuchungsgebiete.

Ausgewählte Untersuchungsergebnisse:

Gebiet	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium	Nördl. Ganzjahresbad
Annahme Anschlussquote	100 % kommunale Gebäude / 50 % Wohngebäude	
Wärmebedarf / Heizlast	8 GWh/a / 5 MW	8 GWh/a / 5 MW
Wärmenetztrasse (ohne Hausanschlüsse)	13 km	10 km
Wärmedichte	1,15 MWh/(m*a)	0,53 MWh/(m*a)
Heizzentrale (mögl. Standort)	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium	künftiges Ganzjahresbad

Potenziale erneuerbare Wärmeerzeugung für das Wärmenetz:

- Biomasse, möglichst regionaler Herkunft
- Grüne Gase: Biogas, (H₂ perspektivisch nach 2040)



Der Ausbau eines Niedertemperatur-Wärmenetzes eignet sich für das Untersuchungsgebiet Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium.

Der Ausbau eines Wärmenetzes im gesamten Untersuchungsgebiet nördlich des Ganzjahresbades kann in Ersteinschätzung, aufgrund der geringen Wärmedichte, nicht wirtschaftlich abgebildet werden. Bei einer weiteren Betrachtung empfiehlt sich eine Unterteilung des Untersuchungsgebietes in Industriegebiet und Wohngebiet.

Mögliche CO₂-Einsparung	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium Ist- Zustand: 3.900 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz: 1.500 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen: 2.300 t CO₂ pro Jahr Untersuchungsgebiet nördl. Ganzjahresbad Ist- Zustand: 3.100 t CO₂ pro Jahr Bei Ausbau Wärmenetz: 2.100 t CO₂ pro Jahr Resultierende Einsparungen: 1.000 t CO₂ pro Jahr
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie lassen sich auf 45T € abschätzen. Investitionskosten zur Errichtung eines neuen Nahwärmenetzes inkl. Hauptleitungsstränge, Hausanschlussleitungen, mit Übergabestationen belaufen sich schätzungsweise auf ca. 8 Mio. €. Für die Maßnahme kann eine investive Förderung von bis zu 40 % der Investitionskosten beantragt werden (z.B. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW).
Nächste Schritte Akteure	Bei positiver Wärmenetzeignung eines Untersuchungsgebietes: BEW-Machbarkeitsstudie: – Beantragung BEW-Förderung für Machbarkeitsstudie (Stadt, Stadtwerke) – Durchführung Machbarkeitsstudie (Stadtwerke, Dienstleister) Wärmenetz-Neubau: – Schaffung der Voraussetzungen für eine hohe Anschlussquote, z.B. durch frühzeitige Information der Anwohnenden und Gewerbetreibenden (Stadt, Stadtwerke, Klimaschutzagentur) Ausschreibung und weiterführende Planungsschritte nach HOAI (Stadt, Stadtwerke, Planungsbüro)
Priorität	Mittel – mittel bis langfristige kontinuierliche Umsetzung

Begleitende Maßnahme 2: Sanierung von Wohngebäuden																																																								
Ziel	Ziel der begleitenden Maßnahme ist es eine gezielte und beständige Sanierungstätigkeit im Stadtgebiet Metzingens anzuregen, möglichst über der aktuell bundesdurchschnittlichen 1% Sanierungsquote. Eine Erhöhung der energetischen Sanierungsquote kann durch direkte systematisch vorbereitete Ansprache von Hauseigentümern erreicht werden.																																																							
Informations- grafik	Anzahl Wohngebäude nach Gebäudetyp und Altersklassen <table><thead><tr><th>Altersklasse</th><th>EFH</th><th>DH_RH</th><th>MFH</th><th>GMH</th></tr></thead><tbody><tr><td>1918bis</td><td>250</td><td>50</td><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>1919_1948</td><td>700</td><td>200</td><td>80</td><td>0</td></tr><tr><td>1949_1957</td><td>350</td><td>300</td><td>50</td><td>0</td></tr><tr><td>1958_1968</td><td>450</td><td>250</td><td>100</td><td>0</td></tr><tr><td>1969_1978</td><td>350</td><td>220</td><td>50</td><td>0</td></tr><tr><td>1979_1994</td><td>300</td><td>250</td><td>50</td><td>0</td></tr><tr><td>1995_2001</td><td>100</td><td>100</td><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>2002_2009</td><td>150</td><td>250</td><td>50</td><td>0</td></tr><tr><td>2010_2019</td><td>50</td><td>20</td><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>ab2020</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></tbody></table> Altersstruktur der Wohngebäude nach Gebäudetyp	Altersklasse	EFH	DH_RH	MFH	GMH	1918bis	250	50	10	0	1919_1948	700	200	80	0	1949_1957	350	300	50	0	1958_1968	450	250	100	0	1969_1978	350	220	50	0	1979_1994	300	250	50	0	1995_2001	100	100	10	0	2002_2009	150	250	50	0	2010_2019	50	20	10	0	ab2020	0	0	0	0
Altersklasse	EFH	DH_RH	MFH	GMH																																																				
1918bis	250	50	10	0																																																				
1919_1948	700	200	80	0																																																				
1949_1957	350	300	50	0																																																				
1958_1968	450	250	100	0																																																				
1969_1978	350	220	50	0																																																				
1979_1994	300	250	50	0																																																				
1995_2001	100	100	10	0																																																				
2002_2009	150	250	50	0																																																				
2010_2019	50	20	10	0																																																				
ab2020	0	0	0	0																																																				
Beschreibung der Maßnahme	Die Steigerung einer fortwährenden Sanierungstätigkeit im Stadtgebiet bedarf einer ständigen Abstimmung zwischen Akteuren der Themenfelder Stadtentwicklung, Flächennutzung, Energieversorgung und den privaten Hauseigentümern. Neben direkten und möglichst niederschweligen Beratungsangeboten sind auch Aktionen und gezielte Projekte ein probates Mittel: Beispielsweise als Sanierungsgebiet gilt ein fest umrissenes Gebiet in dem die Gemeinde eine „städtebauliche Sanierungsmaßnahme“ durchführt. Diese wird durchgeführt, um „städtebauliche Missstände“ zu beheben, zu verbessern oder umzugestalten. In gezielt ausgewählten Gebieten mit hohem Sanierungspotenzial, kann durch eine vorbereitete Kampagne, z.B. einer „Energiekarawane“ u.a. mit einem Angebot einer Energieberatung für Hauseigentümer, die Sanierungstätigkeit/ -bereitschaft erhöht werden. Zusätzlich können auch lokale finanzielle Zuschüsse ein gutes Mittel zur Steigerung der Sanierungstätigkeiten sein.																																																							

