



Stadt
BUCHEN
(ODENWALD)



RBS wave

Kommunaler Wärmeplan der Stadt Buchen (Odenwald) ENTWURF



Zusammenfassung

Datenerhebung

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ermöglichte den Zugriff auf gebäudescharfe Angaben zu Energie- und Brennstoffverbräuchen, welche durch die lokalen Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber auf Anfrage der Stadt 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 Buchen 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 Buchen untersucht. Die Flächen außerhalb des Stadtkerns werden vorwiegend land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Bei den Gebäuden in Buchen handelt es sich größtenteils um Wohngebäude – hierbei sind Einfamilienhäuser der dominierenden Gebäudetyp. Die Beheizungsstruktur ist vorwiegend durch fossile Einzelheizungen geprägt. 44 % der Heizungen wurden im Referenzjahr 2022 primär durch Heizöl befeuert. Mit 36 % machten Erdgasheizungen den zweitgrößten Anteil aller Heizungen in Buchen aus. Bei 14 % der Heizungen wird Strom zur Beheizung genutzt – hierbei handelt es sich um Nachtspeicheröfen oder Wärmepumpen. Die Endenergie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Buchen zeigt, dass im Basisjahr rund 95 % der Emissionen im Wärmesektor durch fossile Einzelheizungen verursacht wurden. Weiterhin ließen sich 2 % des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Emissionen direkt auf Liegenschaften in kommunaler Hand zurückführen. Hier kann die Stadt die Wärmeversorgung ihrer Gebäude direkt beeinflussen und ggf. den Bau von Wärmenetzen initiieren.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Möglichkeiten der Wärme- und Stromerzeugung betrachtet. Aufgrund der zu erwartenden stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors müssen diese Potenziale gemeinsam betrachtet werden.

Für die Erzeugung von grünem Strom bieten sich in Buchen Photovoltaikanlagen primär auf Dachflächen sowie sekundär auf Freiflächen an. PV-Dachanlagen stellen dabei eine gute Möglichkeit dar, den Eigenbedarf an Strom für den Betrieb einer Wärmepumpe in einem Gebäude anteilig zu decken. Das PV-Dachflächenpotenzial wird bereits überdurchschnittlich zu 27 % genutzt. PV-Freiflächenanlagen eignen sich hingegen zur Einspeisung von regenerativ erzeugtem Strom ins Netz. Hervorzuheben sind 6 Projekte zur PV-Freiflächennutzung auf einer Fläche von insgesamt 90 ha, die sich bereits in der Anbahnung

befinden. Das Potenzial der Windkraftnutzung soll, zusätzlich zu den bereits bestehenden 11 Windkraftanlagen, mit bis zu 17 weiteren geplanten Windkraftanlagen genutzt werden.

Die Abwärme von Industriebetrieben kann innerhalb oder in unmittelbarer Nähe eines Wärmeabnehmers genutzt werden. Potenziale bestehen hier im Gewerbegebiet Buchen Ost und im interkommunalen Gewerbepark Odenwald. Die Nutzung der Abwasserwärme im Kanal wurde in einer abgesicherten Potenzialstudie mit positivem Ergebnis untersucht, weitere geeignete Kanäle wurden identifiziert. In diesen Kanälen lässt sich das Potenzial durch Messungen der Temperatur und des Durchflusses genauer quantifizieren und lokalisieren. Bezogen auf den Endenergiebedarf beträgt das Potenzial der Biomasse aus dem Buchener Forst 5%. Eine große Rolle hingegen spielt die Abwärmenutzung des Biomasseheizkraftwerkes dessen Abwärme in einem noch zu errichtenden Wärmenetz im Kernstadtgebiet Buchen genutzt werden kann. Eine Wärmenetzeignung konventioneller Wärmenetze ist im Kernstadtgebiet und teilweise in den Teilorten vorhanden, weiterhin befinden sich wichtige öffentliche und kommunale Ankerkunden in den Wärmenetzeignungsgebieten. Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist im gesamten Gemarkungsgebiet vorhanden, gemessen an der theoretischen Wärmeerzeugung ist das Potenzial zur Gebäudebeheizung überdurchschnittlich hoch. Anhaltspunkte für ein Potenzial der Nutzung hydrothermalen Geothermie, in Tiefen > 400 m, gibt es auf der Gemarkung Buchen. Mit einer großflächigen Verfügbarkeit von Wasserstoff zur Gebäudebeheizung ist vor dem Jahr 2040 nicht auszugehen. Chancen bieten die Herstellung von Wasserstoff, mittels eines Elektrolyseurs, über Überschussstrom von Windkraftanlagen.

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 6 % des Gesamtwärmebedarfes bis 2040 einsparen. Gebäudesanierungen stellen damit einen wichtigen, aber schwer zu hebenden Baustein der Wärmewende dar.

Klimaneutrales Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Buchen wurde das Gemeindegebiet in 34 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 Buchens bis zum Jahr 2040 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Als Zielszenario wurde das Szenario KLIM II festgelegt. Dieses beinhaltet den Aus- und Neubau von Wärmenetzen in Buchen, wodurch bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 60 % ein Wärmenetzanteil von rund 6 % an den installierten Heizungen im Gemeindegebiet resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- und Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermie-Unterstützung. Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2022, 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. Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb des Gasnetzes in Buchen 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 Treibhausgasmindierungen im Wärmesektor führen soll. Für diesen Wärmeplan wurden fünf Maßnahmen erarbeitet. 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 die Durchführung von Machbarkeitsstudien zur Auskopplung von Wärme in einem Biomasseheizwerk und einem möglichen Wärmeverbund in der Kernstadt Buchens. Teilweise besteht eine direkte Abhängigkeit der Maßnahmen untereinander. 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 in der Stadt Buchen, sicherstellen.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Kommunale Wärmeplanung in Buchen wurde auf Basis des KlimaG BW sowie der damit in Zusammenhang stehenden Regelungen erstellt und ist gemäß des am 01.01.2024 in Kraft getretenen Wärmeplanungsgesetzes (WPG) auf Bundesebene vollumfänglich anerkannt.

Da das WPG entsprechende Ausgestaltungen auf Länderebene vorsieht, werden auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg (KlimaG) derzeit angepasst. Bestehende Wärmepläne sollen dann im Rahmen der ohnehin erforderlichen Fortschreibung (bislang alle 7 Jahre) an die neuen Regelungen angepasst werden. Hierbei ist nicht zu erwarten, dass im Rahmen dieser Anpassungen allein aufgrund der Synchronisierung zwischen Landes- und Bundesregelungen grundlegende Ergebnisse aus dem hier vorliegenden Arbeitsprozess in Frage gestellt werden müssen.

Im Rahmen des Inkrafttretens der Regelungen auf Bundesebene (WPG und neues Gebäudeenergiegesetz GEG) zum 01.01.2024 sind alle Gebäudeeigentümer in Bezug auf die damit in Zusammenhang stehenden Regelungen zunächst gleichgestellt unabhängig davon, ob sie in einer Kommune leben, die bereits einen Wärmeplan (entweder nach Landesrecht oder freiwillig) erstellt hat oder dies nun bis 30.06.26 (> 100.000 EW) oder 30.06.2028 (< 100.000 EW) erledigen muss.

Die Kernpunkte aus WPG und GEG sind:

- Aus für Öl- und Erdgasheizungen ab dem Jahr 2045
- Anteil von 65 % erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung von Neubauten ab Mitte 2026 (> 100.000 Einwohnende) bzw. Mitte 2028 (< 100.000 Einwohnende)

- Bei Bestandsimmobilien greifen einzelfallabhängige Übergangsregelungen von bis zu 10 Jahren.
- Bestehende Heizungsanlagen dürfen repariert werden
- Heizungsanlagen, die nach dem 01.01.2024 neu errichtet wurden und mit fossilen Energieträgern beheizt werden, sind ab dem Jahr 2029 sukzessive auf erneuerbare Energien umzustellen.
- Bei Anschluss an ein Wärmenetz oder Einbau einer Wärmepumpe gelten die Anforderungen als erfüllt da die Netzbetreiber (Wärme/Strom) ihre Netze entsprechend der gesetzlichen Vorgaben dekarbonisieren.
- Eigentümer bei denen eine Sanierung von Heizungsanlage und/oder Gebäude ansteht, sollten sich dazu umfassend beraten lassen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Kommunen, die bereits einen Wärmeplan vorliegen haben, von einem zeitlichen Vorsprung profitieren werden, um Maßnahmen anzugehen und die Wärmewende voranzubringen. Ihre Bürger wissen bereits jetzt in welchen Gebieten welche Art der Wärmeversorgung in Zukunft ihren Schwerpunkt haben wird.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	2
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. EINLEITUNG	8
2. DATENERHEBUNG	10
2.1 Vorgehensweise und Datenschutz	10
2.2 Aufbereitung der Daten	11
2.3 Datenqualität	12
3. BESTANDSANALYSE	13
3.1 Gemeindestruktur	13
3.2 Gebäudestruktur	15
3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur	18
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2022	22
3.5 Wärmebedarf	25
3.6 Fazit Bestandsanalyse	27
4. POTENZIALANALYSE	28
4.1 Energetische Sanierung	28
4.2 Wärmenetzpotenziale	33
4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmezeugung	35
4.4 Fazit Potenzialanalyse	54
5. ZIELSZENARIO	56
5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs	56
5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040	58
5.3 Eignungsgebiete	59
5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040	62
5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario	75
5.6 Fazit Zielszenario	79
6. WÄRMEWENDESTRATEGIE	81
6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen	81
6.2 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans	97
6.3 Fazit Wärmewendestrategie	99
7. AKTEURSBETEILIGUNG	100
8. SCHLUSSBETRACHTUNG	102
9. QUELLENVERZEICHNIS	105
ANHANG	107

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	<i>Allgemeines Liegenschaftskataster</i>
BAU	<i>Business as usual</i>
BEW	<i>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze</i>
BHKW	<i>Blockheizkraftwerk</i>
CSV	<i>comma-separated-values</i>
DH_RH	<i>Doppel-/Reihenhaus</i>
DWA	<i>Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall</i>
EFH	<i>Einfamilienhaus</i>
EWärmeG	<i>Erneuerbare-Wärme-Gesetz</i>
GEG	<i>Gebäudeenergiegesetz</i>
GHD	<i>Gewerbe, Handel & Dienstleistungen, Gewerbe, Handel & Dienstleistungen</i>
GIS	<i>geographisches Informationssystem</i>
GMFH	<i>großes Mehrfamilienhaus</i>
GTP	<i>Gasnetztransformationsplan</i>
ISONG	<i>Informationssystem Oberflächennaher Geothermie für Baden-Württemberg</i>
KEA BW	<i>Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg</i>
KlimaG BW	<i>Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg</i>
KSG BW	<i>Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg</i>
kW	<i>Kilowatt</i>
kWh	<i>Kilowattstunde</i>
KWK	<i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>
KWP	<i>Kommunale Wärmeplanung</i>
LUBW	<i>Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg</i>
m ²	<i>Quadratmeter</i>
MAX	<i>Maximum, maximal</i>
MFH	<i>Mehrfamilienhaus</i>
MIN	<i>Minimum, minimal</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PV	<i>Photovoltaik</i>
QR	<i>Quick Response</i>
WGK	<i>Wärmegebungskosten</i>
WPG	<i>Wärmeplanungsgesetz</i>

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 kommunale Wärmeplanung (KWP) als Planungsinstrument auf kommunaler Ebene auf den Weg gebracht. Stadtkreise und Große Kreisstädte wurden gem. § 27 KlimaG BW verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan aufzustellen und müssen diesen spätestens alle 7 Jahre fortzuschreiben. Mit einer Bevölkerungszahl von 18.018 (Stand 31.12.2022) gehört die Stadt Buchen (Odenwald) nicht zu den verpflichteten Kommunen, sondern zählt zu den freiwilligen Gemeinden, die einen Wärmeplan erstellen.

Der kommunale Wärmeplan hat 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 der Kommune 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 die Stadt Buchen wurde das Jahr 2022 als Basisjahr festgelegt.

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

Um ein koordiniertes Vorgehen aller lokalen/regionalen Akteure zu forcieren, ist eine enge Verzahnung des kommunalen Wärmeplans mit anderen kommunalen Planungsinstrumenten (z.B. Bauleitplanung) erforderlich.

Für die fachliche Begleitung bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans hat die Stadt Buchen die RBS wave GmbH als Ingenieurdienstleister beauftragt. Im Rahmen einer Akteursbeteiligung wurden Unternehmen mit einer Onlineumfrage zu Abwärmepotenzialen am kommunalen Wärmeplan in Buchen 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 0), 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 erfüllte 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. Für sämtliche Daten wurde das Basisjahr 2022 festgelegt.

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 Verwaltung der Stadt Buchen, welche die Informationen den Bearbeitenden über eine passwortgeschützte Cloud zur Verfügung stellten.

Online-Umfrage industrielle Abwärme

Zur Identifizierung möglicher Abwärmequellen bei Betrieben der Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wurde ein Online-Fragebogen, basierend auf der KEA BW-Vorlage „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“ [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. Hier erfolgte die Abfrage bei den Akteuren über die Ansprechpersonen der Stadt und der Stadtwerke Buchen. Intern konnte so eine tabellarische Auflistung der adressscharfen Jahresverbräuche von Strom für Wärmeanwendungen bereitgestellt werden. Weiterhin wurde eine Auflistung der zentralen Wärmeerzeuger für die Bestandswärmenetze sowie die gebäudescharfen Mengen an abgenommener Wärme zur Verfügung gestellt.

Schornsteinfeger

Das elektronische Kkehrbuch 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 Buchen abgefragt und den Bearbeitenden weitergeleitet. Der Umfang des Exports aus dem elektronischen Kkehrbuch 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 wurde davon ausgegangen, dass die gelieferten Datensätze vollständig sind. Insofern bezog sich die Vollständigkeitsprüfung auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Objekts. Fehlende Daten führten, je nach Relevanz, entweder zur Löschung des betreffenden Objekts oder zur Ergänzung, beispielsweise durch den Mittel- oder Medianwert der anderen Attributausprägungen.

2. Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung

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

3. Fehleranalyse und Datenbereinigung

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

4. Datentransformation und -anreicherung

In diesem Schritt wurde sichergestellt, dass in den Datensätzen dieselben Dimensionen vorliegen. Dies sind bei Energiedaten insbesondere Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Leistungen in Kilowatt (kW), Flächen in Quadratmetern (m²) sowie CO₂-Emissionen in Kilogramm pro Kilowattstunden (kg/kWh). Aufbauend auf den vorangegangenen Schritten wurden die Datensätze um weitere sinnvolle Attribute für die nachfolgenden Analysen angereichert. Dies sind zum Beispiel 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 im Shape-Dateiformat übermittelt und konnten so 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 Baualterklassen, sowie der aktuellen Versorgungsstruktur. Anschließend werden aus dem aktuellen Wärmeverbrauch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die Kommunale Wärmeplanung bezieht sich auf das gesamte Stadtgebiet und schließt damit Gewerbe- und Industriegebiete ein.

3.1 Gemeindestruktur

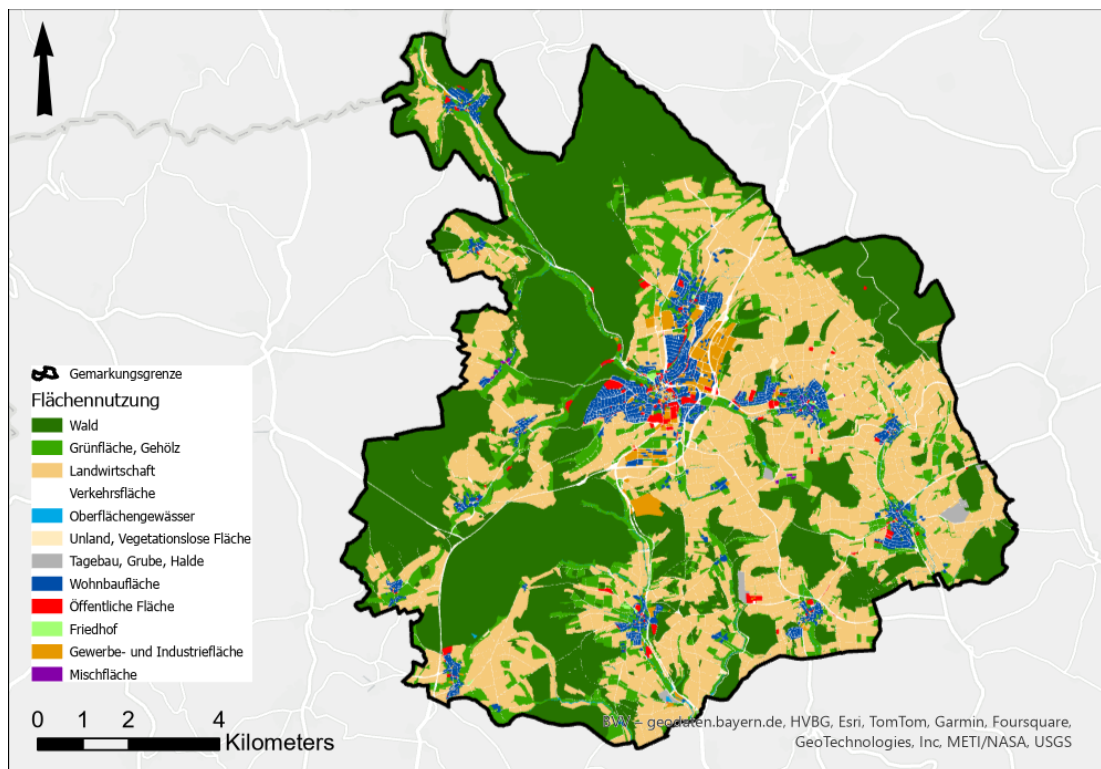


Abbildung 1: Übersicht Flächennutzung im Gemarkungsgebiet

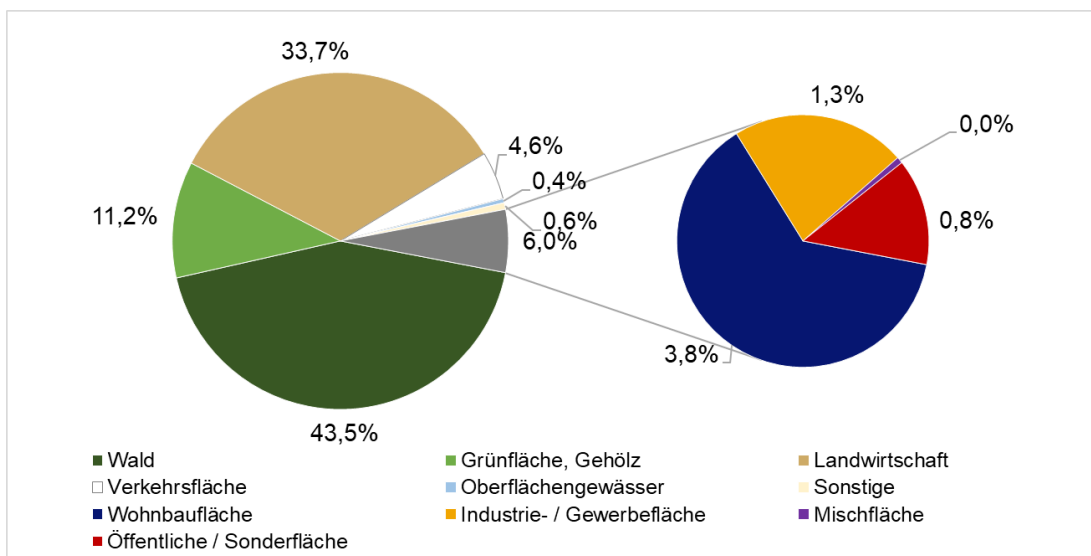


Abbildung 2: Verteilung der Flächen nach Nutzungsart

Die Flächennutzung der Stadt Buchen ist in Abbildung 1 räumlich aufgelöst und in Abbildung 2 und Tabelle 1 im zahlenmäßigen Überblick dargestellt. Das Gemarkungsgebiet ist überwiegend durch Waldflächen und landwirtschaftlich genutzte Flächen geprägt. Flächen mit Wohnbebauung machen rund 4 %, Industrie- und Gewerbeflächen ca. 1,3 % des Gemarkungsgebiets aus.

Tabelle 1: Relative Anteile der Flächennutzung in Buchen

Nutzung	Relativer Anteil
Wald	44 %
Landwirtschaft	34 %
Grünflächen, Gehölz	11 %
Verkehrsflächen	5 %
Wohnbebauung	4 %
Industrie- & Gewerbe	1 %
Öffentliche Flächen	1 %
Gewässer	0,4 %
Sonstige	0,6 %

3.2 Gebäudestruktur

In der Stadt Buchen wurden 5.906 beheizte Gebäude identifiziert, welche zu 88 % dem Sektor Wohnen und zu 11 % dem Sektor Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (GHD) & Sonstiges zugewiesen werden können (siehe Tabelle 2). Im Gemarkungsgebiet liegen insgesamt 29 wärmebedarfsrelevante kommunale Gebäude, was einem Anteil von 0,5 % an den beheizten Gebäuden entspricht. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe ist mit 32 Gebäuden ebenfalls zu 0,5 % vertreten.

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

Gebäudenutzung	Gebäudeanzahl	Relativer Anteil der beheizten Gebäude an der Gesamtzahl
Wohnen	5.196	88 %
GHD, Sonstige	649	11 %
Kommunale Gebäude	29	0,5 %
Verarbeitendes Gewerbe	32	0,5 %
Beheizte Gebäude gesamt	5.906	100 %
Nicht klassifizierte Gebäude *	8.216	
* Gebäude i.d.R. ohne Wärmebedarf, z.B. Garage, Scheune, Stall etc.		

Die Struktur der Wohnbebauung in Buchen wird aus Abbildung 3 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 feststellen, dass in den Jahren 1958 bis 1978 sowie zwischen 1995 und 2001 die größten Neubauaktivitäten stattfanden.

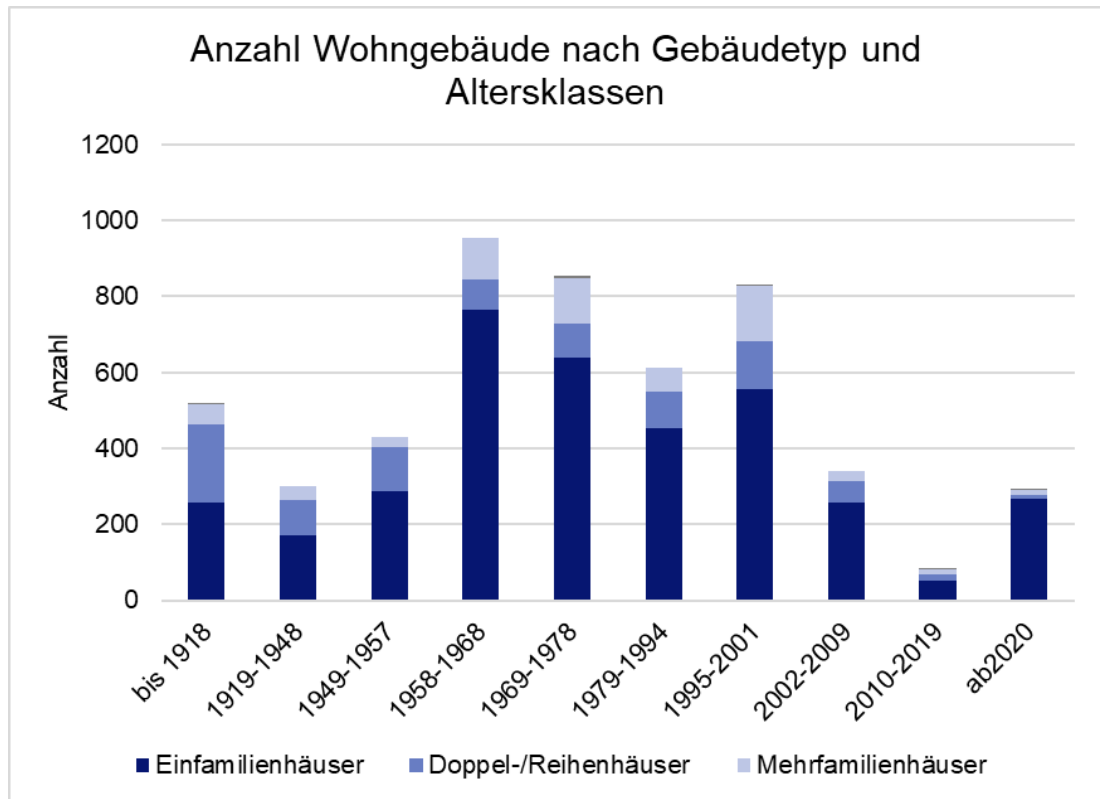


Abbildung 3: Wohngebäude in Buchen nach Gebäudetyp und Altersklasse [4]

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 4 beispielhaft zeigt. Bei den kommunalen Gebäuden handelt es sich nicht zwangsläufig um öffentlich zugängliche Gebäude – auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.