Mögliche CO₂-Einsparung	Eine mögliche CO ₂ -Einsparung ist abhängig von den im Gebiet eingesetzten Heizungen und der Sanierungstiefe der Gebäude. Je nach Wohngebiet und Gebäudealter sind unterschiedliche Werte realisierbar.
Geschätzte Kosten und Finanzierung	Die KfW-Bank (Kreditinstitut für Wiederaufbau) fördert mit dem Produkt der Energetischen Stadtsanierung die Durchführung integrierter Quartierskonzepte und darauf aufbauend ein Sanierungsmanagement. Der Zuschuss beträgt 75 % der förderfähigen Kosten für die Erstellung eines Quartierskonzeptes und des Sanierungsmanagements.
Nächste Schritte Akteure	- Identifikation von Gebieten hohen Sanierungspotenzials im Stadtgebiet Metzingens. (Stadt, Klimaschutzagentur) - Ausweisung Sanierungsgebiet (Stadt) - Beantragung Förderung integriertes Quartierskonzept (Stadt) - Ausarbeitung Quartierskonzept (Fachplaner) - Sanierungsmanagement (Stadt)
Priorität	mittelhoch – Zeithorizont: kurz - mittelfristig

Neben den zuvor beschriebenen prioritären Maßnahmen, welche die technische Umsetzung der Transformation im Hinblick auf (Bestands-)Quartiere und Baugebiete im Fokus haben, richten sich begleitende Maßnahmen gezielt an die Akteure und sind oftmals quartiersübergreifend. In der nachfolgenden Abbildung 52 sind die begleitenden Maßnahmen in den Kategorien Verwaltungskompetenz, Information und Akzeptanz und lokale Wertschöpfung zusammengefasst. Die kommunalen Liegenschaften ermöglichen der Stadt Metzingen sowohl die technische Umsetzung der lokalen Wärmewende als auch begleitende Maßnahmen anzugehen. Die begleitenden Maßnahmen haben insgesamt das Ziel, Maßnahmen zur Energieeinsparung und die Umrüstung auf emissionsfreie bzw. -arme Technologien möglichst gezielt voranzutreiben.

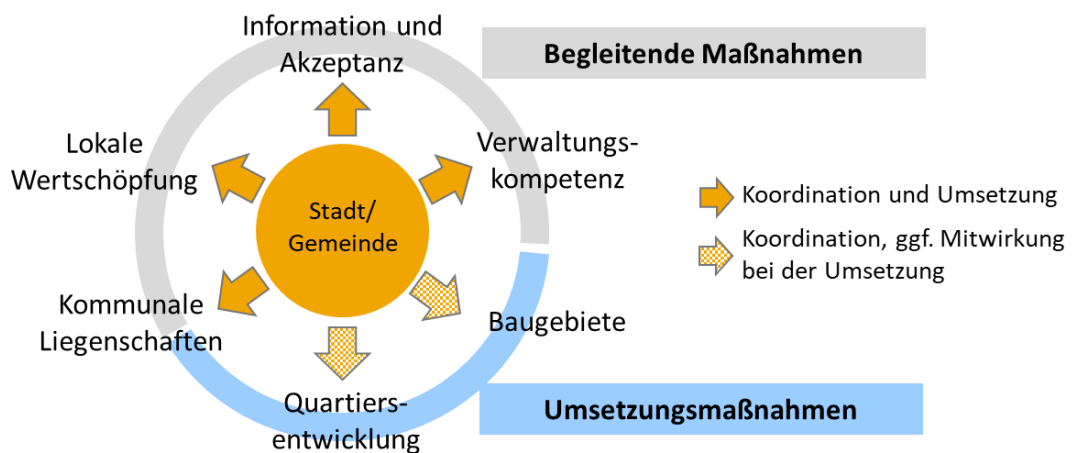


Abbildung 52: Schematische Darstellung der kommunalen Handlungsfelder

Im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden laufende und zukünftig zu intensivierende begleitende Maßnahmen besprochen. Neben den technischen Maßnahmen lassen sich dem kommunalen Wärmeplan noch Maßnahmen organisatorischer und übergeordneter Art zuordnen.

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“ [1]. 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 Metzinger Wärmeplanung kann über die Umsetzungsfortschritte der definierten Maßnahmen und ggf. über notwendige Aktualisierungen beraten werden.