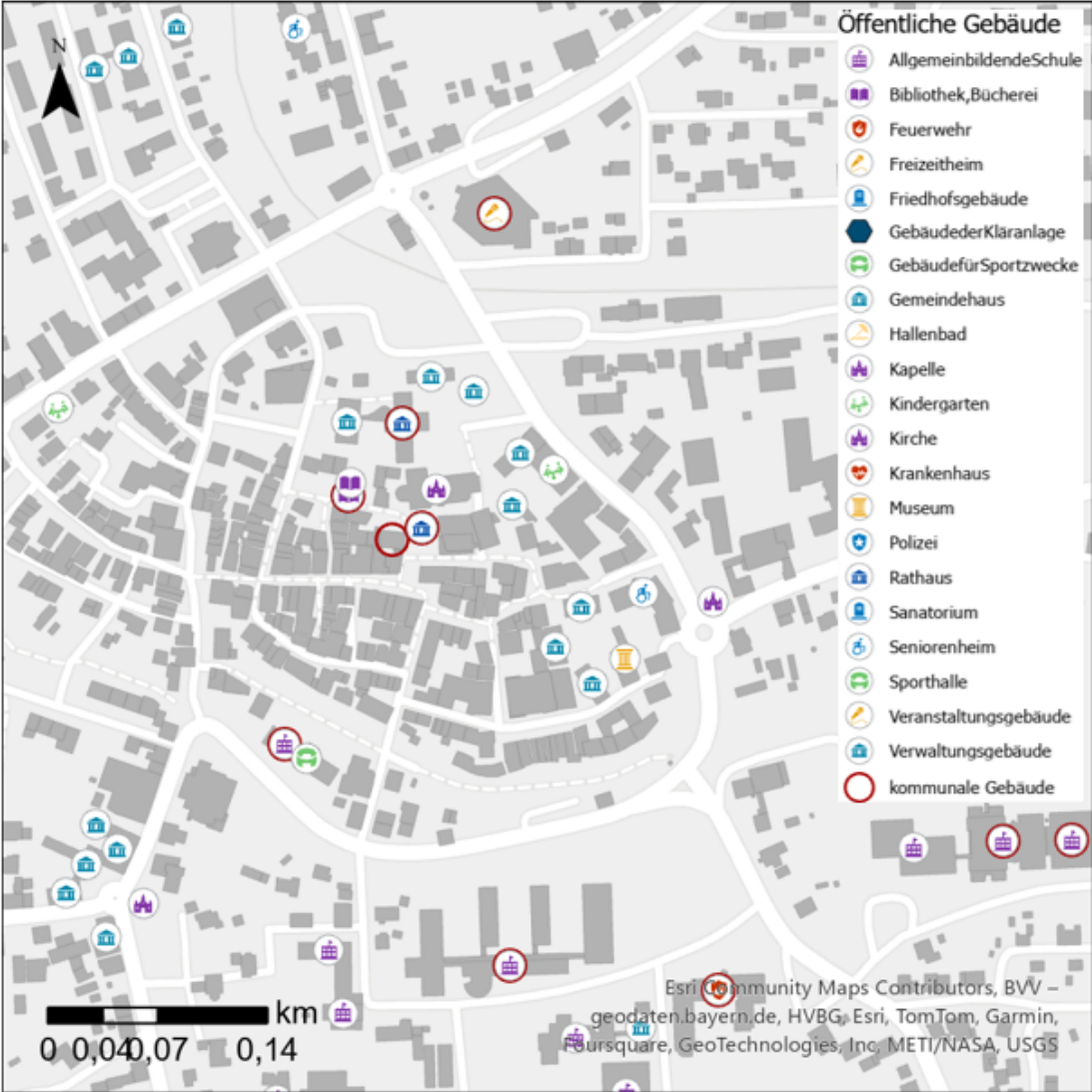


Abbildung 4: Ausschnitt öffentlicher Gebäude in Buchen mit Kennzeichnung der kommunalen Gebäude [5]

3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur

3.3.1 Heizungen nach Energieträgern

Die Unterteilung der Heizungen nach Energieträgern wurde anhand von gebäudescharfen Verbräuchen sowie den Anlagendaten der Bezirksschornsteinfeger vorgenommen. Lagen für ein Gebäude, das aufgrund seiner Nutzung gemäß des Allgemeinen Liegenschaftskatasters (ALKIS) als „beheizt“ einzustufen ist, keinerlei Verbrauchs- oder Anlageninformationen vor, wurde angenommen, dass dieses mit Heizöl beheizt wird. Für jüngere Gebäude, die nach 2010 erbaut wurden, wurde davon ausgegangen, dass diese mit Pellets beheizt werden. Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden abhängig von Baualtersklasse und Gebäudetyp unterschiedliche flächenspezifische Bedarfswerte verwendet und mit der beheizten Fläche multipliziert. Aus Tabelle 3 ist abzulesen, dass die Wärmeversorgung in Buchen im Basisjahr 2022 noch stark fossil geprägt war und ca. 80 % der Heizungen mit Heizöl oder Erdgas betrieben wurden. Außerdem wurden knapp 14 % der Heizungen in Buchen elektrisch betrieben – hierbei waren Nachtspeicheröfen häufiger vertreten als Wärmepumpen. Bei 6 % der Gebäude kam feste Biomasse in Form von Holpellets oder Scheitholz zum Einsatz. 0,1 % der beheizten Gebäude sind an das Wärmenetz angeschlossen, welches durch ein Erdgas-BHKW mit Wärme gespeist wird.

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

Heizungen nach Primärbrennstoff	Anzahl Heizungen	Relativer Anteil
Heizöl	2.573	44 %
Erdgas (gasförmig/flüssig)	2.122	36 %
Nachtspeicher	449	8 %
Wärmepumpe	377	6 %
Wärmenetze	3	0,1 %
Holz	381	6 %

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

Abbildung 6 und Abbildung 5 zeigen die Altersstrukturen der fossilen Heizungen in Buchen im Vergleich zu Deutschland – hierfür wurden sämtliche verfügbaren Datensätze der Bezirksschornsteinfeger ausgewertet [6].

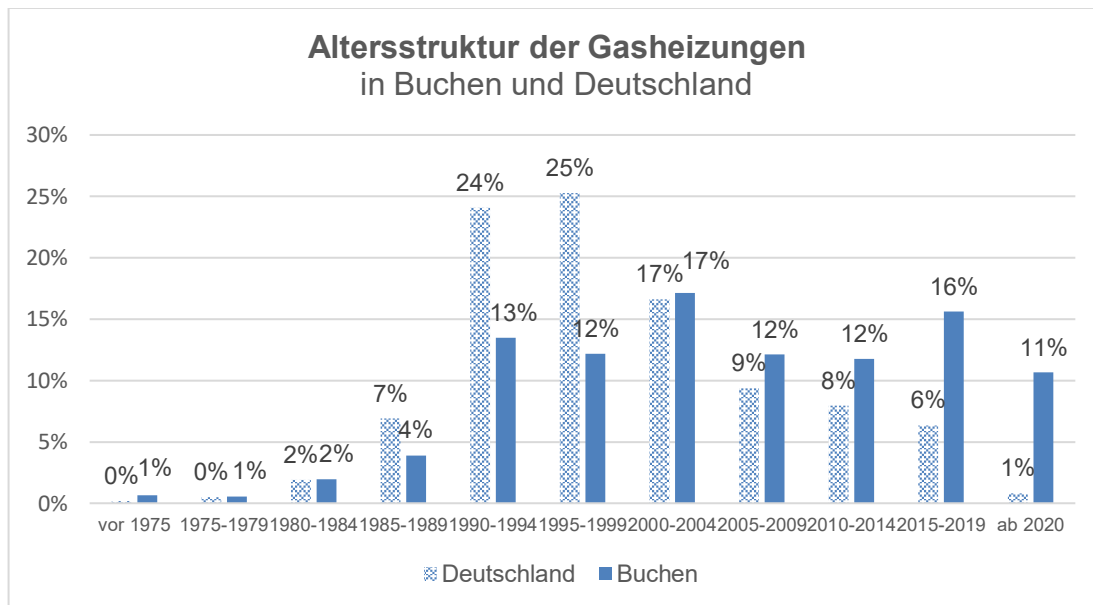


Abbildung 5: Altersstruktur der Gasheizungen in Buchen und Deutschland

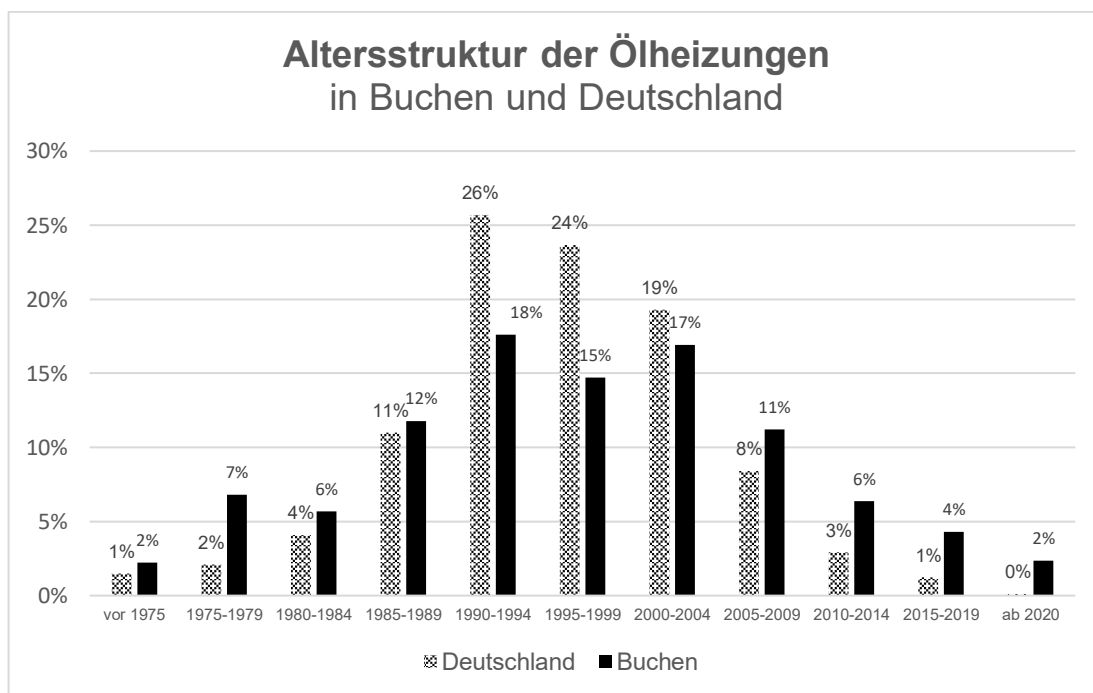


Abbildung 6: Altersstruktur der Ölheizungen in Buchen und Deutschland

Es lässt sich ablesen, dass die Ölheizungen in Buchen tendenziell jünger sind als im Bundesschnitt. Im Basisjahr 2022 waren insgesamt knapp 45 % der Ölheizungen in Buchen vor 1995 eingebaut worden und waren damit älter als 30 Jahre (Abbildung 6). Die Altersstruktur ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil diese älteren

Heizungen spätestens nach 30 Jahren ausgewechselt werden müssen – hier bietet sich die Chance fossile Heizungssysteme durch regenerative zu ersetzen.

Aus Abbildung 5 ist ersichtlich, dass die Buchener Gasheizungen verglichen mit dem Bundesschnitt deutlich jünger sind. 38 % der lokalen Gasheizungen sind nach 2010 installiert worden und waren somit im Basisjahr 2022 maximal 10-12 Jahre alt. Hier zeigt sich die Herausforderung für die Stadt Buchen – die Gasheizungen sind so jung, dass nicht mit einem zeitnahen Wechsel hin zu erneuerbaren Wärmequellen oder dem Anschluss an ein potenzielles Wärmenetz zu rechnen ist.

3.3.2 Wärmenetze

In Buchen gibt es ein kleines Wärmenetz für das Hallenbad und das Schulzentrum. Die Stadtwerke Buchen betreiben das Nahwärmenetz per Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer Leistung von 205 kW. Im Basisjahr 2022 wurden insgesamt 1,3 GWh Wärme über die Netze verteilt. In Tabelle 4 ist die Wärmeabnahme nach Sektoren aufgeschlüsselt.

Tabelle 4: Wärmeverbrauch Wärmenetze nach Sektoren [9]

Sektor	Wärmeverbrauch 2022 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	0	0 %
Kommunale Gebäude	1.366	100 %
GHD & Sonstiges	0	0 %
Verarbeitendes Gewerbe	0	0 %

3.3.3 Schwerpunktgebiete Heizungstypen

Auf Basis der Schornsteinfegerdaten und der Daten für leitungsgebundene Energieträger lassen sich Schwerpunktgebiete für die verschiedenen Heizungsarten nach Primärbrennstoff ausweisen [8]. In Abbildung 7 sind in einer Auflösung von 100 x 100 m für alle Raster mit mindestens fünf Gebäuden die jeweils dominierenden Heizungstypen farblich hervorgehoben.

Schwerpunkt für Gasheizungen ist insbesondere die Altstadt Buchens, wo bei dichter Bebauung bis zu 36 Erdgasanschlüsse pro Hektar vorliegen. In den kleineren Stadtteilen ohne Gasnetzanschluss findet die Wärmeerzeugung zum größten Teil in Heizölkesseln statt. Schwerpunkte sind hier die Ortskerne von Hettingen, Eberstadt und Hainstadt. Ein hohes Aufkommen an Nachtspeicherheizungen ist vor allem in Hettingen erkenntlich. Schwerpunktgebiete für Wärmepumpen liegen in den Neubaugebieten Bremmwiese, Hühnerberg, Oberhölzle und künftig Marienhöhe vor.

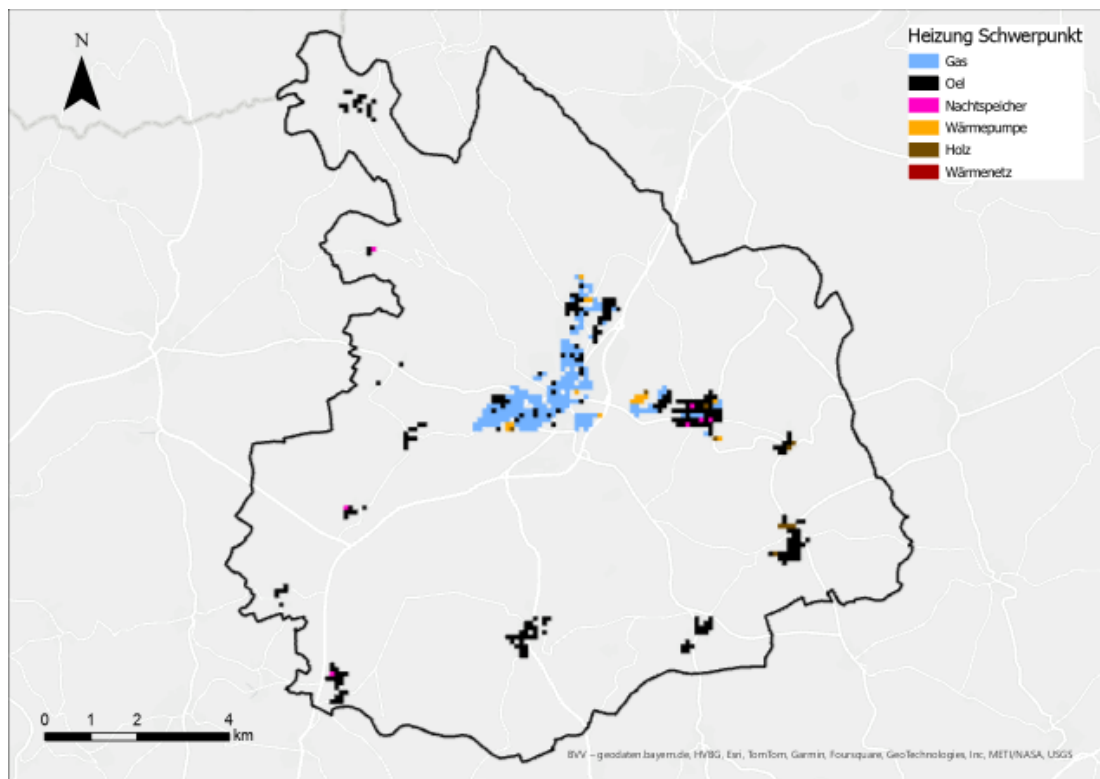


Abbildung 7: Schwerpunktgebiete Heizungstypen

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2022

Auf Basis der bereitgestellten Verbrauchsdaten sowie der Anlagendaten aus den elektronischen Kehrbüchern lassen sich sämtliche Endenergiebedarfe für die Wärmeversorgung in Buchen im Basisjahr 2022 bilanzieren. Durch Multiplikation der Energiemengen mit den entsprechenden Emissionsfaktoren (siehe Anhang 1) können die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen bestimmt werden.

3.4.1 Aufschlüsselung nach eingesetzten Brennstoffen

Abbildung 8 zeigt den Endenergiebedarf im Basisjahr und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Buchen, aufgeteilt nach eingesetzten Brennstoffen. Es konnte ein Gesamtendenergiebedarf von rund 260 GWh ermittelt werden. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wurde ein Großteil der Gebäude im Basisjahr 2022 fossil beheizt. Das spiegelt sich auch in der Endenergiebilanz wider – 93 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf Gas- und Ölheizungen zurückführen. Holzbefeuerte Heizungen, also Scheitholz-, Hackschnitzel- oder Pelletheizungen, haben einen Anteil von 4 % am Endenergiebedarf. 2 % des Endenergiebedarfs kann den strombetriebenen Heizungen, also Nachtspeicheröfen und Wärmepumpen, zugeordnet werden. Das restliche Prozent des Endenergiebedarfs entfällt auf die Gebäude, die an das mit einem Erdgas-BHKW betriebenen Wärmenetz angeschlossen sind.

Die fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl verursachen mit 94 % den Großteil der 68.000 Tonnen CO₂, die im Basisjahr 2022 im Wärmesektor in der Stadt Buchen anfallen. 45 % der Emissionen werden durch Heizöl, 48 % 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 mit nur 0,4 % zu den Gesamtemissionen bei. Allerdings kann Holz, je nach Herkunft, mit einem deutlich höheren Emissionsfaktor bewertet werden, beispielsweise dann, wenn dem Wald mehr Holz entnommen wird, als nachwächst.

Die auf Strom basierende Wärmeversorgung verursacht knapp 6 % der CO₂-Emissionen, obwohl nur 2 % des Endenergiebedarfes durch sie bereitgestellt wird. Die Ursache hierfür ist der hohe Emissionsfaktor für den deutschen Strommix im Basisjahr 2022 von 0,475 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 die KEA BW davon aus, dass dieser im Jahr 2030 auf 0,270 kg/kWh und im Jahr 2040 auf 0,032 kg/kWh gesunken sein wird [10].

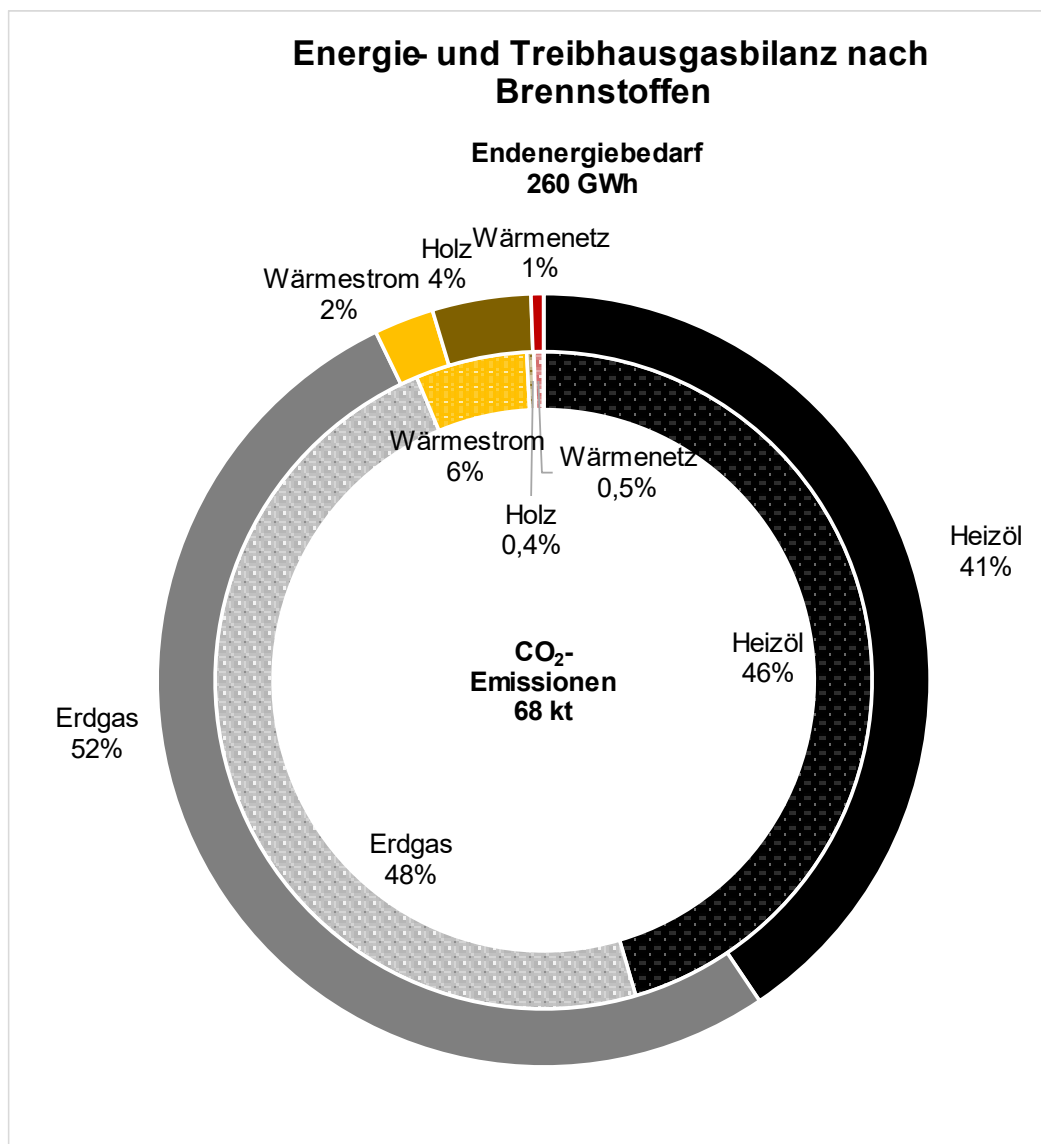


Abbildung 8: Energie- & Treibhausgasbilanz nach eingesetzten Brennstoffen

3.4.2 Aufschlüsselung nach Sektoren

Abbildung 9 zeigt die nach Sektoren aufgeteilten Endenergiebedarfe und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Buchen. Mit 54 % fällt über die Hälfte des Endenergiebedarfs im Sektor Wohnen an. Rund 19 % lassen sich dem Sektor GHD & Sonstiges und 25 % dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes zuordnen. Auf die kommunalen Liegenschaften lassen sich 2 % des gesamten Endenergiebedarfes in der Stadt Buchen zurückführen.

In Abbildung 9 werden die 68.000 Tonnen CO₂, welche durch die Wärmeversorgung in Buchen verursacht werden, nach den Gebäudesektoren aufgeschlüsselt. Mit 56 % wird über die Hälfte der Emissionen dem Sektor Wohnen zugeordnet. Die Sektoren GHD & Sonstiges und das verarbeitende Gewerbe emittierten im Basisjahr 19 % bzw. 23 % der gesamten CO₂-Emissionen. Die kommunalen Liegenschaften verursachten ca. 2 % der CO₂-Emissionen.

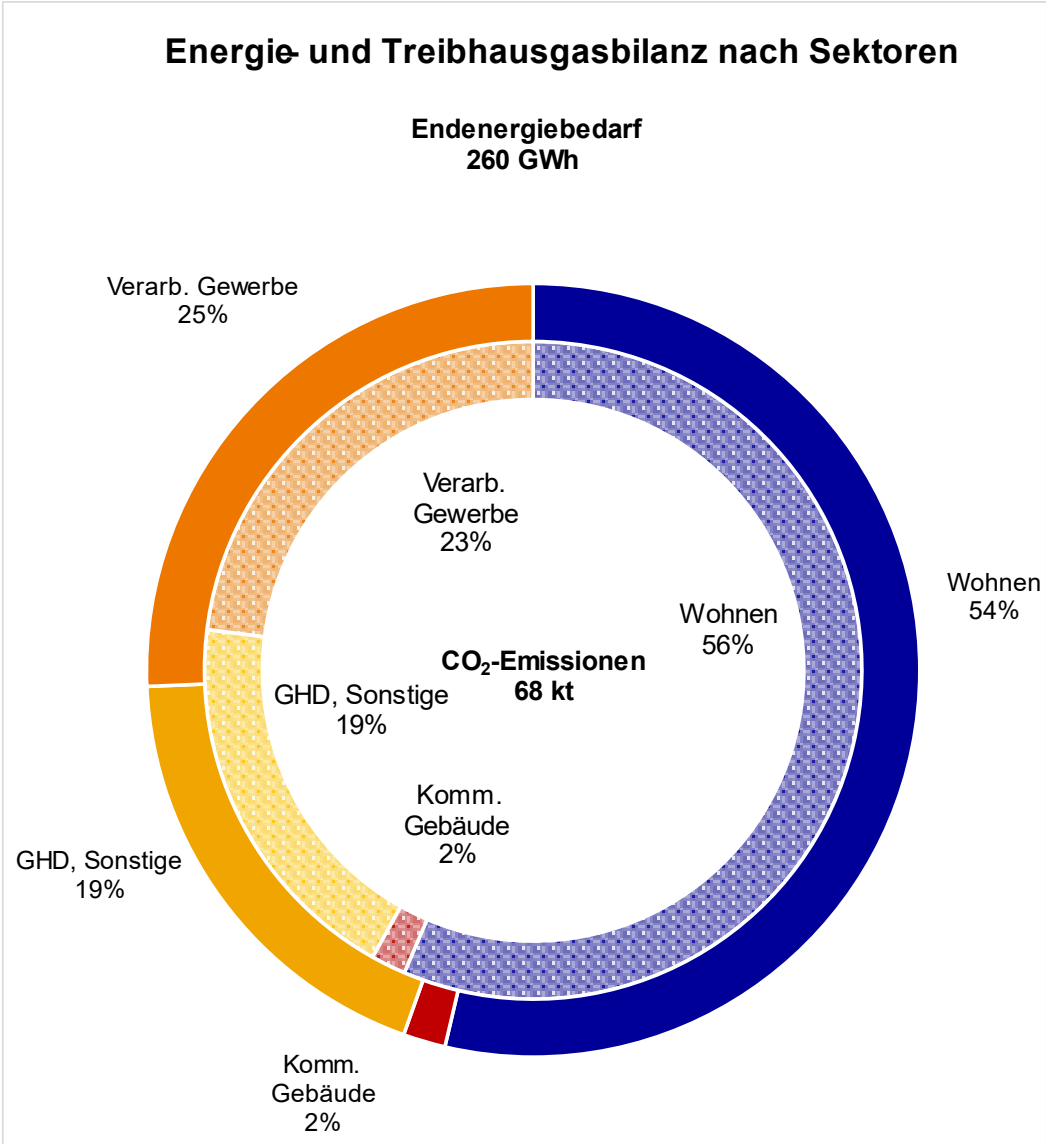


Abbildung 9: Energie- & Treibhausgasbilanz nach Sektoren

3.5 Wärmebedarf

Auf Basis der in Kapitel 3.4 ermittelten Endenergiebedarfe lassen sich die gebäudescharfen Wärmebedarfe (WB) gemäß Formel (1) ermitteln. Um die Effizienz der unterschiedlichen Heizungstechnologien abzubilden, wurden für die jeweiligen Bestandsheizungen entsprechende Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen ($\eta_{Heizung}$) angenommen (siehe Tabelle 5) und mit den Endenergieverbräuchen (EEB_{2022}) multipliziert. Insgesamt lässt sich somit für das Basisjahr 2022 ein gesamter Wärmebedarf von rund 229 GWh in Buchen feststellen.

$$WB_{2022} = EEB_{2022} \times \eta_{Heizung} \quad (1)$$

Tabelle 5: Angenommene Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen für Bestandsheizungen

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

Der gebäudescharfe Wärmebedarf lässt sich auf den Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmebedarf aufteilen. Die Anteile hierfür unterscheiden sich je nach Gebäudenutzung, -typ und Baualtersklasse. So hat beispielsweise ein Bürogebäude einen geringeren Anteil an Warmwasser als ein Wohngebäude. Die Aufteilung des Bedarfs nach Verwendung ist deshalb von Bedeutung, da insbesondere der Raumwärmebedarf stark von der Außentemperatur abhängig ist und deshalb je nach Witterung unterschiedlich hoch ist. Die Annahmen, die für die Aufteilung der Wärmebedarfe getroffen worden sind, sind im Anhang in Anhang 2 und Anhang 3 aufgelistet. Da für die Kommunale Wärmeplanung in Buchen das Basisjahr 2022 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 [11]. Der Klimafaktor für das Jahr 2022 am Standort Buchen beträgt 1,14, was bedeutet, dass es in diesem Jahr 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 Buchen war, wurde der Klimafaktor des Jahres 2022 ins Verhältnis zum Mittelwert der Klimafaktoren der letzten

Jahre gesetzt. Schlussendlich ergibt sich damit für die Wärmebedarfsermittlung ein anzusetzender Klimafaktor von 1,1, was bedeutet, dass 2022 ein vergleichsweise warmes Jahr in Buchen 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:

$$WB_{kb} = WB_{2022} \times (RW \times \frac{KF_{2022}}{\overline{KF}_{2009-2021}} + WW + PW) \quad (2)$$

Nach Witterungsbereinigung des Raumwärmebedarfs lässt sich somit ein Gesamtwärmebedarf von durchschnittlich 246 GWh pro Jahr in Buchen ermitteln.

3.6 Fazit Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurde sowohl die Gemeinde- als auch die Gebäudestruktur in Buchen betrachtet. Die Flächen außerhalb des Ortskerns werden vorwiegend land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Flächen, welche durch Wohngebäude belegt werden, machen 4 % der Gesamtfläche aus und befinden sich vor allem in dem Ortskern und in den Zentren der Teilorte Buchens. Die Wohnbebauung wird durch Einfamilien- und Doppel- bzw. Reihenhäuser dominiert, wobei rund 70 % der Wohngebäude vor 1995 erbaut worden ist.

Mit Blick auf die Beheizungsstruktur lässt sich bilanzieren, dass im Basisjahr 2022 der Anteil der fossilen Einzelheizungen bei knapp 80 % lag. Mit Heizöl befeuerte Kessel stellten dabei die dominierende Technologie dar.

Zusammenfassend lassen sich 94 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden können, auf fossile Einzelheizungen zurückführen. Mit Blick auf die Sektoren, entfällt mit 54 % mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor – ihm lassen sich auch rund 88 % der Gebäude zuordnen. Der Sektor des verarbeitenden Gewerbes macht ca. 25 % des Endenergiebedarfs und 23 % der wärmebedingten Emissionen aus.

Grundsätzlich hat die Stadt Buchen eine Vorbildfunktion und kann als Eigentümerin einiger großer Gebäude ca. 2 % 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 die Einzelpotenziale der Gebäudesanierung und der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung auf der Gemarkung Buchen untersucht. Bedarfsseitig wird die Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierung der Gebäudehülle betrachtet. Auf der Erzeugungsseite spielt der Einsatz erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung eine wichtige Rolle. Potenziale zur regenerativen Stromerzeugung sind Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen und Windkraft. Potenziale zur Auskopplung von Abwärme sind in industriellen Prozessen oft schwer zu identifizieren und abzuleiten. Eine Unternehmensbefragung zur Auskopplung industrieller Abwärme ergab jedoch eine positive Resonanz seitens der Unternehmen. Potenziale zur Wärmeerzeugung bieten z.B. Energieholz zur thermischen Verwertung, Abwasserwärme oder oberflächennahe bzw. tiefe Geothermie. Eine kombinierte Form der Strom- und Wärmeerzeugung ist die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit regenerativen Brennstoffen wie Biomethan oder Wasserstoff. Auf diese Potenziale wird im Folgenden 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 Minderungsfaktor der Energieeinsparung in den Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und GHD abgebildet.

Der Wärmebedarf kann für Wohngebäude und Gewerbe in Heizwärme und Warmwasser untergliedert werden. In den Sektoren GHD & Sonstiges und dem verarbeitenden Gewerbe besteht häufig auch 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 in der Regel den neusten energetischen Sanierungsstandards entsprechen. Die Neuansiedelung und der Abriss von Wohngebäuden werden im Zielszenario unter Kapitel 5.4.2 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 [12].

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- bzw. Geschosdeckendämmung), die den Wärmebedarf in einem Gebäude senken, verwendet.

Um abzuschätzen, in welchen Bereichen des Ortsgebiets Buchens 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 Leitfaden der KEA BW (siehe Abbildung 10).

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. Dieser wird aus der beheizten Fläche des Gebäudes und dem je Gebäudealtersklasse zu Grunde gelegten minimalen Verbrauchswert (in der Abbildung 10 durch den grauen Balken symbolisiert) gebildet.

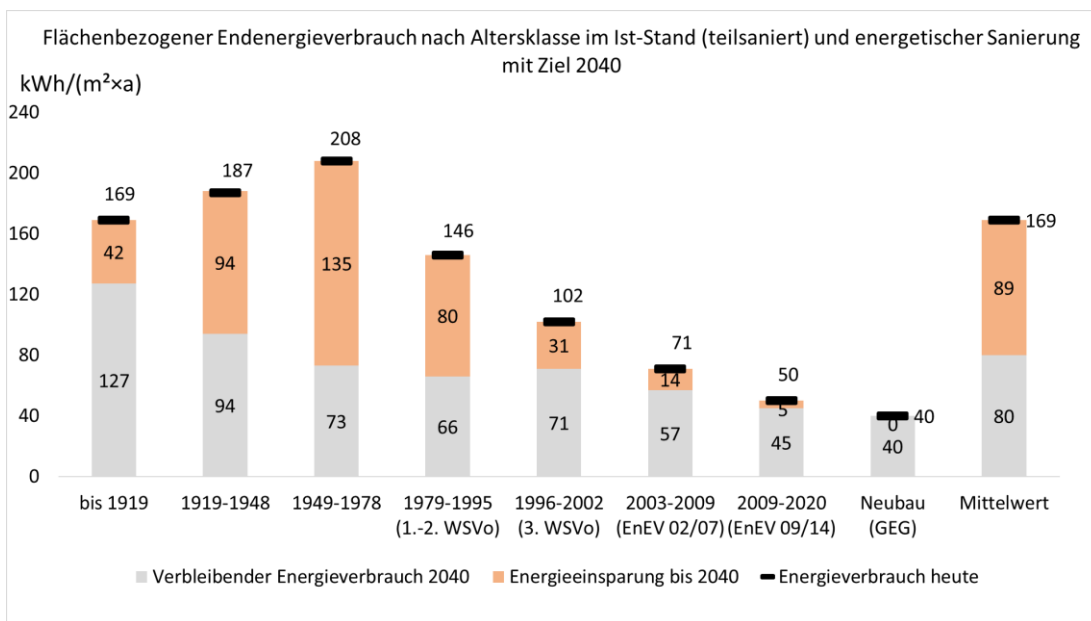


Abbildung 10: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040 [1]

Das maximale Sanierungspotenzial für Wohngebäude auf der Gemarkung Buchen ist in der folgenden Abbildung 11 dargestellt. Es können nun Gebiete identifiziert werden, in denen ein hohes Sanierungspotenzial vorliegt. In den Teilorten beschränkt sich das Sanierungspotenzial auf einzelne oder kleine Gebäudegruppen älteren Baualters. Ein mittleres Sanierungspotenzial liegt im Zentrum des Teilortes Hainstadt vor. Ein höheres Sanierungspotenzial liegt im Hainsterbach vor. Im westlichen Stadtgebiet Buchens lassen sich zusammenhängende Sanierungspotenziale entlang der Heinrich-Lauer-Straße oder der Berliner Straße verorten. Ein kleines Gebiet höheren Sanierungspotenzials befindet sich östlichen Stadtgebiet rund um den Odenwaldblick.

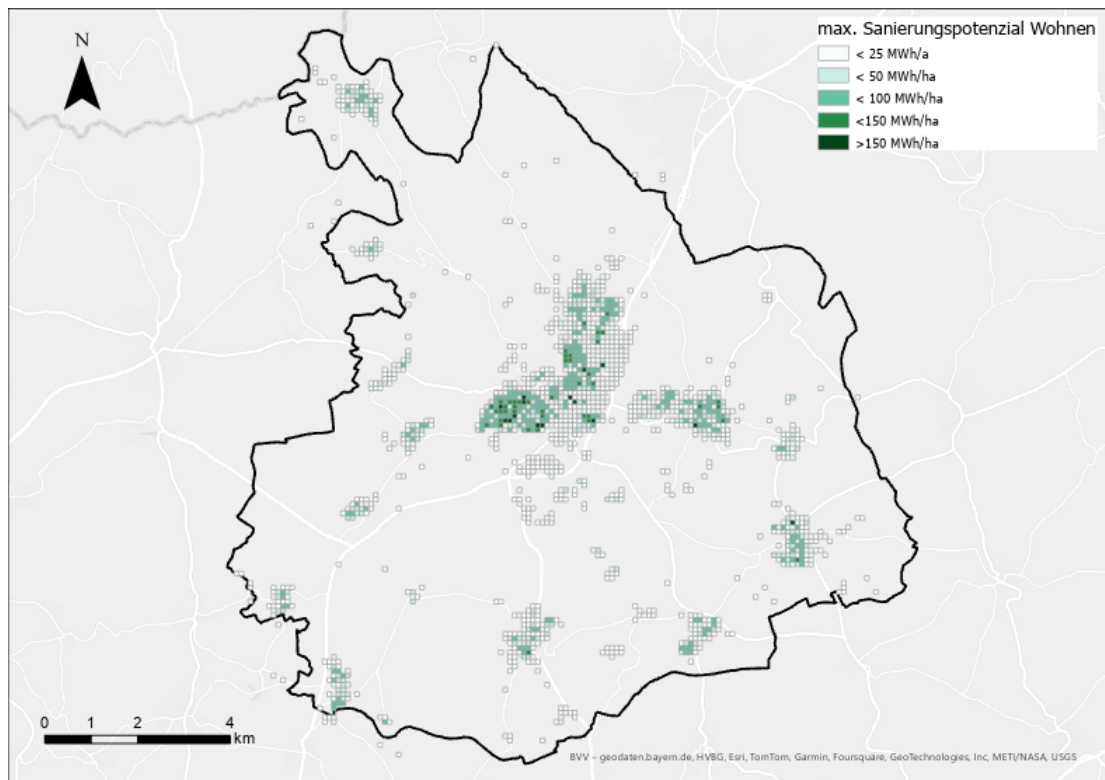


Abbildung 11: Darstellung des maximalen Sanierungspotenzials für Wohngebäude

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 von derzeit 1 % wurde das Sanierungspotenzial jeweils für die erhöhten Sanierungsraten von 2 % bzw. 3 % für die Wohngebäude ermittelt. Die sich ergebende Reduktion des Wärmebedarfes ist in der folgenden Abbildung 12 dargestellt. Bei einer Sanierungsquote von 2 % wird angenommen, dass in jedem Jahr des Betrachtungszeitraums 2 % der beheizten Flächen in Wohngebäuden ausgehend von ihrem jeweiligen energetischen Ist-Zustand durch energetische Sanierung auf den minimal möglichen Zustand gebracht werden (siehe Abbildung 10). Dieser Ansatz impliziert bei der Betrachtung einzelner Gebäude einen gleitenden Verlauf des Sanierungsprozesses, der in der Realität schrittweise durch Einzelmaßnahmen erfolgen würde.

Eine gleichmäßige Reduktion des Wärmebedarfes für die Sanierungsquoten von 1 – 3% ist in Abbildung 12 zu erkennen. Der Wärmebedarf kann maximal um 16 % reduziert werden.

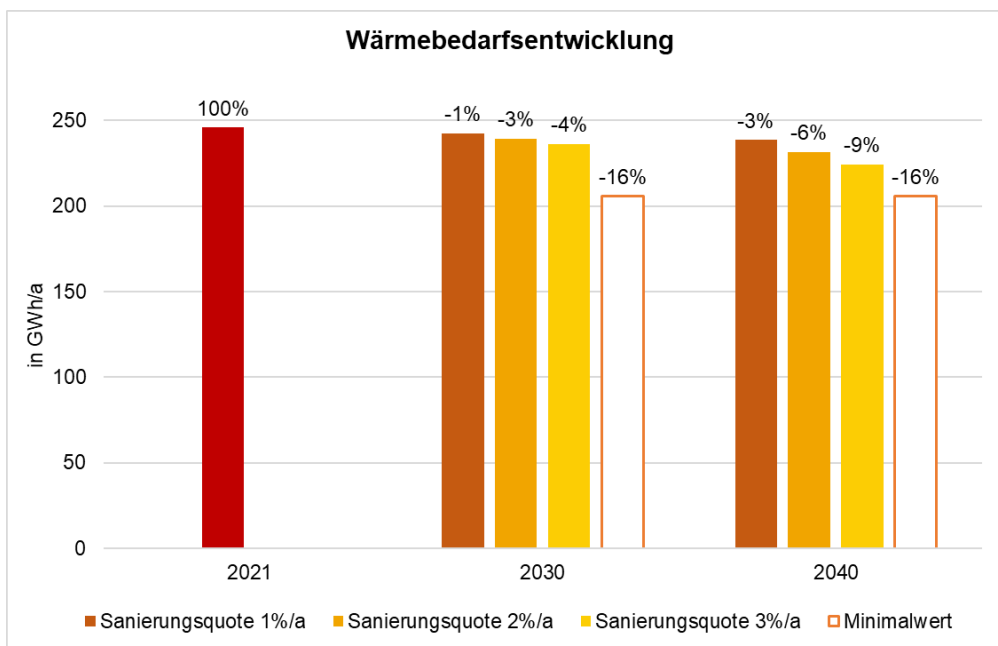


Abbildung 12: Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung im Sektor Wohnen

Unter der weiteren Annahme, dass die im Basisjahr installierten Heizungsanlagen bis 2040 unverändert bleiben, ergeben sich bei einer Sanierungsrate von 2 % (3 %) CO₂-Emissionsminderungen von insgesamt 5 % (6 %) bis 2030 und 10 % (13 %) bis 2040 (siehe Abbildung 13). Die maximal mögliche jährliche CO₂-Einsparung unter sonst gleichen Bedingungen beträgt 19 % für das Jahr 2030 und 20 % für das Jahr 2040. Die Gesamtemissionen für das Jahr 2040 sind aufgrund der sinkenden CO₂-Emissionen im deutschen Strommix niedriger als für das Jahr 2030 (vgl. Anhang 1).

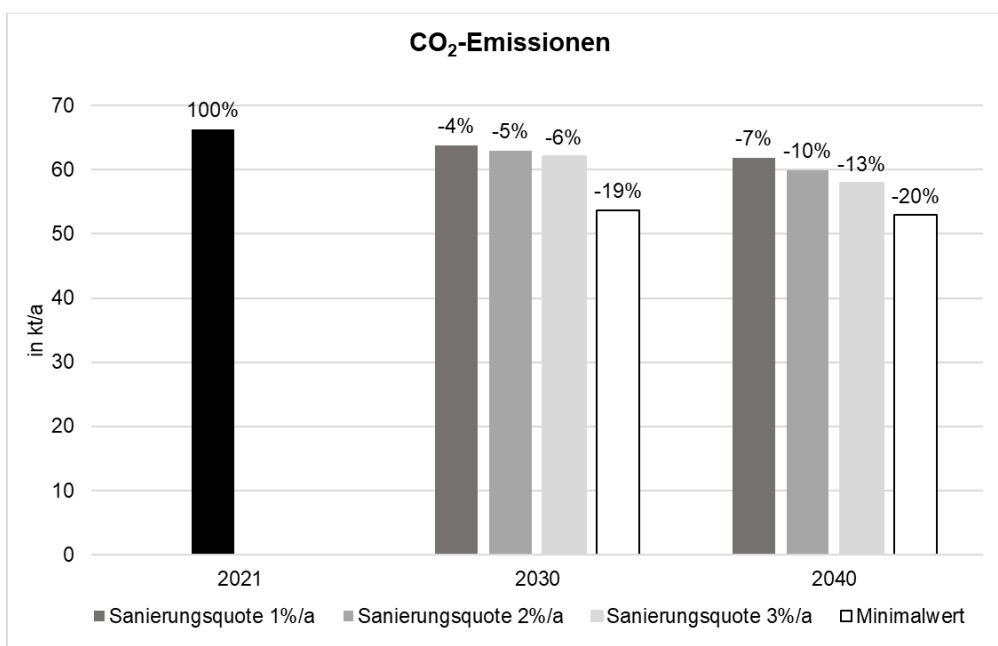


Abbildung 13: Entwicklungspfade der CO₂-Emissionen bis 2040 bei verschiedenen Sanierungs-raten im Sektor Wohnen

4.2 Wärmenetzpotenziale

Um das Potenzial für den weiteren Ausbau von Wärmenetzen in Buchen zu bewerten, wurden die zuvor ermittelten gebäudescharfen Wärmebedarfe als Grundlage verwendet. Die im GIS verorteten Wärmebedarfe wurden aus Gründen des Datenschutzes innerhalb eines Rasters von je einem Hektar aggregiert und in Abbildung 14 dargestellt. Für die Bewertung hinsichtlich der lokalen Wärmenetzeignung wurde die Skala der KEA BW aus Tabelle 6 verwendet.