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Metzingen 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 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 Teil der Wärmeplanung sind, zeigen, dass die Wärmewende nicht von heute auf morgen erfolgen kann und wird. Ihre Umsetzung ist viel mehr in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess eingebettet und kann mit dem Demingkreis oder auch PDCA-Zyklus beschrieben werden. Dieser umfasst folgende vier Phasen, welche in Abbildung 53 abgebildet sind.

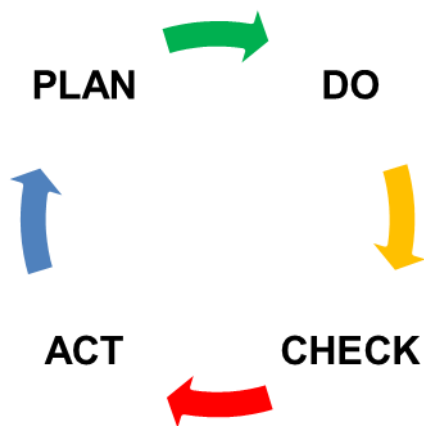


Abbildung 53: Schematische Darstellung des Demingkreises

Diese vier Phasen des Demingkreises werden im Folgenden in Hinblick auf die Kommunale Wärmeplanung der Stadt Metzingen näher erläutert:

Plan – Planung:

Im kommunalen Wärmeplan der Stadt Metzingen werden strategische Maßnahmen festgelegt, welche bis zum Jahr 2040 zum Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung führen sollen. Hierzu gehören z.B. der Ausbau von erneuerbaren Energien zur Bereitstellung von klimaneutraler Wärme, der Bau von Wärmenetzen im Stadtgebiet sowie die Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz. Die erarbeiteten Maßnahmenskizzen stellen hierbei die Grundlage für folgende Detailplanungen zukünftiger Wärmewendeprojekte dar.

Do – Umsetzung:

In dieser Phase des Zyklus erfolgt die Umsetzung der geplanten Maßnahmen durch die genannten Akteure. Hierbei wird darauf geachtet, die vorgesehene Kosten- und Zeitplanung weitestgehend einzuhalten.

Check – Überprüfung:

Der Umsetzungsstatus der Maßnahmen wird anhand von vorher festgelegten Erfolgsindikatoren in regelmäßigen Abständen gemessen. Diese Indikatoren können sich je nach Maßnahme unterscheiden und können z.B. in Form von einer zu installierenden Leistung, einer zu erzielenden Sanierungsrate im Wohnsektor oder einer binären Abfrage, ob eine Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde oder nicht, dargestellt werden. Eine Bewertung des Umsetzungserfolges der Maßnahmen sollte neben den zu Beginn ausgewählten Erfolgsindikatoren auch noch die zum Zeitpunkt der Bewertung geltenden politischen und technologischen Rahmenbedingungen miteinbeziehen.

Act - Handlung

In der letzten Phase des Demingkreises werden die Erkenntnisse, die aus der Überprüfungsphase gewonnen werden konnten, auf die Weiterentwicklung des Wärmeplans angewendet. So können bestehende Maßnahmen erweitert oder an neue Rahmenbedingungen, wie z.B. neue Gesetze und Förderrichtlinien oder Effizienzsteigerungen von einzusetzenden Technologien, angepasst werden. Ziel dieser Phase ist es den kommunalen Wärmeplan durch kontinuierliche Anpassungen an aktuelle Gegebenheiten zu verbessern und somit das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040 sicherzustellen.

Der hier beschriebene Zyklus sollte mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Metzingen starten. Das Monitoring und Controlling des Wärmeplans sollten sinnhaft in einen Zuständigkeitsbereich der Stadt Metzingen integriert und in einem regelmäßigen Turnus durchgeführt werden. Aufgrund des kurzen Zeithorizonts der kommunalen Wärmeplanung bis ins Zieljahr 2040, empfiehlt es sich, diesen Abstand nicht zu groß zu wählen, um den Transformationspfad rechtzeitig an etwaige Änderungen von externen Faktoren anpassen zu können.

Schon vor der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 sollte eine Zwischenevaluation erfolgen. Diese kann beispielsweise durch die Erstellung einer aktuellen Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors erfolgen (siehe Kapitel 3.4). So können die gesamtheitlichen Fortschritte des Wärmeplans auch mit ausschlaggebenden Zahlen, nämlich den verursachten Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauchsdaten, belegt werden und die Fortschritte der Wärmewende in Metzingen verfolgt werden.

6.4 Fazit Wärmewendestrategie

Nachdem im Zielszenario definiert wurde, *was* bis 2040 in Metzingen erreicht werden soll, wurde in der Wärmewendestrategie erörtert, *wie* es erreicht werden kann. Hierfür stellte die Findung von Maßnahmen und deren Priorisierung einen ersten Schritt dar. Es wurden das jeweilige CO₂-Einsparpotenzial berechnet, Grobkosten für die Umsetzung kalkuliert und Akteure benannt, die zu beteiligen sind.

Bei den Maßnahmen wurde strategisch der Fokus auf den Bau von neuen Wärmenetzen bzw. auf die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen gelegt. In Metzingen gibt es durch eine flächendeckend hohe Wärmebedarfsdichte im Stadtkern eine gute Voraussetzung für deren Umsetzungserfolg und eine wirtschaftliche Darstellbarkeit. Weiterhin wird es mit dem absehbaren Verbot von fossilen Einzelheizungen im Innenstadtbereich kaum Alternativen geben – die dichte Bebauung und der Sanierungszustand der Gebäude im Stadtkern erschwert den effizienten Einsatz von Wärmepumpen. Deshalb ist es 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. Diese lässt sich in die Erzeugung von Strom und Wärme einteilen. Bei der Erschließung von erneuerbaren Wärmequellen in Metzingen, stellt die mitteltiefe Geothermie eine große Chance für die klimaneutrale Wärmeversorgung von Haushalten dar. Der Bau von PV-Freiflächenanlagen entlang von Bundesstraßen geht mit einem stetig ansteigenden Bedarf an grünem Strom aufgrund vom Ausbau von Wärmepumpen und Elektromobilität in ganz Deutschland einher.

Nach Anforderungen des KlimaG, soll mit der Umsetzung der prioritären Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, was die Zusammenarbeit sämtlicher Akteure in Metzingen erfordert – zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurde bereits mit der Umsetzung von drei der sechs prioritären Maßnahmen angefangen.

Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Metzingen bis ins Jahr 2040 sicherzustellen, sollte der Fortschritt der Wärmewende fortlaufend evaluiert werden. Dies kann zum einen durch die regelmäßige Kontrolle der Maßnahmenumsetzungen anhand von ausgewählten Erfolgsindikatoren erfolgen. So kann schnell auf Änderungen der politischen, wirtschaftlichen oder technologischen Rahmenbedingungen reagiert werden und einzelne Maßnahmen können ggf. angepasst werden.

Gesamtheitlich kann der Erfolg der Wärmeplanung durch das Fortschreiben der Energie- und Treibhausgasbilanz aus Kapitel 3.4 bewertet werden. Hiermit sollte nicht erst zum Zeitpunkt der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Jahr 2030 begonnen werden, sondern schon früher, um den Transformationspfad ggf. durch das Hinzufügen von weiteren Maßnahmen in der Wärmewendestrategie zu beschleunigen.

7. Akteursbeteiligung

Die KEA BW empfiehlt in ihrem Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung eine frühzeitige Einbindung sämtlicher lokaler Akteure. Ihre „regionalen Kenntnisse und das Engagement“ seien „der Schlüssel zu einer erfolgreichen Wärmewendestrategie und Umsetzung in konkreten Projekten innerhalb der Kommune“ [1]. Für die Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden deshalb folgende Instrumente der Akteursbeteiligung ausgewählt und umgesetzt:

Regelmäßige Arbeitsgruppentreffen

Im Herbst 2021 fand ein interner Auftakttermin mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadt und den Stadtwerken Metzingen, der Klimaschutzagentur Reutlingen sowie dem Ingenieurdienstleister RBS wave statt. In diesem Termin wurden eine Arbeitsgruppe benannt und ein Rahmenterminplan für das Projekt festgelegt.

Im Anschluss daran, erfolgten über die gesamte Bearbeitungsphase regelmäßige Arbeitstreffen, die weitestgehend über Videokonferenz stattfanden, in denen über den aktuellen Bearbeitungsstatus beraten wurde. Sämtliche Entscheidungen, die in diesen Arbeitstreffen getroffen wurden, wurden durch Präsentationsfolien oder Protokolle dokumentiert.

Unternehmensumfrage in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung

Im Winter 2021/22 fand eine Unternehmensumfrage in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung der Stadt Metzingen statt. Diese Umfrage hatte zum einen das Ziel, Brennstoffverbräuche und Abwärmeaufkommen von Industrie und Gewerbe zu erfassen. Auf diese Art und Weise konnten Energieverbräuche aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z.B. Heizöl oder Pellets) erfasst werden, zu denen keinerlei Echt-daten von Versorgern vorliegen. Weiterhin konnte auf Basis der Umfrage eine Einordnung des Potenzials aus industrieller Abwärme in Metzingen erfolgen. Die Umfrage hatte weiterhin das Ziel Akteure aus Industrie und Gewerbe über die Kommunale Wärmeplanung zu informieren und sie für das Projekt zu gewinnen. So wurde beispielsweise abgefragt, ob Interesse besteht, Firmengebäude an ein bestehendes Wärmenetz anzuschließen oder Abwärme ggf. in eines auszukoppeln. Die Daten wurden im Rahmen der Potenzialermittlung verwendet (siehe Kapitel 4.3.1) und können für weitere Detailplanungen von Wärmeverbünden in Metzingen genutzt werden.

Workshop mit Verwaltung und Akteuren

Im Frühling 2023 wurde ein Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadtverwaltung und der Stadtwerke Metzingen, des EWM, der Klimaschutzagentur Reutlingen, des AKE und des Lenkungskreis Klimaschutz abgehalten. Ziel war es den Beteiligten einen Überblick über abgeschlossene Arbeitspakete der kommunalen Wärmeplanung zu geben. Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden umfassend erläutert, bevor dann das Zielfoto mit allen definierten Parametern für das Jahr 2040 erläutert wurde. Im Anschluss wurde eine Postersession zu möglichen

bzw. sich bereits in der Umsetzung befindenden Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung abgehalten. In Kleingruppen konnten die Beteiligten zwischen drei Stationen wechseln und sich dort über die geplante Maßnahme informieren und ihre Fragen von den Stationsverantwortlichen beantworten lassen. Bei den ausgewählten Maßnahmen handelte es sich um die Machbarkeitsstudie eines Wärmenetzes im Gewerbegebiet Längenfeld, das Sanierungsgebiet Neuhausen und die mögliche Erschließung von mitteltiefer Geothermie in Metzingen (siehe Kapitel 6.1), deren Umfang auf Postern dargestellt wurde.