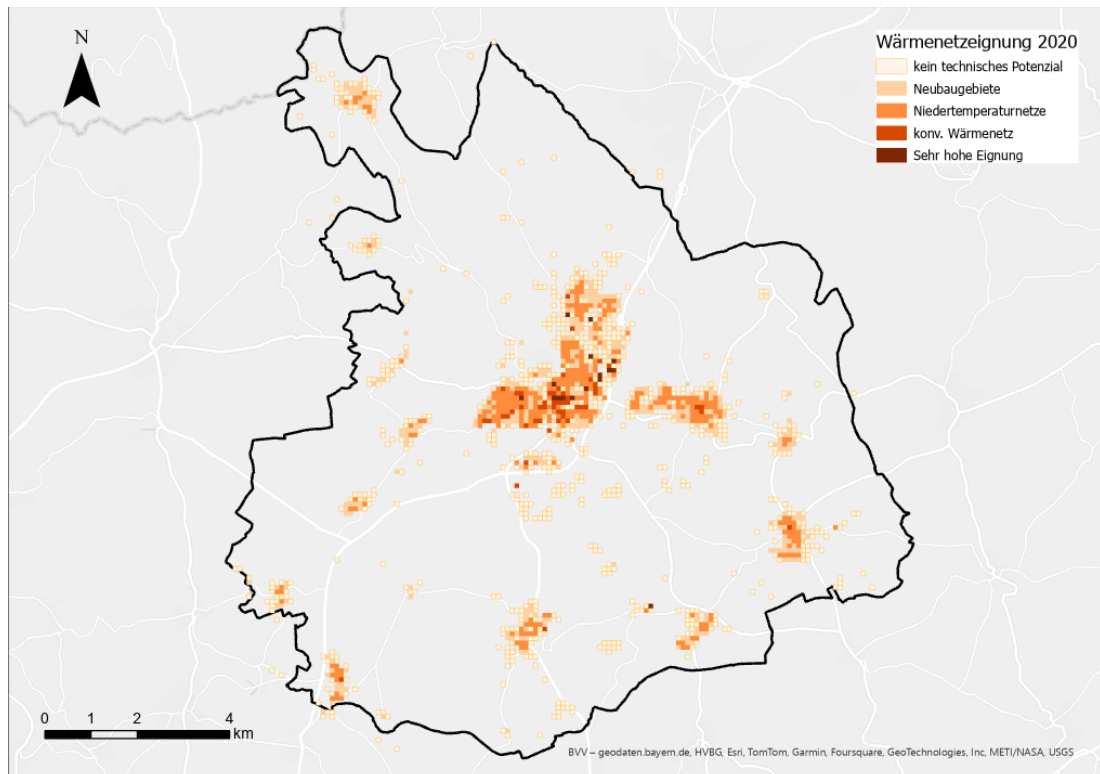


Abbildung 14: Wärmenetzeignung 2022 nach KEA BW

Anhand der vorgegebenen Grenzwerte der KEA BW für die Wärmenetzeignung lassen sich für die Stadt Buchen und die Teilorte folgende Schlüsse ziehen:

Aufgrund der geringen Bebauungsdichte liegt in den kleinen Teilorten wie Stürzenhardt, Unterneudorf oder Rinschheim keine Wärmenetzeignung vor. Eine Wärmenetzeignung wurde in den Teilorten geprüft. Aufgrund der vorhandenen Wärmedichte und der Alter der Heizungen von Ankerkunden, eignet sich der Teilort Götzingen für ein kleinräumiges Wärmenetz. Im Stadtgebiet Buchen liegt eine flächendeckende Wärmenetzeignung für Niedertemperaturnetze in den Teilgebieten Hainsterbach und Nahholz im westlichen Stadtgebiet vor. Für ein Niedertemperaturnetz kann ein Temperaturniveau von bis zu 55 °C für die Gebäudebeheizung bereitgestellt werden. Höhere Temperaturen zur Trinkwassererwärmung müssen in solchen Fällen dezentral, beispielsweise durch einen nachgelagerten Heizstab, erzeugt werden. Eine Eignung für konventionelle Wärmenetze liegt im Zentrum Buchens vor und erstreckt sich in Richtung des südlichen Bildungsareals. Ein konventionelles Wärmenetz besitzt im

Vorlauf ein höheres Temperaturniveau von bis zu 90 °C und kann angeschlossene Gebäude deshalb mit Heizwärme und Warmwasser versorgen.

Tabelle 6: 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. Da zukünftig mit einer weiteren Verbreitung von Wärmepumpen und anderer strombasierter Heizanwendungen (z.B. Warmwasserbereitung) zu rechnen ist, besteht ein entsprechend ansteigender Strombedarf.

In Abbildung 15 ist eine Abstufung unterschiedlicher Potenzialbegriffe dargestellt. Diese Potenziale bilden untereinander Schnittmengen. Erläutert werden die Potenzialbegriffe in Tabelle 7.

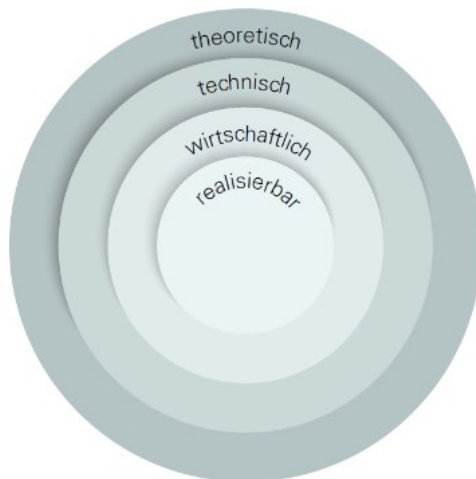


Abbildung 15: Definition der Potenzialbegriffe [1]

Tabelle 7: Definition Potenzialbegriffe [13]

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 von Juni bis November 2023 eine Unternehmensumfrage in der Stadt Buchen durchgeführt. Diese hatte vor allem das Ziel, die lokalen Akteure aus Industrie und Gewerbe in das Projekt einzubinden und stellte somit einen wichtigen Baustein der Akteursbeteiligung dar. Neben den Energieverbrauchsdaten der Unternehmen wurden mögliche Abwärmepotenziale aus Produktionsprozessen ermittelt. Dazu wurden gezielt Abwärmequellen und deren zeitliche Verfügbarkeit abgefragt. Darüber hinaus bot die Befragung die Möglichkeit, die jährlichen Abwärmemengen und -leistungen näher zu quantifizieren, sofern diese Werte den Unternehmen bekannt waren.

An der Umfrage haben sich 9 Unternehmen beteiligt, von denen 6 Unternehmen angaben, dass in ihrem Produktionsprozess Abwärme anfalle. 4 Unternehmen gaben an, dass die Wärme bereits intern genutzt würde. Eine prinzipielle Bereitschaft diese Abwärme auszukoppeln und zu verkaufen äußerten 2 Unternehmen. Die anderen Unternehmen gaben an, über keine Abwärme zu verfügen. Räumlich lässt sich neben dem Gewerbegebiet im Osten Buchens auch der interkommunale Gewerbepark Odenwald (IGO) und als Schwerpunktgebiet für potenzielle industrielle Abwärme eingrenzen. Um welche Unternehmen es sich dabei genau handelt, wird an dieser Stelle aus Datenschutzgründen nicht weiter ausgeführt.

Eine besondere Rolle einer möglichen Wärmeauskopplung spielt das Biomasseheizkraftwerk BHKW Buchen. Das Abwärmepotenzial übersteigt den Wärmebedarf des Kernstadtgebietes Buchens. In der Maßnahme 1b, unter Kap. 6.1, soll dieses Potenzial untersucht werden.

Zur weiteren Potenzialermittlung wird der Stadt Buchen empfohlen, mit den Unternehmen, die eine Bereitschaft zur möglichen Abwärmeauskopplung geäußert haben, weiterführende Gespräche zu führen. Gemäß Abbildung 14 ist die Eignung für ein Wärmenetz im Gewerbegebiet im Osten Buchens und im interkommunalen Gewerbepark nicht flächendeckend gegeben, weshalb sich eher eine kleinräumige Versorgung der direkten Nachbargebäude anbieten könnte. Inwieweit überschüssige Abwärme in ein mögliches Wärmenetz integriert werden kann, kann gemeinsam erörtert werden. Für weitere Informationen und eine Erstberatung der Unternehmen zum industriellen Abwärmepotenzial kann der Kontakt zu einer unabhängigen Beratungsstelle gewinnbringend sein. Für Abwärmechecks vor Ort und weitere Beratungsschritte zur Abwärmeauskopplung können Fördermittel aus dem Klimaschutz-Plus-Programm beantragt werden.

4.3.2 Abwasserwärme

Eine weitere wichtige Wärmequelle ist das kommunale Abwasser. Durch den Einbau spezieller Abwasserwärmetauscher kann dem Abwasser entlang der Fließrichtung Wärme entzogen werden. Mittels einer Wärmepumpe erfolgt eine Temperaturerhöhung und kann so Wärmeabnehmern zur Verfügung gestellt werden. Nach dem Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung der KEA BW sind grundsätzlich Abwasserkanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 400 für eine mögliche Abwärmenutzung relevant. Darüber hinaus 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].

Auf der Gemarkung Buchen befinden sich neben der städtischen Kläranlage der Stadt Buchen nord-westlich des Stadtgebietes kleinere Kläranlagen in den Teilorten Einbach und Eberstadt. In Hettigenbeuern wurde der Neubau einer zentralen Kläranlage beschlossen [14]. Der Einbau eines Wärmetauschers zur Abwasserwärmenutzung in den Abwasserkanal erfolgt meist in geeigneten Kanälen > DN 800. Die Abbildung 16 zeigt die entsprechenden Abwasserkanäle in Buchen. In einem Umkreis von ca. 100 – 300 m um diese Kanäle kann die Abwasserwärme theoretisch genutzt werden.

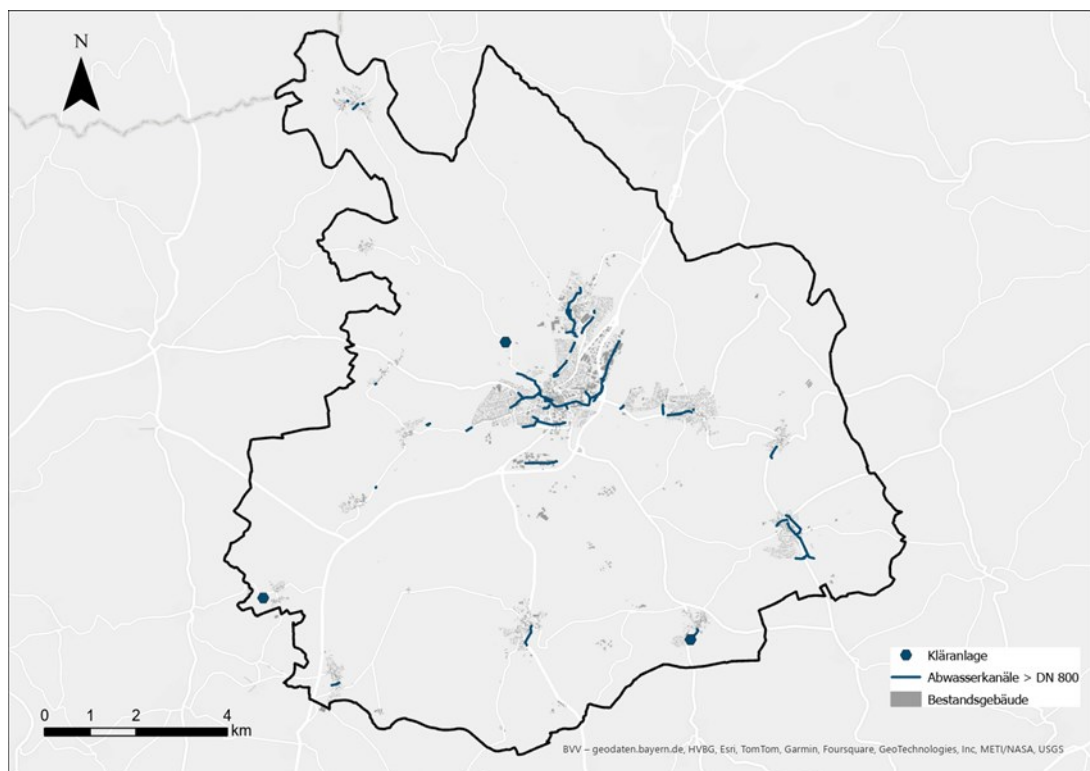


Abbildung 16: Geeignete Abwasserkanäle zur Nutzung von Abwasserwärme in Buchen

In einer Potenzialstudie der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) wurden die Potenziale der Abwasserwärmenutzung im Ablauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg untersucht. Für die Abwasserwärmenutzung im Ablauf der Kläranlage in Buchen lagen seitens der DWA keine Potenzialangaben vor.

Weiterhin beträgt der Abstand der bestehenden Kläranlage zur nächstgelegenen Wohnbebauung mehr als 750 m, weshalb eine Abwärmenutzung am Auslauf der Kläranlage auszuschließen ist. Weiterhin wurde im Jahr 2009 bereits eine sog. abgesicherte Potenzialstudie zur Abwassernutzung im Auftrag der Stadtwerke Buchens erstellt. An drei Kanalabschnitten der „Tennishalle“ - DN 900, der „Schüttstraße“ – DN 1.200 und dem „RÜB 9“ – DN 1000 wurden eine ausreichende Durchflussmenge und Temperatur gemessen [15]. Eine Abwasserwärmenutzung ist prinzipiell in diesen Kanalabschnitten möglich. In einem nächsten Schritt müssen geeignete Wärmeabnehmer in der Nähe, aufbauend auf der Studie neu bewertet werden.

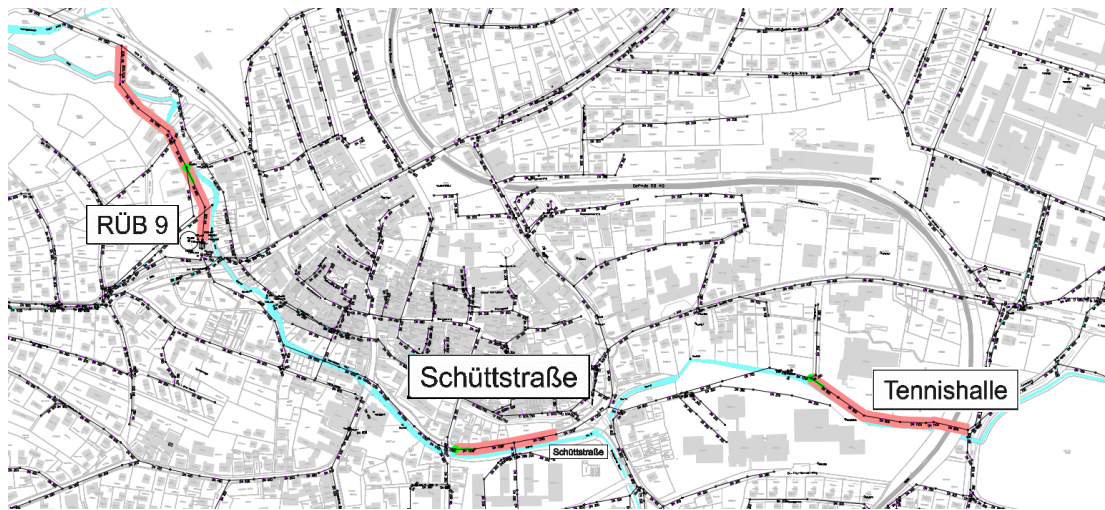


Abbildung 17: Definierte Messbereiche abgesicherte Potenzialstudie Abwasserwärme [15]

Weiterhin bewertet eine Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung aus dem Jahr 2013 die Anbindung mehrerer Wohnhäuser im Bereich den Lohplatzes an ein Nahwärmenetz als wirtschaftliche Wärmeversorgung [16]. Unter der Berücksichtigung der gesteigerten Energiepreise kann davon ausgegangen werden, dass sich die Wirtschaftlichkeit zweiter zugunsten der Abwasserwärmenutzung verschoben hat.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der abgesicherten Potenzialstudie, dass ein Potenzial der Abwasserwärmenutzung in den drei Bereichen (Tennishalle, Schüttstraße, RÜB 9) vorliegt. In geeigneten Abwasserkanälen > DN 800 ist ein Potenzial vorhanden, welches aber noch durch Messungen quantifiziert werden müsste. Ein Potenzial der Abwasserwärmenutzung im Auslauf der städtischen Kläranlage Buchen ist, aufgrund der Entfernung von ca. 800 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung, auszuschließen.

4.3.3 Solarenergie

Solarenergie kann in Form von Photovoltaikanlagen in Strom umgewandelt und in Form von Solarthermieanlagen als Wärme genutzt werden. Im Folgenden wird die Photovoltaik (PV) als Potenzial der Solarenergie dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen PV-Potenzialen auf Dachflächen und PV-Potenzialen auf Freiflächen. Als Datengrundlage für die Potenzialanalyse dient der Energieatlas der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Neben dem Energieatlas der LUBW gibt es weitere Potenzialkarten, wie z.B. die Planhinweiskarten Solar oder die Teilfortschreibungen Freiflächenphotovoltaik der Regionalverbände in Baden-Württemberg. Die folgende Abbildung 18 zeigt einen Ausschnitt der Dachflächenpotenziale in Buchen, unterteilt nach unterschiedlicher Eignung aufgrund der Einstrahlung. Das theoretische Potenzial weist 8 Eignungsklassen auf, für das technische Potenzial wurden die Eignungsklassen 1-3 berücksichtigt.



Abbildung 18: PV-Potenzial auf Dachflächen gemäß LUBW-Energieatlas [17]

Die installierte Leistung der PV-Anlagen beträgt nach Abfrage des Marktstammdatenregisters (Stand 02/2024) 33,5 MW. Dies entspricht 27 % des im Energieatlas der LUBW ausgewiesenen technischen Potenzials. Bei vollständiger Ausschöpfung könnten auf den geeigneten Dachflächen in Buchen jährlich 112 GWh Strom erzeugt werden. Gemäß des Flächenzieles von 2 % für Windenergieanlagen und Freiflächenphotovoltaik des KlimaG BW sind die Regionen Baden-Württembergs verpflichtet, bis

Ende 2025 geeignete Flächen in den jeweiligen Regionalplänen auszuweisen [18]. Insbesondere für die Freiflächen-Photovoltaik sind nach § 21 KlimaG BW mindestens 0,2 % der Regionalfäche auszuweisen. In diesem Zusammenhang ist auch die Planungsoffensive der Regionalverbände zu sehen, die eine abgestimmte Planung und verlässliche Planungsleitplanken hinsichtlich der ausschließlichen Flächen für Freiflächen-Photovoltaik und Windenergieanlagen schaffen soll.

Der Planungsschuss des Regionalverbandes Rhein-Neckar hat am 17.11.2023 die Offenlage der Übersichtskarte „Suchraumkulisse zur Ausweisung von Vorbehaltsgebieten für regionalbedeutsame Freiflächen-Photovoltaikanlagen“ beschlossen. Der Suchraum dient als Grundlage zur detaillierten Abgrenzung der Vorbehaltsgebiete für Freiflächen-Photovoltaik und bildet eine Diskussionsgrundlage für das folgende Öffentliche Beteiligungsverfahren. [19]

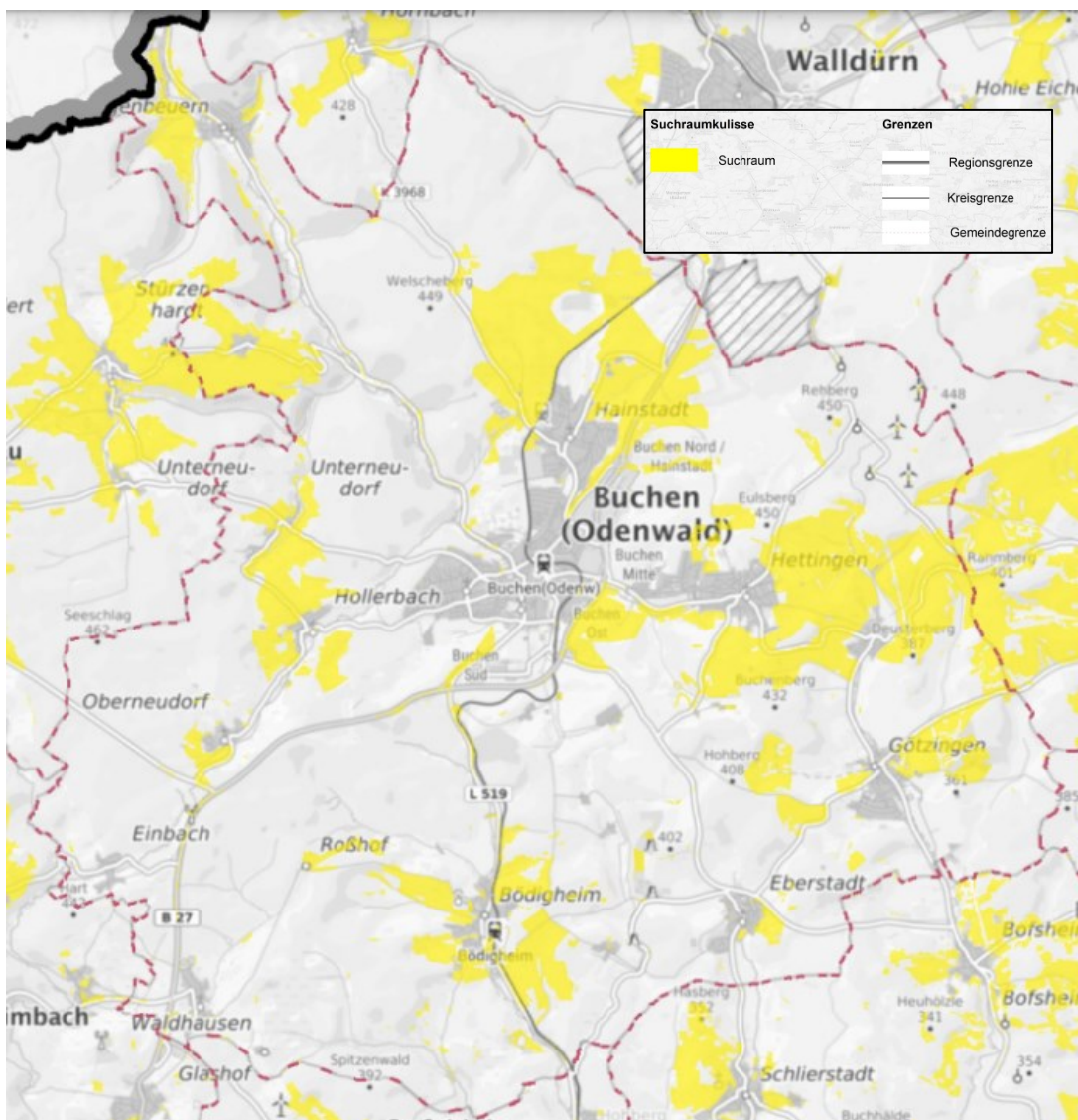


Abbildung 19: Suchraumkulisse Ausweisung Vorbehaltsgebiete Freiflächen-Photovoltaik, Verband Rhein-Neckar, Stand 26.01.2024 [20]

Die Stadt Buchen ist an 6 konkreten Projekten zur Erschließung des Potenzials der Freiflächen-Photovoltaik beteiligt. Eine Gesamtfläche von bis zu 90 ha nahe der

Teillorte Hainstadt, Rinschheim, Götzingen und Bödighheim erfüllen den Kriterienkatalog der Stadt Buchen zur Zulässigkeit von Freiflächen-Photovoltaik. Das technische Potenzial beläuft sich auf einen möglichen Stromertrag von 44 GWh/a. Die Stadtwerke Buchen planen bei Wirtschaftlichkeit einen Solarpark mit einer installierbaren Leistung von 5 MWp in Hainstadt zu übernehmen. Weiterhin werden die Stadtwerke Buchen zusammen mit den Stadtwerken Walldürn und Landwirten eine Agri-PV-Pilotanlage mit 2,9 MW in Neusaß errichten, eine Inbetriebnahme ist 2023/2024 geplant. [21]

Die Photovoltaikpotenziale auf Dach- und Freiflächen sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Installierte PV-Leistung und verfügbares PV-Potenzial

	Bestand	Potenzial	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
PV-Dachflächen	33,5	125	112
PV-Freiflächen (bereits in Planung)	-	45	44
PV-Freiflächen (gem. Regionalplan für Gemarkung Buchen)	-	1.146	1.127
Gesamt	33,5	1.316	1.283

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 [18]. Der Planungsausschuss des Regionalverbandes Rhein-Neckar hat am 29.09.2023 eine Überarbeitung des Kriterienkatalogs und die Suchraumkulisse für Windenergiegebiete beschlossen. In der Suchraumkarte zur Ausweisung von Vorranggebieten, aufgeteilt in Kernsuchraum und erweiterter Suchraum, werden geeignete Flächen für die Windenergienutzung dargestellt (siehe Abbildung 20).

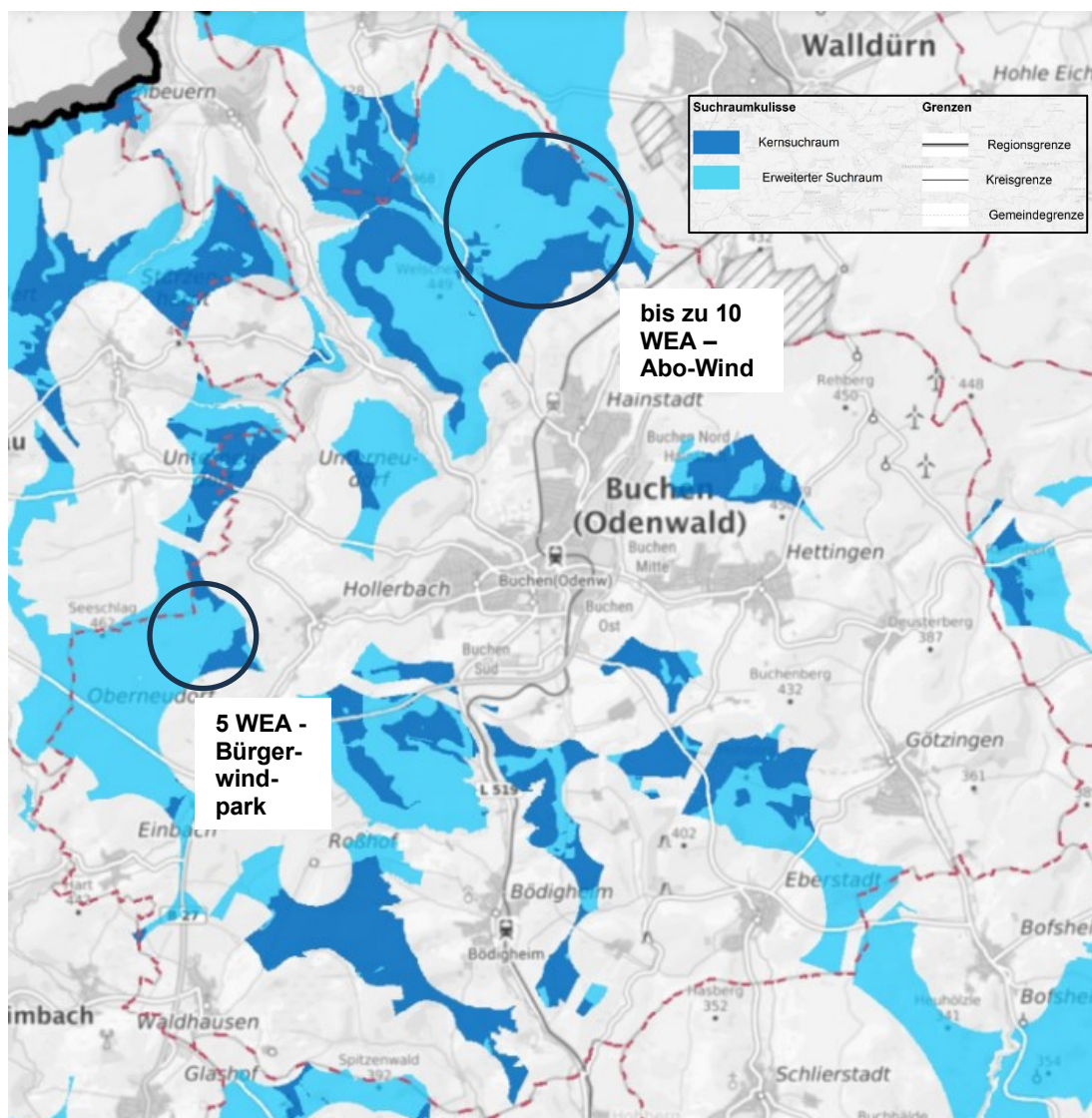


Abbildung 20: Ausschnitt Gemarkung Buchen, Fortschreibung Regionalplan Windenergie, Stand 26.01.2024 [22]

Auf der Gemarkung Buchen gibt es bereits 11 bestehende Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 33 MW. Im Jahr 2021 wurden so 34 GWh Strom regenerativ erzeugt. In einem Bürgerwindpark sind weitere 5 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 30 MW und einer möglichen Erzeugung von ca. 45 GWh. Weiterhin plant

der Projektierer Abo-Wind bis zu 11 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 77 MW und einer möglichen Erzeugung von ca. 116 GWh zu realisieren. In der Tabelle 9 ist das verfügbare Windkraftpotenzial der bestehenden Erzeugung gegenübergestellt. Das Windkraftpotenzial wird somit bereits zu 5 % genutzt, mit Ausbau der Planung bis zu 21 %.

Tabelle 9: verfügbares Windkraftpotenzial gem. Teilfortschreibung Regionalplan Windenergie

	Bestand / (in Planung)	Potenzial gem. Regionalplan	
		Ist-Leistung in MW	Leistung in MW
Windkraft	33 (107)	680	1.020

4.3.5 Wasserkraft

Zur Ermittlung des Wasserkraftpotenzials wurden die Potenzialdaten aus dem Energieatlas der LUBW verwendet. Auf der Gemarkung Buchens gibt es zwei bestehende Wasserkraftwerke. Diese sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Die installierte Wasserkraftleistung und das noch verfügbare Wasserkraftpotenzial sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

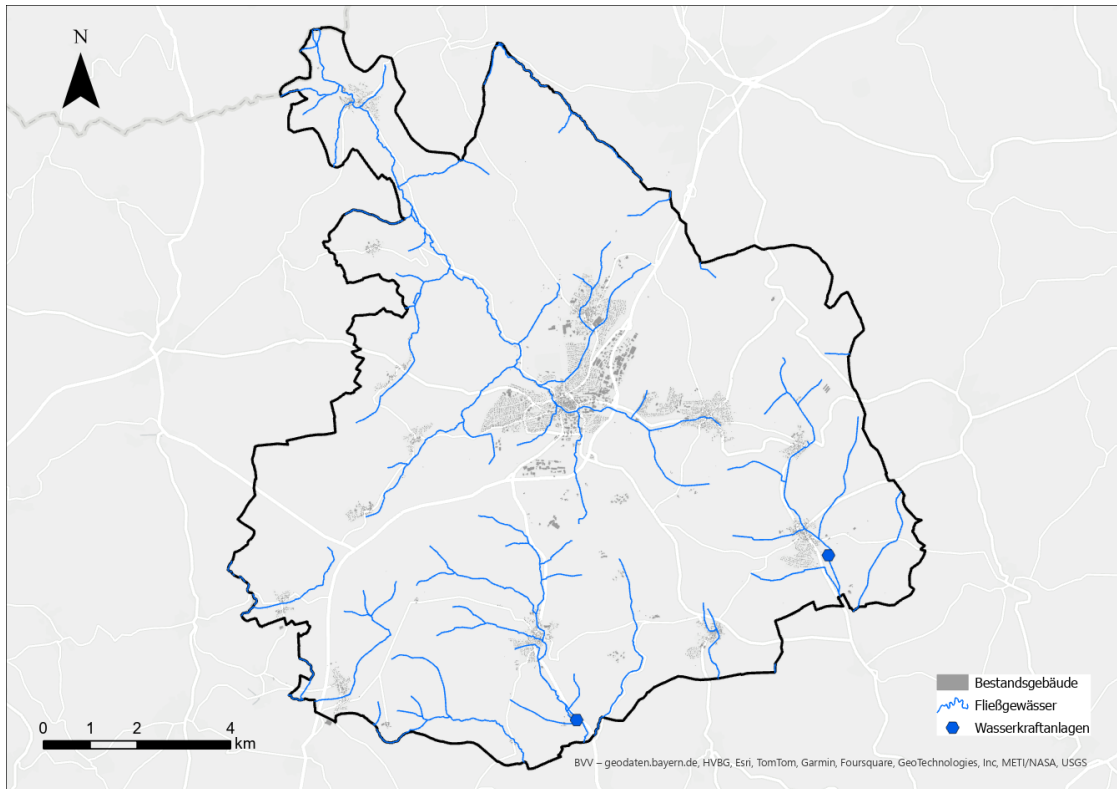


Abbildung 21: Potenzial Wasserkraftanlagen in Buchen [17]

Tabelle 10: Installierte Wasserkraftleistung und verfügbares Wasserkraftpotenzial [17]

	Ist-	Potenzial gem. LUBW	
	Leistung in kW	Leistung in kW	Erzeugung in MWh/a
Wasserkraft	27	27	11

Ein Potenzial zusätzlicher Wasserkraftwerke oder ein Ausbau der installierten Leistung besteht gem. LUBW-Energieatlas nicht. Das Potenzial der Wasserkraft ist in Buchen demnach vollständig ausgeschöpft.

4.3.6 Biomasse

Unter Biomasse werden gemäß Leitfaden der KEA BW verschiedene Formen fester Biomasse sowie organische Abfälle, 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 verschiedenen Potenziale der Biomasse erläutert.

Feste Biomasse

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

Die derzeitige thermische Nutzung von Energieholz kann in Buchen mit der Energiemenge von 10,8 GWh/a angegeben werden (vgl. Treibhausgasbilanz Kapitel 3.4.1.). Nach Angaben des Revierleiters Buchen-West können insgesamt 1.500 FM zur Verfügung gestellt werden. Dies entspricht ca. 7% des jährlichen Hiebsatzes des Stadtwaldes und einem jährlichen Wärmeertrag von ca. 3,3 GWh. Bei der angegebenen Menge Holz handelt es sich um Abrieb aus der Jungbestandspflege, Verkehrssicherungsarbeiten, Lichtraumprofilpflege und unverwertbarem Kronenholz, welches im Zuge von Durchforstungen oder der Endnutzung anfällt. [23]

Althölzer, Gebrauchtholz und Holzsperrmüll werden am Grüngutsammelplatz Sassenhecken zentral gesammelt. Verwertet wird das Grüngut zur Stromerzeugung im angrenzenden Biomasseheizkraftwerk. Nach Angaben des Biomassewerkes BHKW Buchen, in der Unternehmensumfrage Kap. 4.3.1, beläuft sich das Potenzial der Wärmeauskopplung auf 80.000 MWh/a und könnte um weitere 100.000 MWh/a ausgebaut werden.

Die Potenziale der erwähnten festen Biomasse sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Thermische Verwertung fester Biomasse Nutzung und Potenzial

	Thermische Verwertung in GWh/a
Energieholz-Nutzung genutztes Potenzial	10,8
Waldrestholznutzung ungenutztes Potenzial	3,3
Abwärmernutzung Biomasseheizkraftwerk	180
Gesamt	194

Insgesamt entspricht das Potenzial der derzeitigen Nutzung von Energieholz und Waldrestholz mit knapp 194 GWh/a etwa 75 % des gesamten Endenergiebedarfes im Jahr 2022. Durch die gezielte Nutzung des ungenutzten Potenzials aus dem Buchener Wald kann ein weiterer Teil der Wärmeversorgung dekarbonisiert werden.

Biogas und Klärgas

Biogas und Klärgas eignen sich für den Einsatz in BHKWs und können somit zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Auf der Kläranlage Buchen wird derzeit kein BHKW mit Klärgas betrieben. Biogas wird in 3 Biogasanlagen erzeugt, welches im jeweiligen Blockheizkraftwerk verfeuert wird. Die Biogasnutzung ist in der folgenden Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Biogasnutzung Gemarkung Buchen

	Anzahl	Bestand Wärmeerzeugung in MWh/a	Bestand Stromerzeugung in MWh/a
Biogas BHKW	3	1.340	1.120

Das Potenzial für die Biogaserzeugung mit anschließender Verwertung in einem Biogas-BHKW kann anhand der Fläche des Grünlandes und Viehbeständen abgeschätzt werden. Auf der Gemarkung Buchens gibt es 1.245 ha Dauergrünland. Das theoretische Potenzial der Biogaserzeugung aus Gülle kann über den Viehbestand an ca. 2.900 Rindern, 3.000 Milchkühen und 1.120 Schweinen berechnet werden. Einberechnet wurde ein Erschließungsfaktor von 30%.

	Potenzial Wärmeerzeugung in MWh/a	Potenzial Stromerzeugung in MWh/a
Dauergrünland	4.900	4.100
Gülle	1.750	1.500
Gesamt	6.650	5.600

Das technische Erzeugungspotenzial aus Biogas im Vergleich Gesamtwärmebedarf Buchen beträgt knapp 2,7 % im Jahr 2022.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die thermische Nutzung der festen Biomasse hohes Potenzial besitzt und zu einem großen Teil zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen kann. Möglich ist eine Abwärmeauskopplung des Biomassewerkes und einer Einspeisung in ein noch zu errichtendes Wärmenetz. Die Wärmeerzeugung aus Biogas durch BHKWs spielt eine untergeordnete Rolle.

4.3.7 Oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist in Buchen großflächig vorhanden. Von oberflächennaher Geothermie spricht man in der Regel bis zu einer Tiefe von 150 m. Mit Hilfe von Erdwärmekollektoren bis 1,5 m Tiefe oder Erdwärmesonden bis 150 m Tiefe kann dieses Potenzial mittels einer Wärmepumpe zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden.

Erdwärmesonden

Auf der Gemarkung Buchens befinden sich derzeit 127 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von bis zu 240 m [24]. Das geothermische Potenzial wird im Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) im westlichen Gemarkungsgebiet großflächig als „höher effizient“ und im östlichen Gemarkungsgebiet als „effizient“ eingestuft [25]. Eine spezifische Wärmeentzugsleistung von 45 – 65 W/m in 100 m Tiefe und 1.800 Volllaststunden kann flächendeckend auf der Gemarkung Buchen angegeben werden, wie in Abbildung 22 dargestellt.

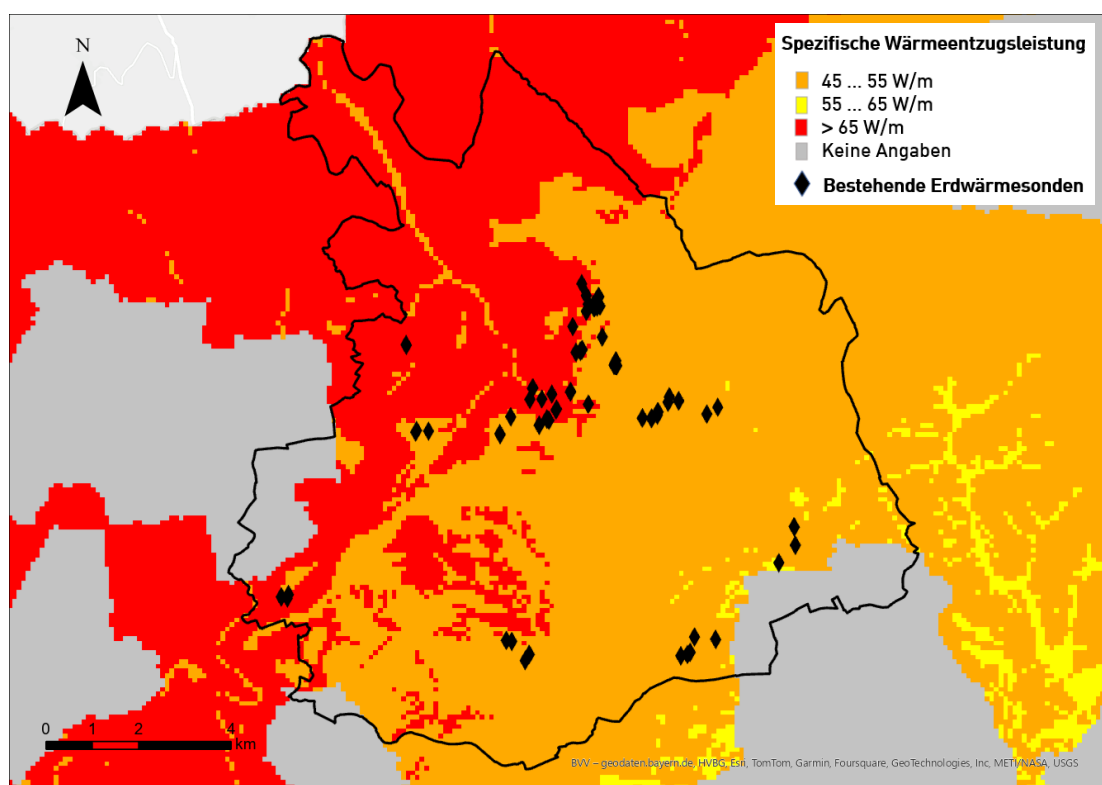


Abbildung 22: Darstellung der spezifischen Wärmeentzugsleistung in 100 m und 1.800 h/a [25]

Die KEA BW gibt in ihrer Potenzialanalyse für Erdwärmesonden einen möglichen jährlichen Wärmeentzug von 41 - 150 GWh in Buchen an [26]. Die Angaben beziehen sich dabei auf die Installation von einer bzw. der maximal möglichen Anzahl von Erdwärmesonden je Flurstück. Berücksichtigt wurden ausschließlich Flurstücke mit Wohnbebauung. Durch den Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen könnten so jährlich 17 – 61 % des Gesamtwärmebedarfes des Basisjahres bereitgestellt werden.

Abbildung 23 zeigt die Verteilung der maximal möglichen Wärmeentnahmemenge pro Jahr aus Erdwärmesonden auf den Flurstücken der Wohnbebauung im Gemarkungsgebiet. Ein flächendeckendes Potenzial oberflächennaher Geothermie lässt sich in den Teilorten sowie im Stadtgebiet Buchens feststellen. Einzelne „Hotspots“ lassen sich vereinzelt auch in den Teilorten Hettigenbeuern und Bödigeim erkennen. Das Potenzial des Stadtkerns Buchens ist vorsichtig zu bewerten da in diesem Bereich das Grundwasser möglicherweise artesisch gespannt ist und so Risiken für Erdwärmeh Bohrungen bestehen.

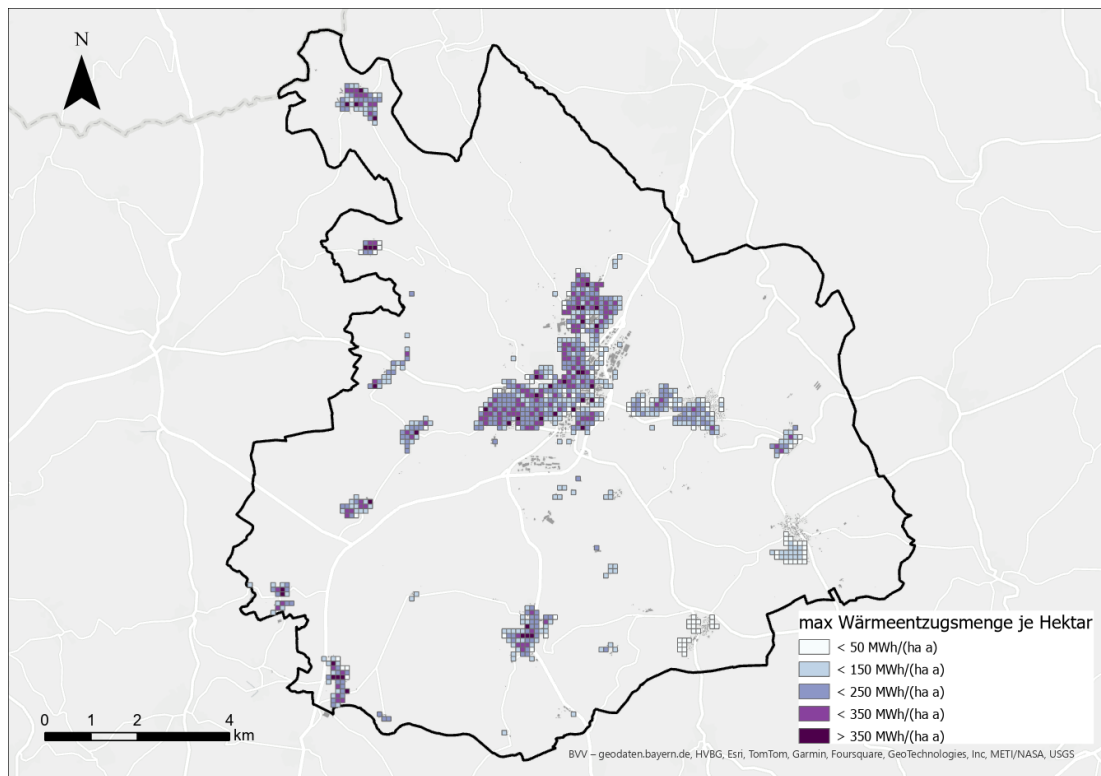


Abbildung 23: Potenzial oberflächennaher Geothermie – max. Wärmebereitstellung in MWh/ha und Jahr [26]

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 [13]. 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 Buchen 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

Im Folgenden wird auf das Potenzial der (Mittel-) Tiefen Geothermie auf der Gemarkung Buchens eingegangen. Die mitteltiefe bzw. tiefe Geothermie, auch hydrothermale Geothermie, erschließt wasserführende Gesteinsschichten in 400 bis 1.000 m Tiefe. Die Erdwärme aus 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 Temperaturerhöhung mittels einer Wärmepumpe. Die gewonnene Wärme kann in einem Wärmenetz eingespeist werden.



Abbildung 24: Geologische Störungen nach Informationssystem Oberflächennahe Geothermie BW [25]

Sog. Störungen, siehe Abbildung 24, sind ein erster Anhaltspunkt für das Potenzial einer möglichen hydrothermalen Nutzung. Westlich des Stadtgebietes Buchens verläuft die sog. Hollerbachstörung. Im Rahmen des Geothermie-Projektes „TANGRAM“ wurde im Jahr 2003 bereits ein Gutachten mit geophysikalischen oberflächennahen Messungen durchgeführt. Im Ergebnis geht das Gutachten davon aus, dass die bekannte Hollerbachstörung eine weitere Ausdehnung, mehrere 100 m breites Störungsbündel, besitzt [27]. Das Projekt „TANGRAM“ verfolgte den Ansatz Hot-Dry-Rock-Verfahren zur Strom- und Wärmegewinnung welches heute nicht mehr genehmigungsfähig ist.

Im Hinblick auf den heutigen Wissens- und Erkenntnisstand wird empfohlen das Potenzial einer hydrothermalen geothermischen Nutzung neu zu bewerten. In einer weiterführenden Grundlagenermittlung unter Berücksichtigung u.a. Bohrdaten und aktuellem Kartenwerk können weitere Erkenntnisse hinsichtlich des Potenzials gesammelt werden. In einem nächsten Schritt können geophysikalische Messungen und die Durchführung einer 3D-Seismik Aufschluss über Tiefenlage und Mächtigkeit von Gesteinsschichten und Grundwasserleitern (Aquiferen) geben. Eine kostengünstigere Alternative zur Seismik stellt die sog. Mise-a-la-Masse Methode zur Kartierung von Störungszonen und Aquiferen dar.

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]. 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 wichtige Rolle.