Maßnahme: Potenzial Mitteltiefer Geothermie in Metzingen

Autor*innen: Dorothea Riecken & Julian Seevers

Einordnung innerhalb der Kommunalen Wärmeplanung

Innerhalb der Kommunalen Wärmeplanung werden 5 Maßnahmen definiert. Im Jahr 2020 wurde in Metzingen eine Machbarkeitsstudie zum Potenzial der mitteltiefen Geothermie durchgeführt. Darauf aufbauend sollen weitere Untersuchungen zur Quantifizierung des Potenzials der mitteltiefen Geothermie in Metzingen angestoßen werden und als Maßnahme im Kommunalen Wärmeplan definiert werden.

Vorhaben

Auf der Suche nach regenerativen Wärmequellen soll in Metzingen das geothermische Potenzial der Erdwärmennutzung und die Einspeisung in ein Wärmenetz untersucht werden.

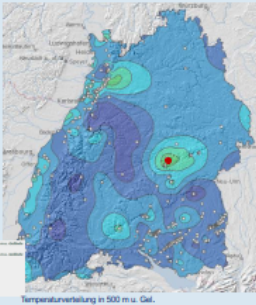


Eckdaten Machbarkeitsstudie

- Zielstellung: Untersuchung geothermischen Potenzials zur Erdwärmennutzung anhand von Literatur / geol. Karten / vorh. Bohrprofilen
- Empfehlung zur Hydrothermalen Grundwassernutzung
- Temperaturgradient ca. 5,6 K pro 100 m
- Temperaturen in 500 m Tiefe: 35 – 40 °C
- Temperaturen in 1.000 m Tiefe: 60 – 65 °C
- Grundwasserführende Schichten
 - Muschelkalk: 525 m 550 m → ca. 40 °C
 - Buntsandstein: 710 m → ca. 50 °C

Geologische Gegebenheiten in Metzingen

Die Temperaturverteilung im Untergrund ist nicht einheitlich. Metzingen liegt im Bereich einer sog. geothermischen Anomalie. Eine geothermische Anomalie bezeichnet das Auftreten von erhöhten Temperaturen des Untergrundes. Für Baden-Württemberg sind dies z.B. Gebiete des Oberrheingraben und im Gebiet von Bad Urach. Ein geothermischer Gradient bestimmt die Zunahme der Untergrundtemperatur in Abhängigkeit der Tiefe und liegt im Mittel bei 3 K / 100 m. Entsprechend der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist ein deutlich erhöhter geothermischer Gradient zu erwarten (bis zu ca. 5,6 K / 100 m).

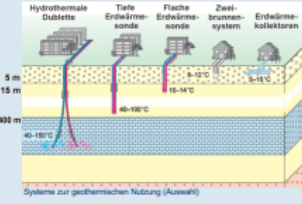


Temperaturverteilung in 500 m u. Gel.
Quelle: <https://www.lgr-bw.de/>

Hydrothermale Geothermie: Wärme aus dem Grundwasserleiter

Die hydrothermale Geothermie nutzt die Wärme aus natürlich vorkommenden, grundwasserführenden Schichten. Im Raum Metzingen sind das der Muschelkalk und der Buntsandstein. Durch eine Entnahmebohrung wird Grundwasser mit höherer Temperatur an die Oberfläche geleitet. Nach dem Wärmeentzug erfolgt die Rückführung über einen Schluckbrunnen, in den Ursprungsgrundwasserleiter. Das System des Entnahme- und Schluckbrunnens wird als „Hydrothermale Dublette“ bezeichnet. Der hydraulische Kreislauf bleibt somit erhalten. Wichtige Parameter für die Nutzung hydrothormaler Geothermie sind unter anderem die Ergiebigkeit, die Temperatur des Grundwasserleiters sowie der Chemismus des Grundwassers.

Grundwasserleiter	Tiefenlage	Ergiebigkeit	Temperatur
Muschelkalk	525 – 550 m	15 – 20 l/s	ca. 40 °C
Buntsandstein	ca. 710 m	5 – 10 l/s	ca. 50 °C



Systeme zur geothermischen Nutzung (Auswahl)

Einspeisung in ein Wärmenetz

Mit Hilfe einer Wärmepumpe wird das Temperaturniveau des Grundwassers angehoben. Die Verteilung der Wärmemenge erfolgt über ein Wärmenetz an die Abnehmer. Für ein Niederdruckwärmenetz in Neubaugebieten reicht eine Vorlauftemperatur von 50 °C aus und für ein konventionelles Wärmenetz im Bestand werden 80-90 °C benötigt.





Pluspunkte der hydrothormaler Geothermie in Metzingen

- erneuerbare Wärmequelle
- Wärme steht ganzjährig, verlässlich und wetterunabhängig zur Verfügung
- geringe CO₂-Emissionen: Strombedarf für Förderpumpe/ Wärmepumpe/ Netzpumpen Wärmenetz
- geringer Flächenbedarf, kaum Beeinträchtigung des Landschaftsbildes
- durch erhöhte Untergrundtemperatur werden höhere Temperaturen bereits in geringerer Tiefe erreicht → Senkung der Bohr- und Investitionskosten



Heliquellenschutzgebiet Romina Mineralbrunnen GmbH

Hemmnisse

Das nord-westliche Stadtgebiet Metzingens befindet sich innerhalb eines Heliquellenschutzgebietes. Es gilt eine Bohrtiefenbegrenzung >400 m. Die Romina Mineralbrunnen GmbH gestattet keine Niederbringung einer Bohrung zur Wassergewinnung. Eine etwaige Einschränkung der Bohrtiefe gilt nicht für das östliche Stadtgebiet (Neuhausen).

Eine Niederbringung einer Bohrung unterliegt einem sog. **Fündigkeitsrisiko**, welches sich über die

- Quantität (Förderate u. Temperatur)
- Qualität (chemische Zusammensetzung) definiert.

Info-Ecke Bad Urach

Nach erfolgreicher Geothermie-Bohrung in Bad Urach: Eine Riesenchance

Bad Uracher Gemeinderat blickt auf die erfolgreiche Geothermie-Bohrung zurück und freut sich.

Rautlinger Generalanzeiger, 29.09.2022

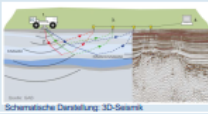
Bad Urach	Eckdaten
Geothermischer Gradient	~6,5 K / 100 m
Tiefenbohrung	700 m
Temperatur	54 °C
Ergiebigkeit	ca. 16 l/s

Laufende Arbeitsschritte

Für nächste Schritte zur Erschließung des Potenzials ist eine Detailanalyse aller frei zugänglichen Geodaten notwendig. Eine Kontaktaufnahme mit dem Landratsamt (Untere Wasserbehörde) dient zur Anfrage hinsichtlich genehmigungstechnischer Auflagen oder Limitierungen zur Niederbringung einer Bohrung.

Weiteres Vorgehen

Wenden die laufenden Arbeitsschritte positiv bewertet, wird der Einsatz geophysikalischer Messmethoden empfohlen (z.B. 3D-Seismik). Um beispielsweise Aufschluss über die Mächtigkeit eines potenziellen Grundwasserleiters oder auch -Geringleiter zu erlangen. Eine Technische Machbarkeitsstudie prüft eine mögliche Lage der Bohrung und eine mögliche Anbindung an Wärmenetz.



Schematische Darstellung: 3D-Seismik

RBS wave GmbH, Ludwig-Erhard-Straße 2, 76275 Ettlingen
Kontakt: Dorothea Riecken (d.riecken@rbs-wave.de), Julian Seevers (j.seevers@rbs-wave.de)

Abbildung 54: Poster zum Potenzial Mitteltiefer Geothermie in Metzingen

Öffentliche Gemeinderatssitzung

Zum Abschluss der Bearbeitungsphase im Sommer 2023 der kommunalen Wärmeplanung soll eine öffentliche Gemeinderatssitzung stattfinden, an welcher die interessierte Bürgerschaft teilhaben kann. Es wird über alle vier Phasen, die Bestands- und Potenzialanalyse, das Zielszenario und die Wärmewendestrategie berichtet. Weiterhin werden Folgeprojekte und Maßnahmen vorgestellt, die sich aus der kommunalen Wärmeplanung herauskristallisiert haben. Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung besteht im Anschluss die Möglichkeit den Entwurf des kommunalen Wärmeplans über eine Online-Plattform zu kommentieren. Nur durch das Mitwirken einer engagierten Bürgerschaft kann die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung gelingen, denn sie ist der Schlüsselakteur, wenn es um die notwendige Sanierung von Wohngebäuden oder den Austausch von fossilen hin zu regenerativen Brennstoffen geht.

Ausblick

Spätestens mit Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans beginnt der Umsetzungsprozess der definierten Maßnahmen aus der Wärmewendestrategie. Hierbei sollte eine kontinuierliche Kommunikation mit den relevanten Akteuren erfolgen. Ein erster Schritt stellt dabei die Veröffentlichung dieses Abschlussberichts und die Berichterstattung durch die Lokalpresse dar.

Weiterhin können sämtliche Daten, die in diesem Bericht in Kartenform abgedruckt werden, in einem sogenannten Bürger-GIS veröffentlicht werden und mit weiteren Informationen angereichert werden. Ziel ist es, dass sich Bürgerinnen und Bürger über die Versorgungsperspektiven in ihrem Viertel oder in ihrer Straße informieren können. Gerade beim Bau von Wärmenetzen, ist es unabdingbar eine entsprechend hohe Anschlussquote sicherzustellen. Nur so kann die wirtschaftliche Darstellbarkeit des Bauvorhabens und des zukünftigen Betriebs gewährleistet werden. Eine frühzeitige Information von Anwohnenden über Bauvorhaben dieser Art ist hierfür in jedem Fall förderlich, da sie ihnen eine Perspektive bietet und damit Einfluss auf den künftigen Heizungsaustausch nehmen kann.

Eine zielgerichtete Akteursbeteiligung fördert den Transformationsprozess hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung hierzu sind alle Akteure in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren. Es gilt eine Aufbruchstimmung zu vermitteln, die Wärmewende kann nur in Zusammenarbeit durch die Stadtverwaltung, die Stadtwerke und aller Akteure gelingen.