4.3.10 Standorte KWK

Kraft-Wärmekopplungsanlagen stellen eine effiziente Möglichkeit zur Erzeugung von Wärme und Strom dar. Meist werden diese KWK-Anlagen mit Erdgas betrieben Es wird empfohlen, bestehende KWK-Anlagen, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, durch klimaneutrale Energieträger wie Biogas oder Klärgas zu ersetzen. Sind KWK-Anlagen als Erzeuger in einem Wärmenetz eingebunden, kann im Rahmen eines Transformationsplanes innerhalb der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), eine technische und wirtschaftliche Untersuchung klimaneutralen Wärmezeugung, erfolgen.

Bei stromgeführten KWK-Anlagen bietet sich eine Prüfung der Abwärmenutzung zur Effizienzsteigerung der Anlage an. Insgesamt gibt es in Buchen 24 KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 8,3 MW. Davon werden 20 mit Erdgas und 3 der bestehenden KWK-Anlagen mit Biogas betrieben. Das Biomassewerk BHKW Buchen nutzt eine sog. Entnahme-Kondensationsmaschine mit einer installierten Leistung von 7,5 MW zur Stromerzeugung. Eine Auswahl der bestehenden KWK-Anlagen sind in der folgenden Abbildung 25 dargestellt.

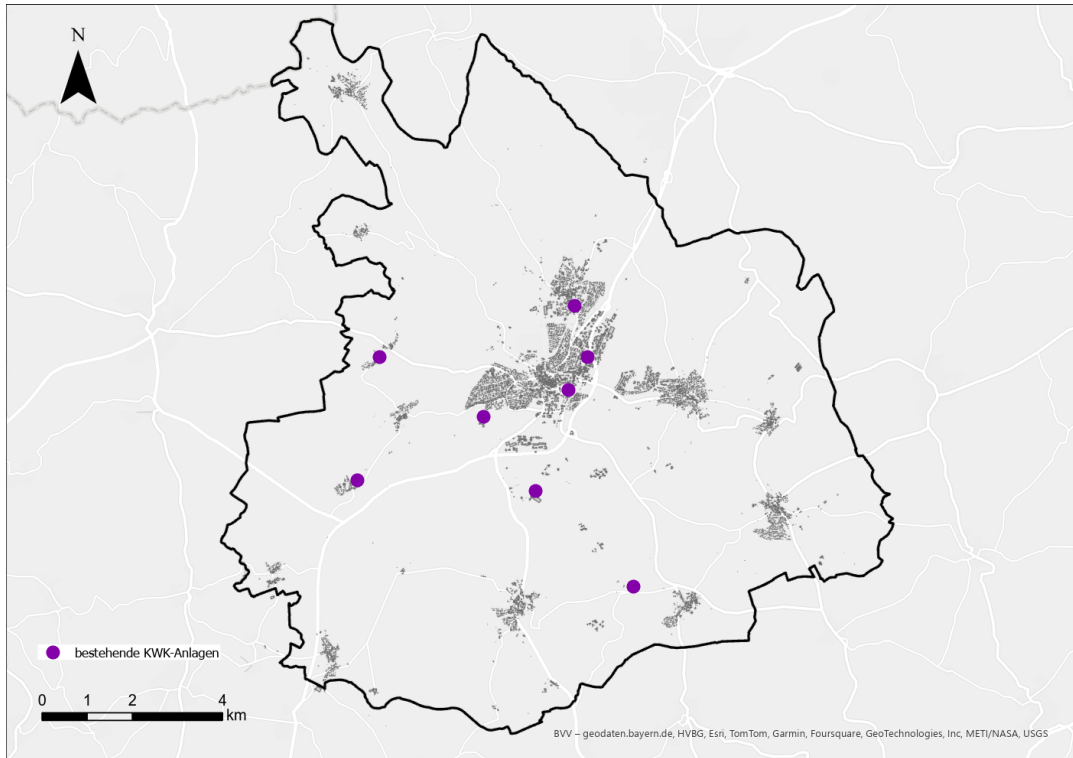


Abbildung 25: Auswahl bestehender KWK-Anlagen

4.3.11 Wasserstoffpotenziale

Im Folgenden wird auf die Wasserstoffpotenziale in der Gemarkungsgrenze Buchens eingegangen.

Auf europäischer Ebene wird an der Erstellung eines europäischen Wasserstoff Backbone-Netz gearbeitet. Auf nationaler Ebene wurde im vergangenen Jahr eine nationale Wasserstoffstrategie vorgestellt. Die Entscheidung das vorhandene Gasnetz mit Wasserstoff zu betreiben, liegt aktuell nicht in der Hand der Stadtwerke allein. Hierbei sind die Stadtwerke an die Entscheidungen der vorgelagerten Netzbetreiber und deren nachgelagerten Gasnetzverteilnetzbetreiber in Bayern und Baden-Württemberg gebunden. Der FNB Gas e.V., als Zusammenschluss der überregionalen Gastransportunternehmen, hat Planungen zum Wasserstoffnetz in Deutschland entwickelt. Ein Ausschnitt Baden-Württembergs ist in Abbildung 26 dargestellt. Das geplante Wasserstoffkernnetz liegt somit 40 km nördlich von der Stadt Buchen.

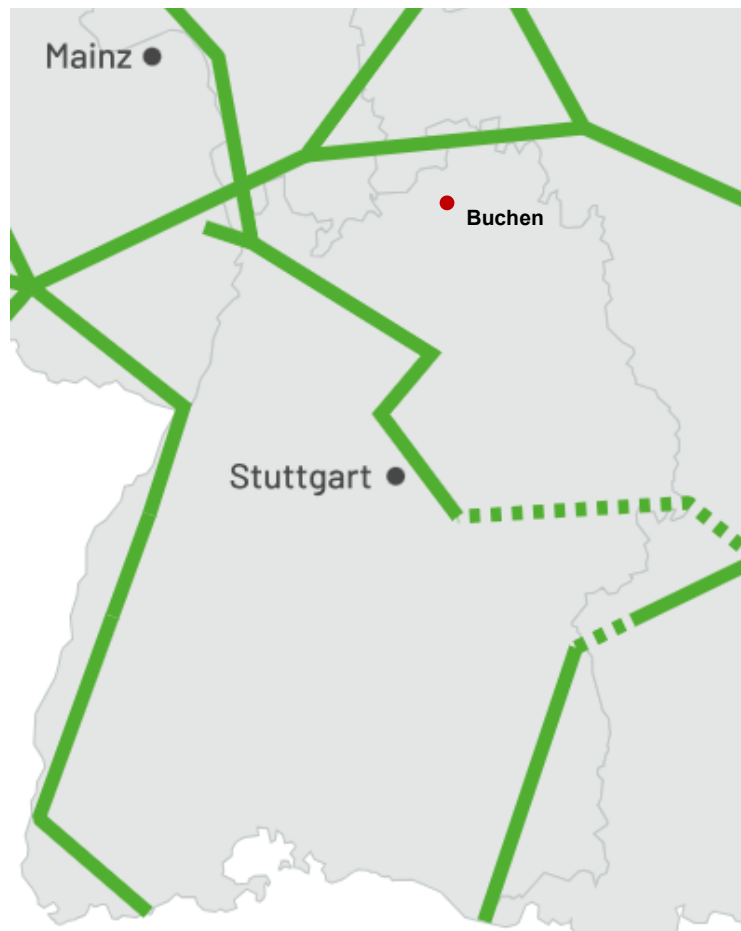


Abbildung 26: Darstellung Umstellungs- Neubauplanung H2-Netz 2050 [28]

Die Gasnetzbetreiber bereiten sich mit der Erstellung eines so genannten Gasnetzumbauplans auf eine Umstellung des bestehenden Gasnetzes auf den Betrieb mit Wasserstoff vor.

Auf lokaler Ebene besteht die Möglichkeit aus dem Überschussstrom der Windkraftanlagen Wasserstoff erzeugt werden könnte. Bereits heute wird auf Buchener

Gemarkung viel Windstrom erzeugt, bis zu 17 weitere Windkraftanlagen sind in Planung (vgl. Kapitel 4.3.4). Bei viel Wind müssen stellenweise regenerative Stromerzeuger abgeregelt werden, um die Netzstabilität nicht zu gefährden. Dieses Potenzial an Überschussstrom könnte genutzt werden, um lokal Wasserstoff in kleinen Anlagen herzustellen und zu verteilen. Weiterhin wird im ersten Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap empfohlen die Abwärme von Elektrolyseuren genutzt werden. Dies erhöht die Gesamtwirtschaftlichkeit ebensolcher Anlagen. [29]

Eine vorrangige Anbindung von Industriekunden an das Wasserstoffnetz ist zu erwarten. Eine flächendeckende Verfügbarkeit von mit Wasserstoff betriebenen „H₂-ready-Heizungen“ in privaten Haushalten ist nach heutigem Kenntnisstand vor dem Jahr 2040 unwahrscheinlich.

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 und somit auch mit einem erhöhten Strombedarf zu rechnen ist.

Durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle wird der Wärmebedarf gesenkt. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 kann, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % des Wohngebäudebestands, der Wärmebedarf um bis zu 6 % gesenkt werden. Die energetische Sanierung stellt somit einen wichtigen Baustein der Wärmewende dar. Ein exemplarisches Gebiet höheren Sanierungspotenzials ist das Gebiet Am Nahholz.

Das Kernstadtgebiet Buchens besitzt aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte eine hohe Wärmenetzeignung. Weiterhin befinden sich im Stadtkern und in Erweiterung Richtung Norden und Westen des Stadtgebietes zahlreiche kommunale und öffentliche Gebäude, welche an ein Wärmenetz angeschlossen werden könnten. Das Wärmenetzpotenzial wurde in den Teilorten untersucht. Aufgrund der Wärmedichte und dem Alter der kommunalen und öffentlichen Gebäude besteht konkret im Teilort Götzingen ein Wärmenetzpotenzial. Eine Wärmenetzeignung für Niedertemperaturnetze liegt exemplarisch in den Stadtteilen Hainsterbach und Nahholz vor.

Die Nutzung der Abwärme industrieller Betriebe kann in einem Wärmeverbund genutzt werden. Im Industriegebiet im Osten Buchens und dem interkommunalen Gewebepark Odenwald können kleinräumige Wärmeverbünde entstehen, jedoch ist die Wärmedichte hier gering. Die durchgeführte Unternehmensumfrage mit einem positiven Rückläufer legt die Grundlage für Folgeschritte zur Quantifizierung des Abwärmepotenzials durch Beratung. Insgesamt ist das Potenzial der industriellen Abwärmennutzung gering zu bewerten. Die Abwasserwärmennutzung birgt in Buchen ein höheres Potenzial. Eine abgesicherte Potenzialstudie zeigt das Potenzial in drei untersuchten Kanalabschnitten auf. Ein Potenzial im Abwassersammler hin zum Klärwerk liegt, gemessen an der Durchflussmenge mit ausreichendem Durchfluss, vor. Ein konkretes Potenzial in weiteren Kanalabschnitten muss durch Durchfluss- und Temperaturmessungen an geeigneten Sammlern, > DN 800, quantifiziert werden. Das Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme mittels einer Wärmepumpe am Auslauf der Kläranlage kann aufgrund von zu großer Entfernung zur nächstgelegenen Wohnbebauung nicht genutzt werden.

Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung durch PV-Anlagen auf Dachflächen, welches bereits zu 27 % genutzt wird. Momentan befinden sich auch 6 konkrete Projekte in für den Bau von PV-Freiflächenanlagen in Anbahnung. Zur regenerativen Deckung des künftig steigenden Strombedarfes, u. a. für Wärmeeanwendungen, ist ein Ausbau dieses PV-Potenzials zu verfolgen. Das Potenzial der Windkraft soll mit bis zu 17 weiteren Windkraftanlagen genutzt werden, 11 Windkraftanlagen bestehen bereits.

Energieholz deckt den Endenergiebedarf bereits zu einem Anteil von 4 % und könnte durch die Waldrestholznutzung auf 5,4% gesteigert werden. Das größte Potenzial birgt die Abwärmenutzung des Biomasseheizwerkes (BHKW-Buchen), verbunden mit dem Bau eines Wärmenetzes. So könnte ein Großteil (> 50%) des Endenergiebedarfes im Kernstadtgebiet Buchens gedeckt werden. In drei Biogasanlagen wird bereits Biogas erzeugt und in BHKWs genutzt. Das Ausbaupotenzial bezüglich Grasschnitt und Gülle ist darüber hinaus als gering zu bewerten.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt auf der Gemarkung Buchens, nach Auswertung des ISONG mit einer höheren Wärmeentzugsleistung in Richtung Westen, und einer mittleren Entzugsleistung in Richtung Osten vor. Einer flurstückscharfen Potenzialermittlung der KEA BW nach könnte der Wärmebedarf von bis zu 61 % des Basisjahres durch Erdwärmesonden gedeckt werden. Die weiterführende Untersuchung dieses Potenzials wird deshalb empfohlen. Ein erster Hinweis auf ein Potenzial der (Mittel-) Tiefen Geothermie ist die sog. Hollerbachstörung zur Nutzung ergiebiger Grundwasserleiter. Aufbauend auf durchgeführten Untersuchungen wird eine weitere Untersuchung des Potenzials anhand von aktuellen Kartenmaterial und Bohrdaten empfohlen.

Die Entscheidung das Gasnetz mit Wasserstoff zu betreiben, liegt nicht bei den Stadtwerken Buchens, sondern sind an Entscheidungen der vorgelagerten Netzbetreiber und der nachgelagerten Gasnetzverteilnetzbetreiber in Bayern und Baden-Württemberg gebunden. Jedoch kann der Überschussstrom der Windkraft möglicherweise dazu genutzt werden Wasserstoff über einen Elektrolyseur herzustellen. Vorrangige Abnehmer sind Industriekunden. Ein großflächiger Einsatz von Wasserstoff in der Wärmebereitstellung ist für Privathaushalte vor 2040 jedoch nicht absehbar.

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 Buchen unter Berücksichtigung einer prozentualen jährlichen Sanierungsquote im Sektor Wohnen abgebildet werden kann. Da die Gebäude in den Sektoren der kommunalen Gebäude, des verarbeitenden Gewerbes 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 Stadtverwaltung und den Stadtwerken Buchen plausible Reduktionsraten des Gesamtwärmebedarfs diskutiert und gemeinsam für die Zielszenarien festgelegt. Tabelle 13 gibt einen Überblick über die festgelegten Wertebereiche der Sanierungs- bzw. Reduktionsraten in den betrachteten Sektoren.

Tabelle 13: Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten der Sektoren bis zum Jahr 2040

Parameter	Wertebereich
Jährliche Sanierungsrate Wohngebäude	1 – 2 %
Jährliche Reduktionsrate kommunale Gebäude	1 – 3 %
Jährliche Reduktionsrate GHD & Sonstiges	0 – 0,8 %
Jährliche Reduktionsrate verarbeitendes Gewerbe	0 – 0,8 %

Unter Berücksichtigung der 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 4 % bis zum Jahr 2040, im MAX-Fall beträgt die Reduktion über alle Sektoren 15 %. In letzterem Fall tragen die kommunalen Gebäude mit 60 %, Industrie und GHD & Sonstiges mit je 16 % und der Sektor Wohnen mit 12 % zur Wärmebedarfsreduktion bei (vgl. Abbildung 27). Für das Zielszenario 2040 wurde in Absprache mit der Stadt angenommen, dass die Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten des Maximalfalls durch forcierte Anstrengungen in allen Sektoren erreicht werden.

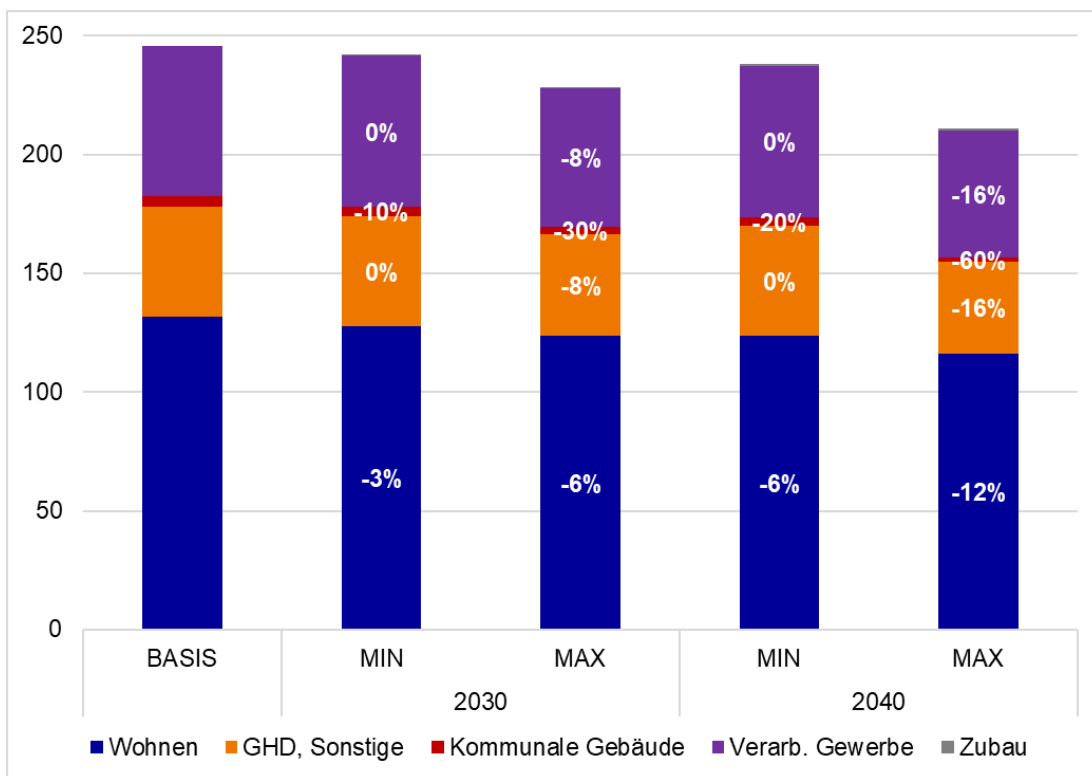


Abbildung 27: Minimaler und maximaler Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs

Für den Zubau an beheizten Wohn- und Nutzflächen werden die Entwicklungsflächen im Gemeindegebiet für Wohn- und Gewerbegebiete mit einer Geschossflächenzahl von 1,2 bewertet. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass der flächenspezifische Energieverbrauch von neuen Gebäuden 40 kWh/m² beträgt. Damit ergeben sich die in Tabelle 14 dargestellten Wärmebedarfswerte.

Tabelle 14: Wärmebedarfsentwicklung in Buchen nach Sektoren bis 2040

Wärmebedarf in GWh/a	2022	2030	2040	Einsparung
Wohnen	132	124	116	12 %
GHD & Sonstige	46	43	39	16 %
Kommunale Gebäude	4	3	2	60 %
Verarbeitendes Gewerbe	63	58	53	16 %
Zubau	0	1	1	
Gesamt	246	228	210	15 %

5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040

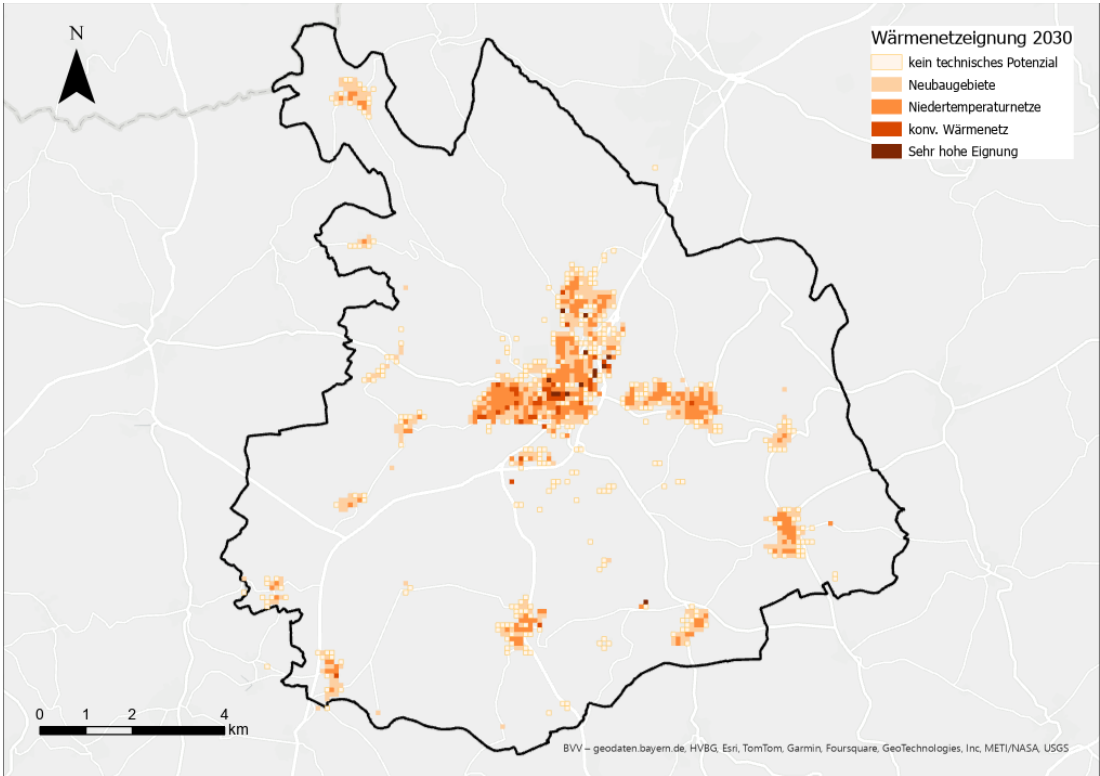


Abbildung 28: Wärmedichte im Jahr 2030 im Zielszenario

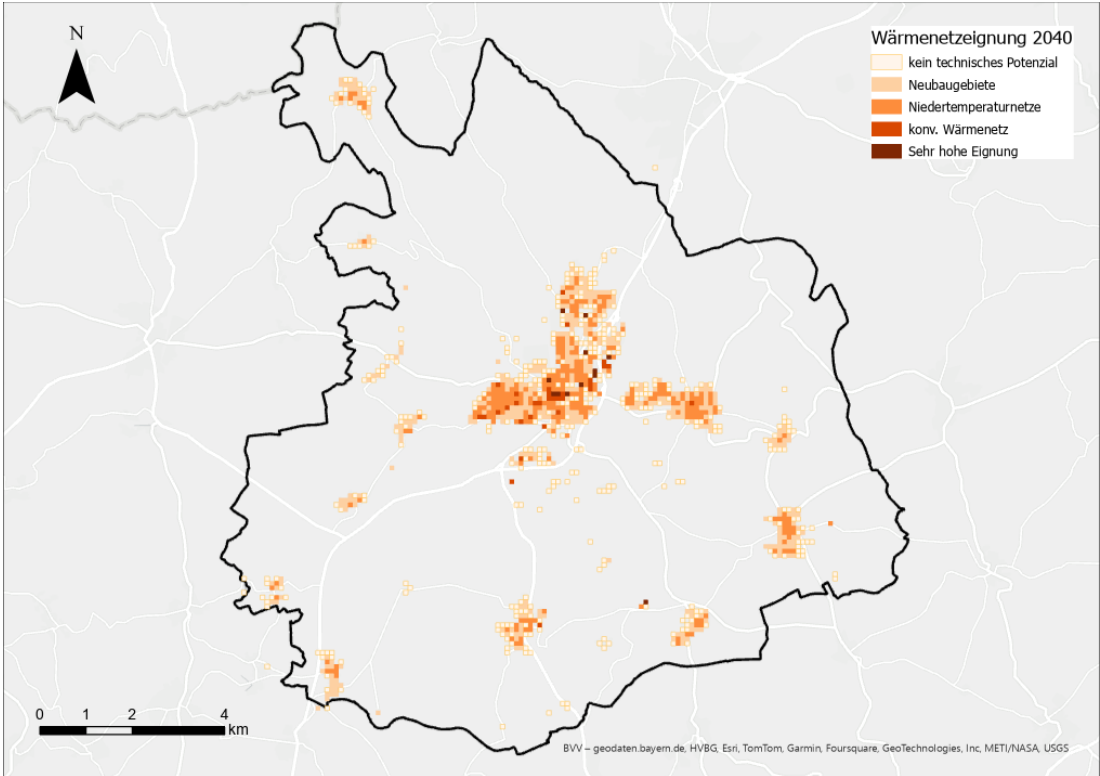


Abbildung 29: Wärmedichte im Jahr 2040 im Zielszenario

Basierend auf der im vorangegangenen Kapitel dargestellten Wärmebedarfsentwicklungen bis zum Jahr 2040 für die Stadt Buchen lässt sich die in Abbildung 14 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. Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigen die Wärmebedarfsdichten in Buchen für die Zieljahre 2030 und 2040.