8. Schlussbetrachtung

Der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Metzingen hat die vier Hauptbestandteile gemäß KlimaG BW – Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario 2040 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 Metzingen betrachtet. Die Beheizungsstruktur wies im Basisjahr 2019 einen Anteil fossiler Einzelheizungen von 85 % aus. Rund 92 % 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 Metzingen nimmt eine Vorbildfunktion ein und kann mit den kommunalen Gebäuden ca. 6 % des Endenergieverbrauchs und damit ca. 5 % 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 %, der Wärmebedarf um bis zu 8 % gesenkt werden. Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Metzingen flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Des Weiteren wurden Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme und von Abwärme aus Abwasser in den Kanälen und am Klärwerk identifiziert. Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Dachflächen, Freiflächen und Parkplatzüberdachungen. Die Windkraft steht in geringerem Ausmaß als die der PV-Dachanlagen technisch zur Verfügung. 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 Metzingen flächendeckend vorhanden. Die (mittel-) tiefe Geothermie kann eine Rolle für die regenerative Wärmeversorgung spielen, da Metzingen in einer Region mit erhöhter Untergrundtemperatur liegt. Mit einem flächendeckenden Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeversorgung ist nach den Ausbauplänen des Transportnetzbetreibers für Metzingen vor 2040 nicht zu rechnen; die punktuelle Verfügbarkeit für Industrieprozesse und zentralen Wärmeherzeugungsanlagen für Wärmenetze wird jedoch angenommen.

Zur Erarbeitung des klimaneutralen **Zielszenarios** für Metzingen wurde das Stadtgebiet in 31 Teilgebiete aufgeteilt und diese hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Das festgelegte Zielszenario beinhaltet den Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet mit einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 %. Daraus resultiert im Zielszenario 2040 ein Wärmenetzanteil von rund 50 % an den installierten Heizungen. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- oder Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung sowie vereinzelt Wasserstoffkessel für Industrieprozesse und zentrale

Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze. 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 Metzingen auswirken können.

Der Bestandteil **Wärmewendestrategie** erörterte die Festlegung von konkreten Umsetzungsmaßnahmen und deren Priorisierung. Es wurden das jeweilige CO₂-Einsparpotenzial berechnet, Grobkosten für die Umsetzung kalkuliert und Akteure benannt, die zu beteiligen sind. Bei den Maßnahmen wurde strategisch der Fokus auf den Bau von neuen bzw. auf die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen gelegt. Ein weiteres Fokusfeld der Maßnahmen stellte die Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere PV und mitteltiefe Geothermie, dar. 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 Metzingen erfordert – zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurde bereits mit der Umsetzung von drei der sechs prioritären Maßnahmen begonnen. Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Metzingen bis ins Jahr 2040 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 Metzingen stärker in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren, sie regelmäßig über die Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und zur Mitarbeit zu animieren.

Politische Einordnung

Formal handelt es sich bei der kommunalen Wärmeplanung nach KlimaG BW zunächst um ein nicht bindendes Planwerk. Die Ermittlung von Eignungsgebieten hat keine verpflichtenden Auswirkungen auf die Akteure. Es wird vielmehr ein strategischer Ansatz aufgezeigt, welcher als Grundlage für konkrete Feinplanungen dienen kann.

Für das übergeordnete Zielbild der klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ist die kommunale Wärmeplanung ein wertvolles und hilfreiches, wenn nicht gar ein entscheidendes Instrument. Es zeigt die Möglichkeiten der Zielerreichung, die als Chancen zu verstehen sind.

Während der Erarbeitung dieses Planwerks kam es zu sich rasch verändernden Rahmenbedingungen aufgrund unvorhergesehener geopolitischer Umbrüche sowie Verschiebung von Prioritäten durch Regierungswechsel auf Bundesebene. Diese schnellleibigen, unzuverlässigen Veränderungsprozesse stellen für Kommunen große

Herausforderungen dar. Für Kommunalverwaltung sowie für die Kommunalpolitik bedeuten sie Planungs- und Entscheidungsarbeit unter großer Unsicherheit.

Unter diesen Gesichtspunkten ist der hier vorliegende ausgearbeitete kommunale Wärmeplan zu betrachten. Er stellt jedoch kein Kriseninstrument dar. Vielmehr ist der langfristige Ansatz, mit dem er den Weg zur Erreichung des Ziels einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 gestaltet, anzuerkennen. Der Plan erfüllt auch die ab 2024 geltenden Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) auf Bundesebene. Für die Akteure bindende Vorgaben zur Wärmeversorgung sind im Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie für Baden-Württemberg ergänzend im EWärmeG aufgeführt. Verbindliche Festlegungen aus der kommunalen Wärmeplanung ergeben sich nur dann, wenn die Kommune durch einen zusätzlichen Beschluss einzelne Gebiete als Wärmenetz- oder Wasserstoffausbaugebiete festlegt.

Es wird deutlich, dass für das ambitionierte Ziel der Klimaneutralität in den kommenden 16 Jahren immense Ressourcen (zeitlich, personell und finanziell) durch alle beteiligten Akteure aufgebracht werden müssen. Von städtischer Verwaltung und Stadtwerke, über kommunalpolitische Vertretungen und Unternehmen bis hin zur Bürgerschaft: die Aufgabe kann nur gemeinschaftlich erfüllt werden und alle müssen ihren Beitrag zum Erfolg leisten.

9. Quellenverzeichnis

- [1] 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/Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf
- [2] KEA BW, „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“. 2022.
- [3] LGL Baden-Württemberg, „ALKIS-Liegenschaftsdaten für die Stadt Metzingen“. n.D.
- [4] Stadt Metzingen, „Auflistung der kommunalen Liegenschaften“. 2022.
- [5] infas 360 GmbH, „Hauskoordinaten mit Gebäudeparametern (Baujahresklassen, Gebäudetyp)“. n.D.
- [6] Stadtwerke Metzingen, „Wärmestromverbrauchsdaten 2018 - 2020“. 2022.
- [7] Stadtwerke Metzingen, „Erdgasverbrauchsdaten 2018 - 2020“. 2022.
- [8] Stadtwerke Metzingen, „Wärmeverbrauchsdaten 2018 - 2020“. 2022.
- [9] Bezirksschornsteinfeger der Kehrbezirke in Metzingen, „Auszüge aus dem elektronischen Kehrbuch“. n.D.
- [10] Stadtwerke Reutlingen, „Stadtwerke Reutlingen - Historische Meilensteine“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtwerke-reutlingen.de/das-unternehmen.html#:~:text=1961,werden%20best%C3%A4ndig%20weitere%20Kommunen%20integriert>
- [11] Dr. Max Peters u. a., „Technikkatalog kommunale Wärmeplanung - Version 1.1“, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2023.
- [12] Deutscher Wetterdienst, „Klimafaktoren (Jan 2009 - Jul 2020)“. Zugriffen: 9. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>
- [13] Stadtwerke Metzingen, „Stromverbrauchsdaten 2018 - 2020“. 2022.
- [14] 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.
- [15] Martin Kaltschmitt, Wiese Andreas, und Streicher Wolfgang, *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, 3. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- [16] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, „Abwärmenutzung in Unternehmen“. März 2019.
- [17] Stadtwerke Metzingen, „Lage Abwasserkanal Abwasserverband Ermstal“.
- [18] Münch Kathrin u. a., „Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen - Lokalisierung von Standorten in Baden-Württemberg“, DWA-Landesverband baden-Württemberg, Stuttgart, 2022.
- [19] Fach, Kempf, und Peter, „Machbarkeitsstudie Gewerbegebiet Längenfeld“, RBS wave GmbH, Ettlingen, Okt. 2023.
- [20] LUBW, „Daten- und Kartendienst der LUBW“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- [21] *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*. 2023.
- [22] Regionalverband Neckar Alb, „Regionalplan Neckar-Alb Teilregionalplan Solarenergie (Entwurf 2023)“, Apr. 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.rvna.de/site/Regionalverband+Neckar+Alb/get/params_E2084659653/22412571/Teilregionalplan_Solarenergie_Neckar-Alb_Entwurf2023.pdf
- [23] Stadtwerke Metzingen, „Potenziale für Freiflächen-Photovoltaik in Metzingen“. 2022.
- [24] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, „Häufig gestellte Fragen zum EWärmeG 2015“. 4. März 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Energieeffizienz/EWaermeG_BW/FAQ_EWaermeG_2015.pdf

- [25] „SDH Online-Rechner - Solare Nah- und Fernwärmeanlagen“. [Online]. Verfügbar unter: <https://sdh-online.solites.de/>
- [26] Regionalverband Neckar Alb, „Regionalplan Neckar-Alb Teilregionalplan Windenergie (Entwurf 2023)“, Apr. 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.rvna.de/site/Regionalverband+Neckar+Alb/get/params_E882084866/22412569/Teilregionalplan_Windenergie_Neckar-Alb_Entwurf2023.pdf
- [27] Stadtwerke Metzingen, „Datenlieferung Potenzialanalyse Abfallstoffe“. 2023.
- [28] Klimaschutzagentur Reutlingen und Stadtwerke Metzingen, „Potenziale Energieholz in Metzingen“. 2022.
- [29] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Landwirtschaftlich genutzte Fläche seit 1979 nach Hauptnutzungsarten Stadt Metzingen“. 2021.
- [30] Viehbestandserhebung, „Viehhaltung der Landwirtschaftlichen Betriebe“. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2021.
- [31] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>“, 2022.
- [32] Dr. Max Peters, Dr. Johannes Miodic, Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff, und Dr. Volker Armbruster, „Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg“. 2022.
- [33] Dr. W. Michel, „Machbarkeitsstudie Geothermisches Potenzial Stadtgebiet Metzingen“. 31. März 2020.
- [34] Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg, „HVZ-Pegelkarten“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/map_peg.html
- [35] 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.
- [36] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., „Wasserstoff-Beimischung Sicherheit in Ihrem Zuhause“. August 2021.
- [37] Luschnat Christoph, „Von den Quellen zu den Senken - Aktueller Stand zum Aufbau einer Wasserstoff- Infrastruktur“, gehalten auf der DVGW 3. Wasserstofftag Süddeutschland, Esslingen, 4. Mai 2023.
- [38] Steiger, Patrick und Schmidt Anke, „HyStarter Konzept Wasserstoff im Landkreis Reutlingen“, Landratsamt Reutlingen, Kreisamt für nachhaltige Entwicklung, Reutlingen, Okt. 2021.
- [39] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“. 15. September 2022.
- [40] Erdmann, Georg & Dittmar, Lars, *Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland*. 2010.
- [41] prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann“. 2021.
- [42] KEA BW, „Muster-Leistungsverzeichnis zur Vergabe und Ausschreibung von kommunalen Wärmeplänen“. 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.kea-bw.de%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FWaermewende%2FWissensportal%2F230706_LV_KWP_KEA_BW.docx&wdOrigin=BROWSELINK
- [43] „Freiflächensolaranlagen Handlungsleitfaden“, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Sep. 2019.

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 Metzingen	0,140		
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 2020	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 ab2020	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 2020	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 2020	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 2020	72%	28%

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

Gebäudefunktion	Anteil Raum- wärme	Anteil Warm- wasser	Anteil Prozess- wärme
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%
Veranstaltungs- gebäude	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%