5.3 Eignungsgebiete

Abgeleitet von den Wärmebedarfsdichten und unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen wie Flächennutzung und vorhandene Infrastruktur sowie natürlichen Grenzen wurden für Buchen 34 Gebiete definiert (siehe Abbildung 30). Das Gebiet „Bildungsareal Süd“ verfügt bereits im Basisjahr über ein Bestands-Wärmenetz. Hier soll ein möglicher Ausbau geprüft werden. Den anderen Teilgebieten wurde aufgrund der lokalen Gegebenheiten eine Eignung als Einzelversorgungsgebiete mit Potenzial für Insel-Wärmenetze bzw. als reine Einzelversorgungsgebiete zugewiesen.

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.

Eine Übersicht der Teilgebiete ist in Abbildung 30 dargestellt. Mit Blick auf das zu entwickelnde Zielszenario dienen die festgelegten Eignungsgebiete dazu, unter den zukünftigen Technologieoptionen zur Wärmeerzeugung für jedes Gebäude die theoretische Verfügbarkeit von Wärmenetzen anzuzeigen. Für die Gebiete mit Wärmenetzpotenzial wurde jeweils eine erreichbare Anschlussquote von 60 % aller Gebäude angenommen.

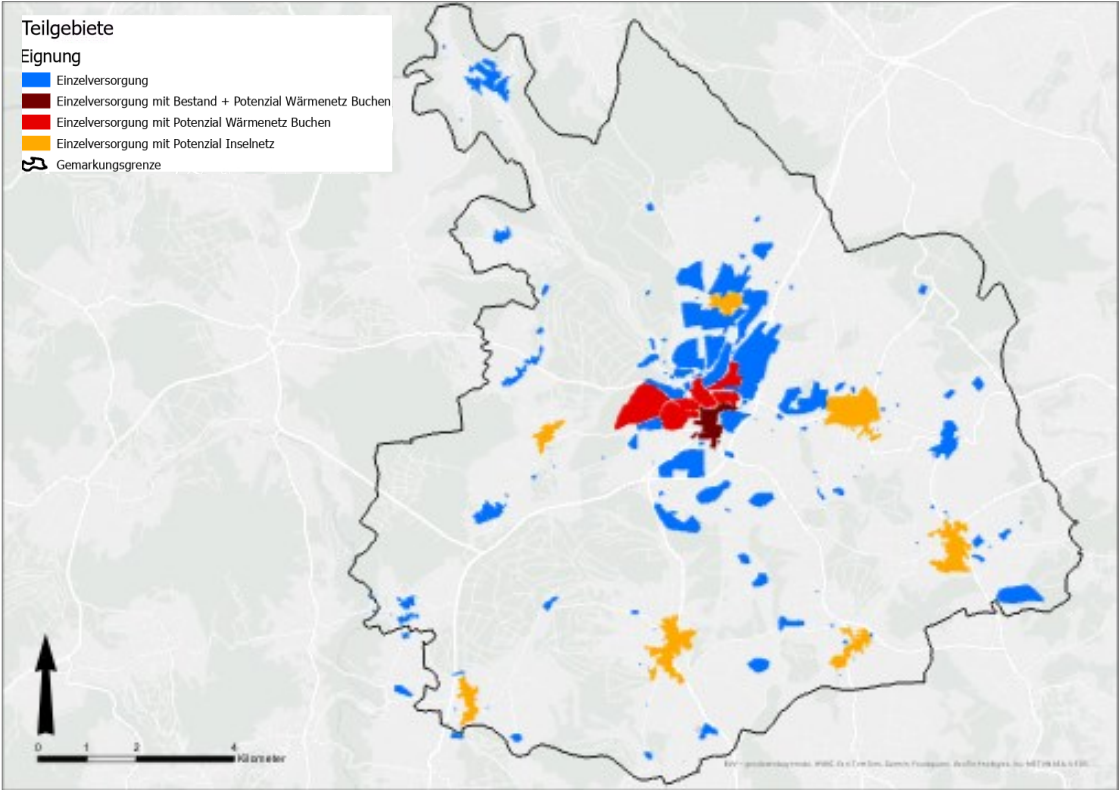


Abbildung 30: Eignungsgebiete in Buchen

Tabelle 15: Eignungsgebiete in Buchen mit Ist-Situation 2022

Name	Gasnetz	Wärmernetz	Anzahl beheizte Gebäude	Vorwiegender Gebäudetyp	Hauptalter Wohngebäude	Vorwiegender Heizungstyp	Hauptalter Heizungen	Wärmebedarf 2022 in MWh	Sanierungs- potenzial Wohnen	Eignung
Buchen Kernstadt	x		301	Wohnen	bis 1918	Ergaskessel	2015-2019	11.875	niedrig	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Mischgebiet Buchen Ost	x		57	Wohnen	1919-1948	Ergaskessel	2010-2014	3.763	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Bildungsareal Buchen Süd	x	x	88	GHD, Sonstige	1969-1978	Ergaskessel	2015-2019	8.465	niedrig	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Buchen Ost	x		163	Wohnen	1949-1957	Ergaskessel	2000-2004	3.347	hoch	Einzelversorgung mit Bestand + Potenzial Wärmernetz Buchen
Industriegebiet IGO	x		37	GHD, Sonstige	2002-2009	Ergaskessel	2000-2004	2.932	niedrig	Einzelversorgung
Hollergasse	x		80	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	2015-2019	2.675	mittel	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Buchen Großes Roth	x		95	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	1990-1994	2.070	hoch	Einzelversorgung
Buchen Langer Graben	x		292	Wohnen	1995-2001	Ergaskessel	1995-1999	7.476	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Buchen Mahholz	x		516	Wohnen	1995-2001	Ergaskessel	1990-1994	17.094	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Bremmwiese	x		57	Wohnen	ab 2020	Wärmepumpe	2015-2019	1.026	hoch	Einzelversorgung
Buchen Nord Ost	x		152	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	1990-1994	4.443	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Wärmernetz Buchen
Buchen Nord I	x		203	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	2005-2009	5.267	hoch	Einzelversorgung
Buchen Hainsterbach	x		208	Wohnen	1979-1994	Ergaskessel	2000-2004	4.124	hoch	Einzelversorgung
Stenmäcklerweg	x		37	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	1995-1999	820	hoch	Einzelversorgung
Marlenhöhe	x		4	Wohnen	1919-1948	Heizkessel	1990-1994	116	niedrig	Einzelversorgung
Industriegebiet Buchen	x		104	GHD, Sonstige	1995-2001	Ergaskessel	2015-2019	20.271	niedrig	Einzelversorgung
Industriegebiet Hainstadt	x		59	Wohnen	1995-2001	Ergaskessel	2010-2014	53.269	niedrig	Einzelversorgung
Hainstadt Zentrum	x		199	Wohnen	bis 1918	Heizkessel	1995-1999	3.877	mittel	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Hainstadt Ost	x		232	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	1990-1994	5.924	hoch	Einzelversorgung
Hainstadt Nord	x		197	Wohnen	1958-1968	Ergaskessel	2005-2009	4.435	mittel	Einzelversorgung
Hühnerberg	x		130	Wohnen	ab 2020	Ergaskessel	2000-2004	2.374	hoch	Einzelversorgung
Hettingen West	x		161	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	2000-2004	3.988	mittel	Einzelversorgung
Hettingen Ost	x		696	Wohnen	1958-1968	Heizkessel	2000-2004	13.878	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Rinschheim			115	Wohnen	bis 1918	Heizkessel	2005-2009	2.216	mittel	Einzelversorgung
Götzingen			415	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	1990-1994	9.137	mittel	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Eberstadt			198	Wohnen	bis 1918	Heizkessel	2000-2004	4.871	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Bödighheim			325	Wohnen	bis 1918	Heizkessel	2005-2009	7.291	mittel	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Hettingenbeuern			191	Wohnen	1958-1968	Heizkessel	1995-1999	4.766	hoch	Einzelversorgung
Stürzenhardt			35	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	1990-1994	713	hoch	Einzelversorgung
Unterneudorf			47	Wohnen	1995-2001	Heizkessel	2000-2004	1.162	hoch	Einzelversorgung
Hollerbach			89	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	2005-2009	2.365	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz
Oberneudorf			66	Wohnen	1969-1978	Heizkessel	1995-1999	1.788	hoch	Einzelversorgung
Einbach			64	Wohnen	1979-1994	Heizkessel	1990-1994	1.790	hoch	Einzelversorgung
Waldhausen			174	Wohnen	1958-1968	Heizkessel	2005-2009	4.068	hoch	Einzelversorgung mit Potenzial Inselnetz

5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040

5.4.1 Wirkungspfade zur Klimaneutralität

Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Buchen sind zwei grundlegende Wirkungspfade zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 31):

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 von Fenstern sowie Dämmung von Dach, Geschossdecken und Außenfassaden) zur Minderung des Wärme- und Kältebedarfs und dadurch zur Reduktion des Endenergieverbrauchs beitragen.¹

2) Erzeugungsseite

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

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

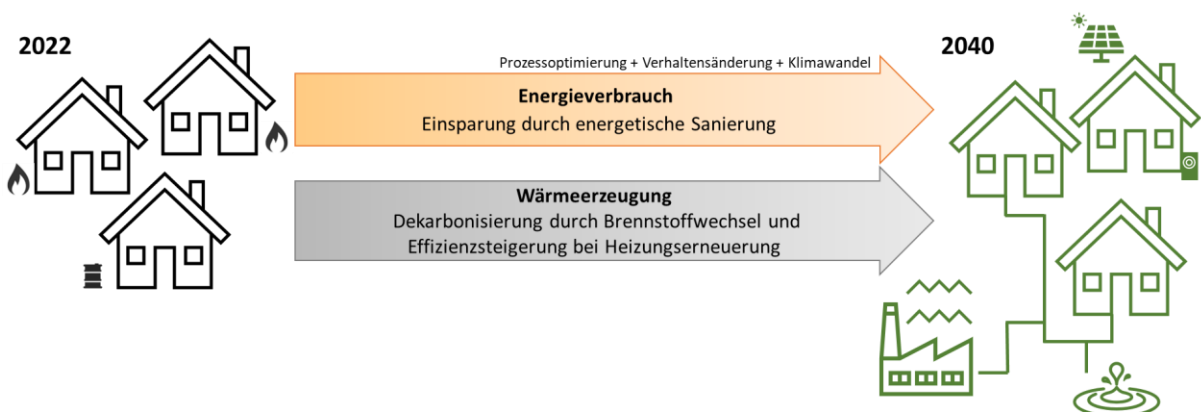


Abbildung 31: Einflusspfade zum klimaneutralen Zielszenario

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

5.4.2 Einflussparameter und Zielgröße Klimaneutralität

Auf dem Weg zur Klimaneutralität im Wärmesektor sind verschiedene Einflussgrößen in ihrem zeitlichen Verlauf bis 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 bis 2040
- Hauptentscheidungskriterium bei Heizungswechsel

Diese Parameter bzw. deren Werte(bereiche) wurden zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios mit den Akteuren der Stadt Buchen diskutiert und festgelegt. Dabei wurden für die nachfolgende Variantenrechnung die in Tabelle 16 aufgeführten Festlegungen getroffen:

Tabelle 16: Eingabeparameter zur Szenarioanalyse

Eingabeparameter Zielszenario	Wertebereich / Festlegung
Sanierungsrate / Reduktionsraten	
Wohnen	1 – 2 %/a
Kommunale Liegenschaften	1 – 3 %/a
Gewerbe und Industrie	0 – 0,8 %/a
Zubau Wohn- und Nutzflächen bis 2040	
Wohnen	20.300 m ²
Kommunale Liegenschaften	8.000 m ²
Gewerbe	75.800 m ²
Heizungstausch	
Betriebsdauer Bestandsheizungen	technische Lebensdauer KEA-Technikkatalog (i.d.R. 20 Jahre)
Zulässige Folgeheizungen	Erfüllung EWärmeG / mind. 65 % erneuerbare Energien ab 2024
Entscheidungskriterium Folgeheizung	Wirtschaftlichkeit ²
Entwicklung leitungsgebundene Infrastruktur bis 2040	

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

Festlegungen Wärmenetze			
Eignungsgebiete	Grenzwerte Wärmebedarfsdichte KEA BW [1]		
Anschlussquote	30 - 60 %		
Festlegungen Gasnetz			
Anteil Wasserstoff	0 %		
Anteil Biomethan	2022: 1 %	2030: 2 %	2040: 2 %

Der Begriff „Klimaneutralität“ ist zunächst nicht eindeutig definiert und wurde im Kontext des Wärmeplans mit den Akteuren erörtert und wie folgt festgelegt:

Bis zum Jahr 2040 sind in Buchen 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).

5.4.3 Szenariomodell

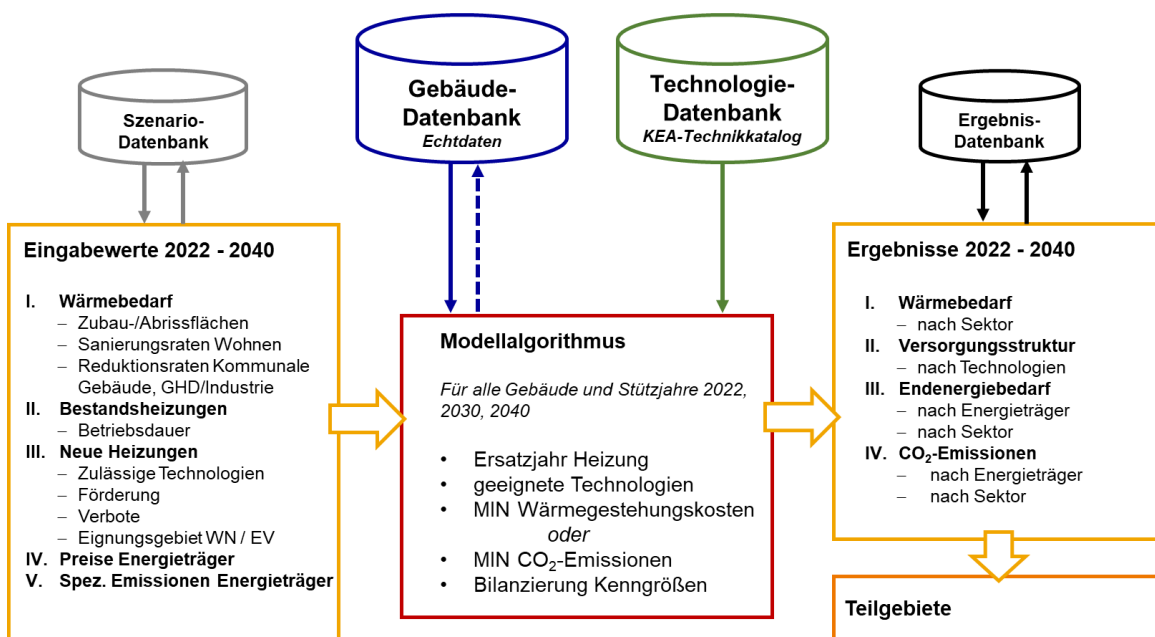


Abbildung 32: Modellstruktur

Das verwendete Szenariomodell verfolgt einen Bottom-Up-Ansatz, dessen Basis eine Gebäudedatenbank mit sämtlichen wärmerelevanten Gebäuden der Stadt Buchen im Basisjahr 2022 bildet. Unter Berücksichtigung zukünftig verfügbarer Wärmeerzeugungstechnologien, hinterlegt in einer Technologiesdatenbank, können auf Basis wirtschaftlicher, technischer und politischer Eingabewerte mögliche zukünftige Entwicklungen des Wärmesektors simuliert werden. Die Modellergebnisse werden zunächst kumuliert für das ganze Gemeindegebiet ermittelt. In einem

nachgelagerten Schritt werden Teilbilanzen für die festgelegten Eignungsgebiete ausgewiesen. Die abgebildeten Eingabewerte wurden im vorangegangenen Kapitel erörtert.

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 Buchen 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 I (KLIM I)

- Hohe Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten, Anschlussquote 30 %
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

3) Klimaneutralität II (KLIM II)

- Hohe Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten, Anschlussquote 60 %
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

Tabelle 17 fasst die Rahmenannahmen dieser drei Szenarien zusammen.

Tabelle 17: Definition der Szenarien

	Einheit	BAU	KLIM I	KLIM II
Sanierungsrate Wohnen	%/a	1	2	
Reduktionsrate Kommunale Gebäude	%/a	1	2	3
Reduktionsrate Gewerbe & Industrie	%/a	0	0,8	
Förderungen	-	gemäß BEW / BEG / BAFA		
Betriebsdauer fossiler Bestandsanlagen	a	30	20	
Verbot fossiler Heizungen		Öl: 2026	2024	
Entscheidungskriterium		Wirtschaftlichkeit		
Entwicklung Wärmenetze		Kein Ausbau	Ausbau in Eignungsgebieten	
Anschlussquote Wärmenetz		-	30 %	60 %
Verfügbarkeit Wasserstoff		Nicht verfügbar		

Die Annahme des BAU-Szenarios, dass ausgehend vom Stand des Basisjahrs 2022 kein weiterer Ausbau des Bestandswärmenetzes stattfindet, entspricht nicht der tatsächlichen Planung der Stadtwerke, eine Erweiterung des Bestandsnetzes oder der Bau eines Wärmenetzes in der Kernstadt sollen geprüft werden. Das BAU-Szenario beschreibt insofern eine fiktive Entwicklung des Wärmesektors in Buchen, falls sowohl auf Seiten des Gesetzgebers (Verbot überwiegend fossiler Heizungssysteme) als auch auf Seiten der Netzbetreiber (Ausbau und Dekarbonisierung der Wärmenetze) keine Maßnahmen in Richtung Wärmewende ergriffen würden. Einzig die CO₂-Emissionsabgabe für fossile Heizungen wäre dann wirksam.

Im **BAU**-Szenario ergibt sich unter obigen Annahmen die in Abbildung 33 dargestellte Entwicklung der Heizungssysteme in Buchen bis zum Jahr 2040. Es ist ersichtlich, dass die Klimaneutralität bei Fortsetzung der bisherigen Situation im Wärmesektor im Jahr 2040 verfehlt wird; Ölheizungen bleiben trotz eines Verbots aufgrund langer Betriebsdauern bis über das im Jahr 2040 hinaus im Heizungsbestand. Stillgelegte Ölheizungen werden überwiegend durch klimaneutrale Systeme mit Wärmepumpen oder Biomasse ersetzt. Bei alten Gasheizungen kommt bei Ersatzbedarf derselbe Brennstoff in Kombination mit PV-Anlagen oder Solarthermie zum Einsatz.

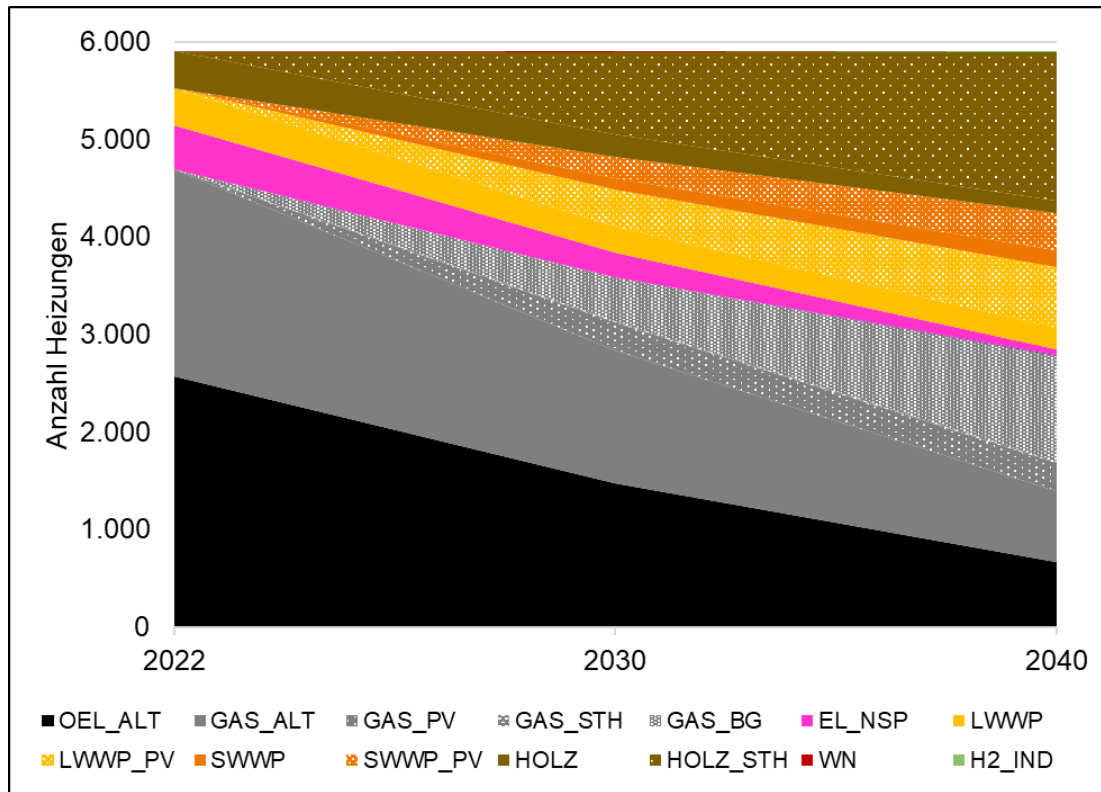


Abbildung 33: Transformation der Heizungssysteme in Buchen im BAU-Szenario

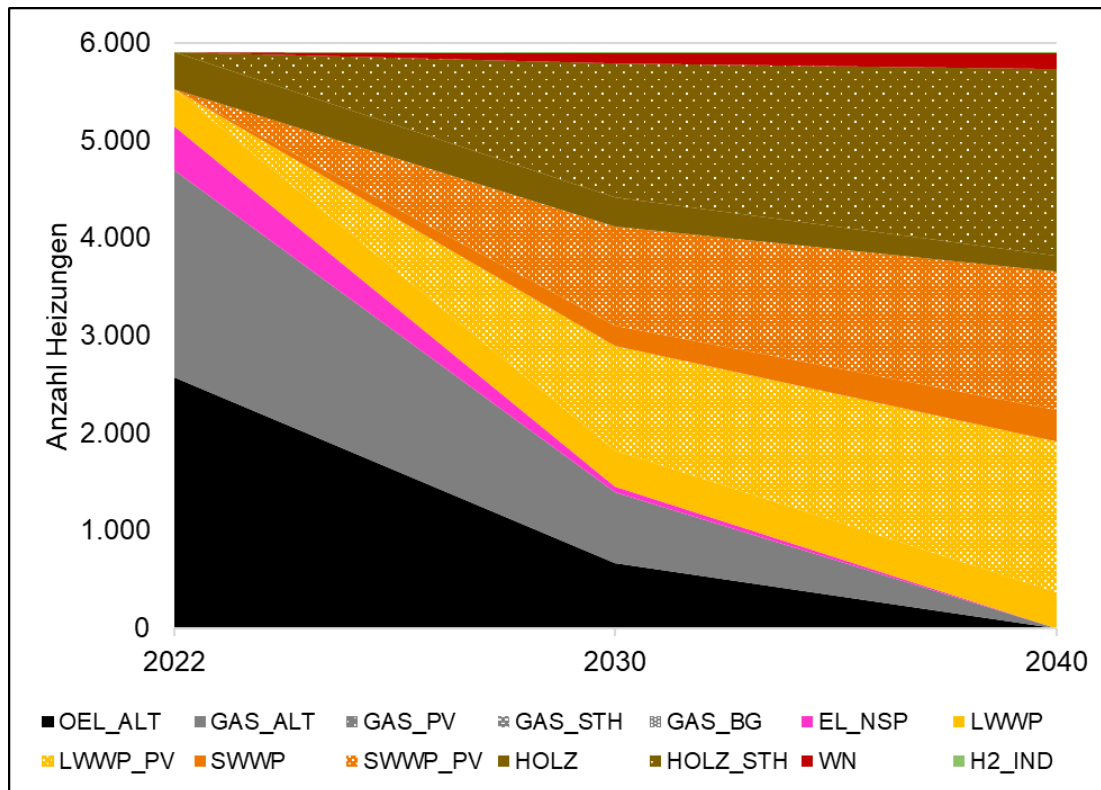


Abbildung 34: Transformation der Heizungssysteme in Buchen im KLIM I-Szenario

Geht man, wie im **KLIM I**-Szenario, von einem Ausbau des Wärmenetzes in Buchen-Zentrum, dem Verbot fossiler Heizungen sowie einer Begrenzung der Betriebsdauer von 20 Jahren aus, ergibt sich der in Abbildung 34 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. 3 % an den vorhandenen Heizungssystemen wird die klimaneutrale Wärme im Jahr 2040 durch Luft-Wasser-Wärmepumpen (32 %), Sole-Wasser-Wärmepumpen (30 %) sowie Pelletkessel³ mit Solarthermie (35 %) erzeugt.

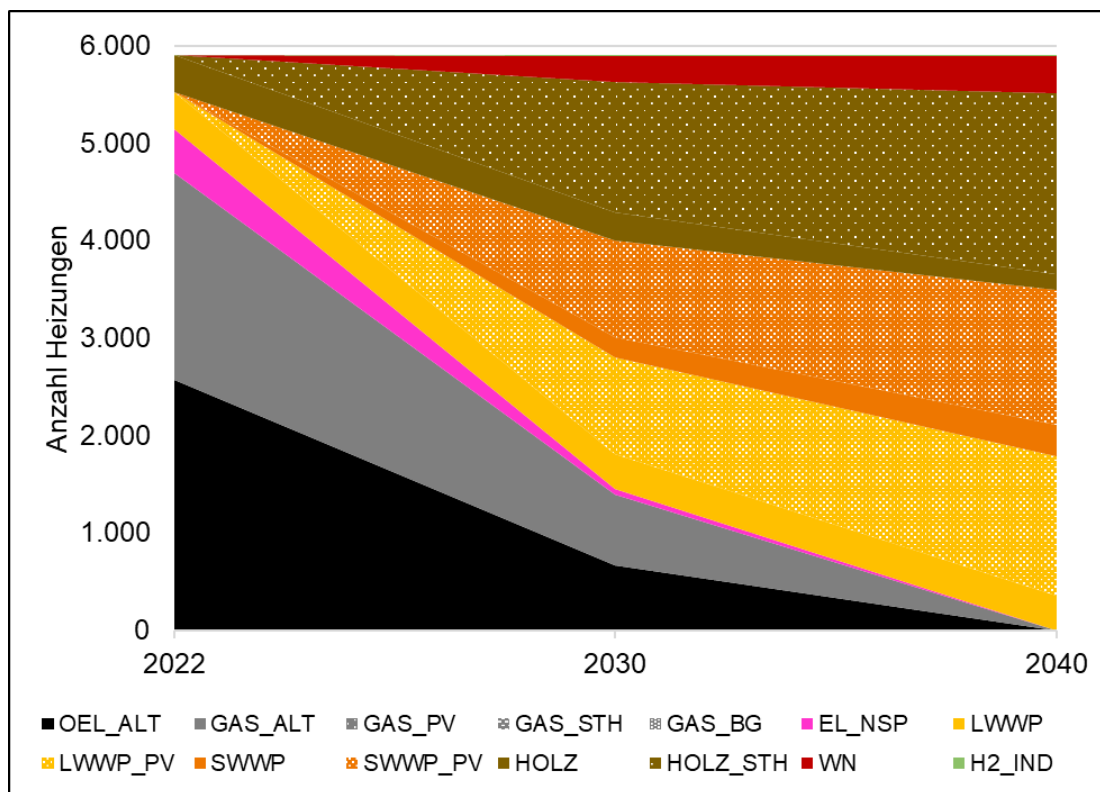


Abbildung 35: Transformation der Heizungssysteme in Buchen im KLIM II-Szenario

Im dritten betrachteten Szenario, **KLIM II**, wird die Klimaneutralität wie im KLIM I-Szenario im Jahr 2040 erreicht (siehe Abbildung 35). Aufgrund der höheren Anschlussquote beträgt der Wärmenetzanteil hier ca. 6 % an den vorhandenen Heizungssystemen. 31 % der Heizungen sind Luft-Wasser-Wärmepumpen, 29 % Sole-Wasser-Wärmepumpen und Pelletkessel⁴ mit Solarthermie liefern in 34 % der Gebäude die benötigte Wärme.

³ 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.

⁴ 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.

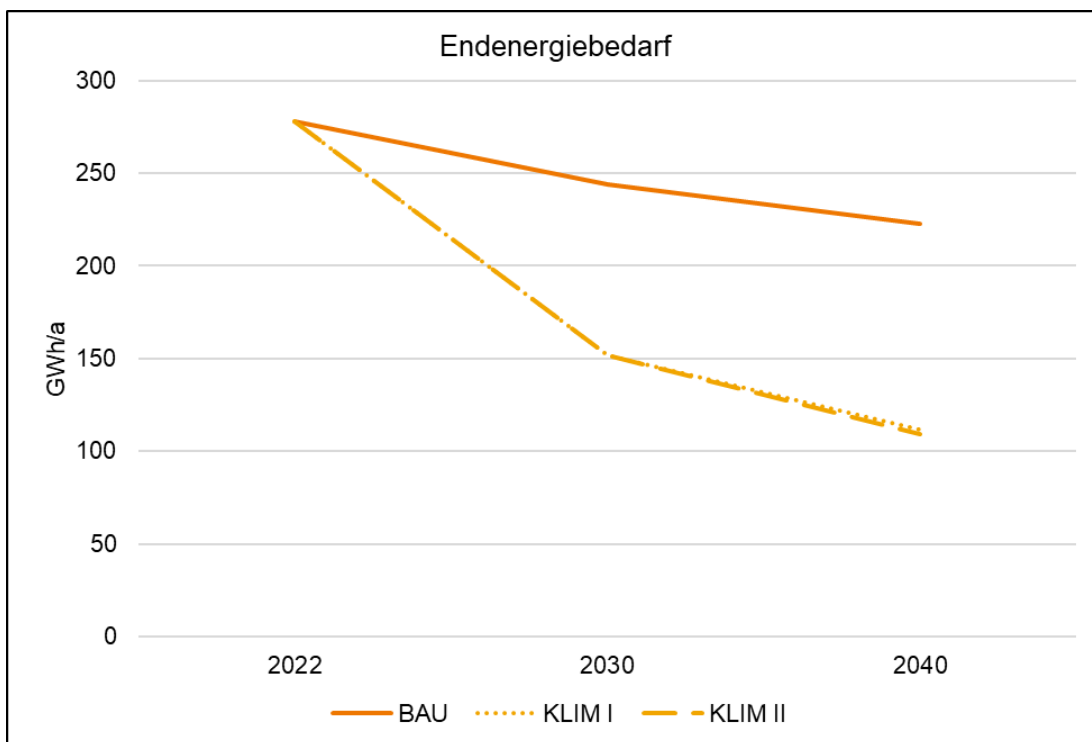


Abbildung 36: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den berechneten Szenarien

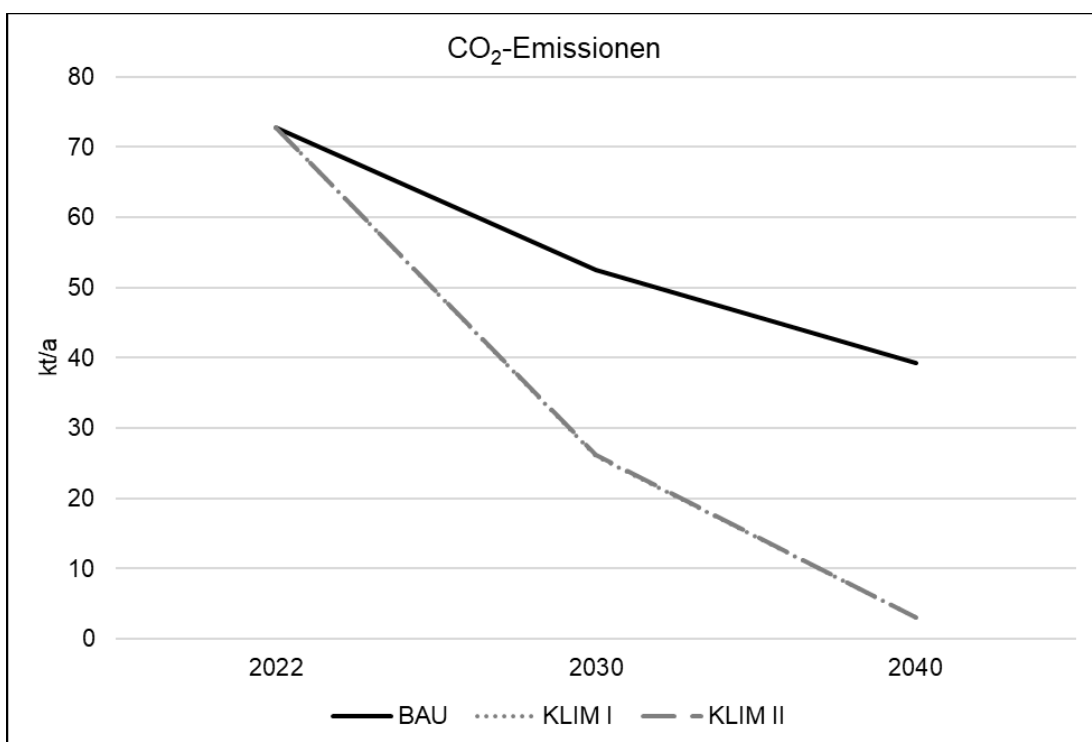


Abbildung 37: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den berechneten Szenarien

Neben der Analyse der zukünftigen Beheizungsstruktur wurden die Szenarien auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Endenergiebedarf (Abbildung 36) sowie die Entwicklung der CO₂-Emissionen (Abbildung 37) gegenübergestellt. Es ist ersichtlich, dass im BAU-Szenario bis zum Jahr 2040 am meisten Endenergie im Wärmesektor

eingesetzt werden muss, und dass diese für deutlich höhere CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Die Entwicklung von Endenergiebedarf und CO₂-Emissionen sind in den KLIM-Szenarien nahezu identisch. Bis zum Jahr 2040 beträgt die Reduktion des Endenergiebedarfs im BAU-Szenario rund 20 % und rund 60 % in den KLIM-Szenarien. Die CO₂-Emissionen werden im BAU-Szenario um ca. 46 % und in den KLIM-Szenarien um rund 96 % reduziert.

Die drei erarbeiteten Szenarien wurden hinsichtlich ihrer Prämissen und Ergebnisse mit der Projektarbeitsgruppe 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.
- Ein zielgerichteter Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten mit hoher Anschlussquote wird angestrebt.
- Eine Begrenzung der Betriebsdauer fossil befeuerter Bestandsanlagen ist zwingend nötig.

Auf Basis dieser Eckpunkte wurde für Buchen das Szenario **KLIM II als Zielszenario 2040** festgelegt.

5.4.5 Energie- und Treibhausgasbilanzen

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

Tabelle 18: Beheizungsstruktur 2030 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2030 in %	Heizöl	Erdgas	Wasserstoff Industrie	Wärmenetz	Bio-masse	Wärmepumpe	Direktstrom	Zusätzlich: Solarthermie-Unterstützung
Private Haushalte	11	11	0	3	30	44	1	25
GHD, Sonstige	10	20	0	11	14	44	1	8
Kommunale Gebäude	17	14	0	34	10	24	0	7
Verarbeitendes Gewerbe	3	35	19	0	10	32	0	0

Tabelle 19: Beheizungsstruktur 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2040 in %	Heizöl	Erdgas	Wasserstoff Industrie	Wärmenetz	Bio-masse	Wärmepumpe	Direktstrom	Zusätzlich: Solarthermie-Unterstützung
Private Haushalte	0	0	0	4	37	59	0	35
GHD, Sonstige	0	0	0	17	17	66	0	11
Kommunale Gebäude	0	0	0	55	10	34	0	7
Verarbeitendes Gewerbe	0	0	32	0	6	61	0	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 55 % aller Gebäude bis zum Jahr 2040. Bei den privaten Haushalten wird ein Anschlussgrad von 4 % erreicht, im Sektor GHD & Sonstige 17 %. Gebäude des Sektors verarbeitendes Gewerbe sind nicht an ein Wärmenetz angeschlossen. Neben den Wärmenetzen als zentraler Versorgungsoption werden vor allem Wärmepumpen und Pelletheizungen im zukünftigen Heizungssystem zum Einsatz kommen.

Die folgende Abbildung 38 illustriert die Zusammensetzung des Wärmebedarfs in Buchen nach Sektoren und Endenergieträgern im Basisjahr 2022. Bei den privaten Haushalten wird die Hälfte der Wärme durch Ölkessel bereitgestellt, weitere 34 % durch Gasheizungen. In den Sektoren GHD & Sonstige (57 %) sowie im verarbeitenden Gewerbe (97 %) ist Erdgas der wichtigste Energieträger zur Wärmebereitstellung. Bei den kommunalen Gebäuden wird im Basisjahr bereits ein Drittel der Wärme durch das Wärmenetz geliefert, 42 % stammen aus Gas- und 24 % aus Ölheizungen.

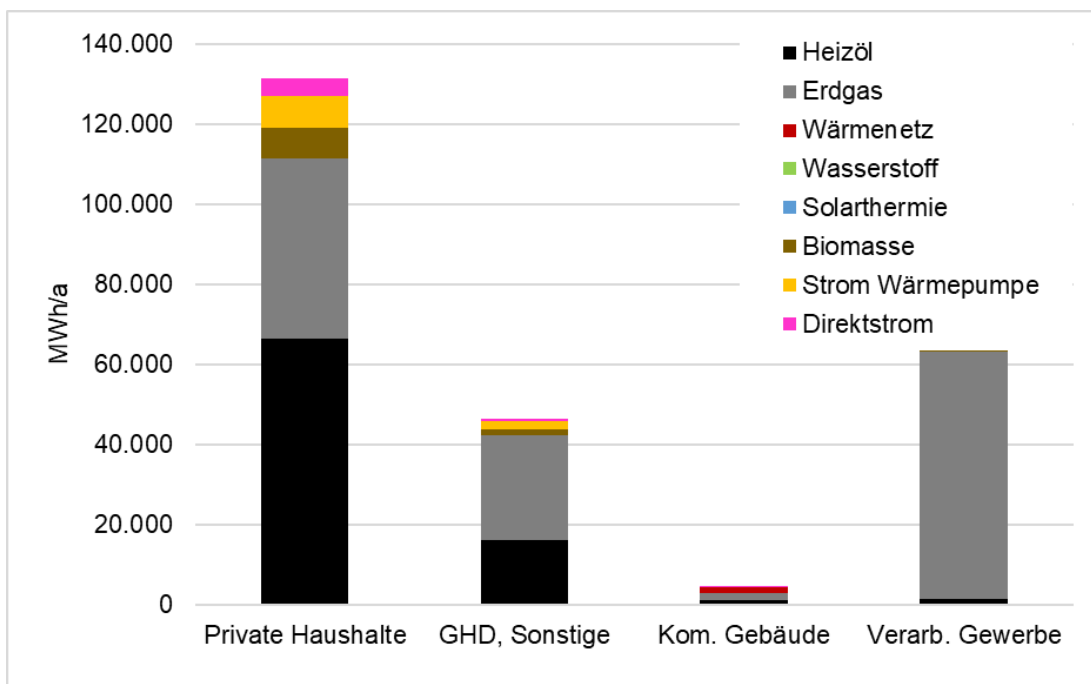


Abbildung 38: Wärmebedarf im Basisjahr 2022 nach Sektoren und Energieträgern

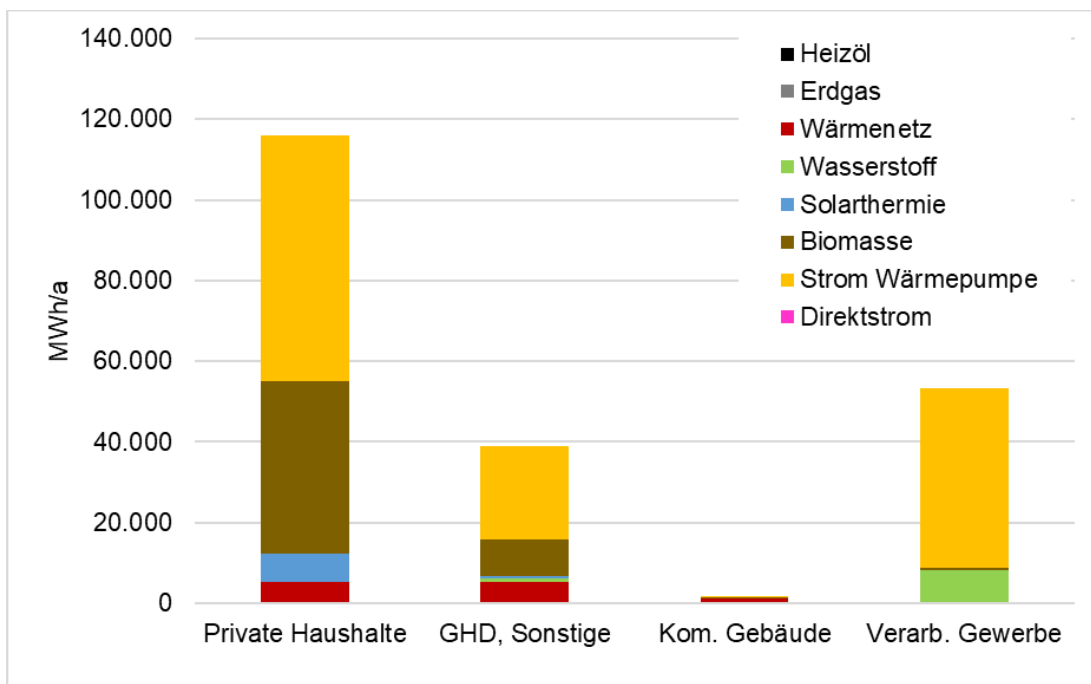


Abbildung 39: Wärmebedarf im Jahr 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Nach der Transformation des Wärmesektors in Buchen stellt sich die Wärmebereitstellung im Jahr 2040 wie in Abbildung 39 ersichtlich dar. Als häufigster Endenergieträger insgesamt kommt im Zieljahr Strom für Wärmepumpen zum Einsatz. Der sektorspezifische Anteil beträgt zwischen 23 % bei den kommunalen Gebäuden und 84 % im verarbeitenden Gewerbe. Die Wärmepumpen werden zum großen Teil mit PV-Dachflächenanlagen kombiniert, sodass sich durch den Strom-Eigenverbrauch zum einen die Wirtschaftlichkeit erhöht, zum anderen die lokale

Erzeugung erneuerbaren Stroms steigt. Biomasse wird im Zieljahr am zweithäufigsten zur Wärmebereitstellung eingesetzt, insbesondere in den Sektoren private Haushalte (37 %) und verarbeitendes Gewerbe (23 %). Durch den gezielten Ausbau des Wärmenetzes stellt dieses mit rund 69 % den häufigsten Energieträger bei der Wärmebereitstellung in den kommunalen Gebäuden im Jahr 2040 dar. Im Sektor GHD & Sonstiges werden 14 % der Wärme über Netze bereitgestellt, im Sektor der privaten Haushalte 5 %. Die detaillierte Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Buchen in den Jahre 2022, 2030 und 2040 ist Tabelle 20 zu entnehmen.

Tabelle 20: Endenergiebilanz in MWh/a für die Jahre 2022, 2030 und 2040 nach Sektoren

	Wärmernetze	Heizöl fossil	Erdgas fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synth. 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
2022													
Private Haushalte	0	76.939	44.817	0	0	1900	8.797	2.105	390	0	4.143	0	139.091
GHD, Sonstige	0	19.083	27.012	0	0	0	1.849	517	96	0	423	0	48.980
Komm. Gebäude	0	1.829	64.498	0	0	0	190	0	0	0	0	0	66.516
Verarb. Gewerbe	1.366	1.242	1.979	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4.588
GESAMT	1.366	99.093	138.305	0	0	1.900	10.835	2.622	486	0	4.569	0	259.176
2030													
Private Haushalte	4.100	20.000	15.649			7500	38.500	29.400	17.900	0	500	0	133.549
GHD, Sonstige	5.200	4.700	8.170			400	9.200	18.000	300	0	0	0	45.970
Komm. Gebäude	1.700	400	376			100	200	500	0	0	0	0	3.276
Verarb. Gewerbe	0	100	3.093			0	1.100	47.400	0	0	0	0	51.693
GESAMT	11.000	25.200	27.288			8.000	49.000	95.300	18.200	0	500	0	234.488
2040													
Private Haushalte	4.900	0	0	0	0	10300	44.100	36.300	25.200	0	0	0	120.800
GHD, Sonstige	6.400	0	0	200	0	800	10.400	22.500	500	0	0	0	40.800
Komm. Gebäude	1.200	0	0	0	0	100	100	400	0	0	0	0	1.800
Verarb. Gewerbe	0	0	0	8100	0	0	900	44.500	0	0	0	0	53.500
GESAMT	12.500	0	0	8.300	0	11.200	55.500	103.700	25.700	0	0	0	216.900

Im Jahr 2022 wurde das Buchener Wärmenetz durch ein erdgasbefeuertes BHKW gespeist. Der Emissionsfaktor für Wärme aus dem Wärmenetz beträgt somit im Basisjahr 0,180 kg/kWh und sinkt bis zum Jahr 2040 durch den Einsatz erneuerbarer Brennstoffe auf den Wert 0,024 kg/kWh [10].

Unter Einbeziehung sämtlicher Gebäude und der ermittelten Beheizungsstruktur ergeben sich schließlich für das Stadtgebiet die in Tabelle 21 aufgeführten jährlichen CO₂-Emissionen bzw. Emissionsminderungen für die Jahre 2022, 2030 und 2040 in den vier Sektoren. Wie ersichtlich, kann unter den angenommenen Rahmenbedingungen über alle Sektoren eine Minderung von rund 96 % der ursprünglichen Emissionen erreicht werden, sodass die Gesamtemissionen des Wärmesektors im Jahr 2040 noch 670 Tonnen CO₂ betragen.

Tabelle 21: CO₂-Emissionen nach Sektor in den Jahre 2022, 2030, 2040

in t/a	2022	2030	2040	Minderung 2022 – 2040
Private Haushalte	41.200	14.800	1.700	96%
GHD, Sonstige	13.600	5.800	600	96%
Kommunale Gebäude	1.300	500	40	97%
Verarbeitendes Gewerbe	16.600	5.100	800	95%
GESAMT	72.700	26.200	3.140	96%

5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario

5.5.1 Wärmeversorgung in den Teilgebieten

Im vorangegangenen Kapitel wurde eine erste Einteilung der Stadt Buchen in Teilgebiete vorgestellt und eine grundsätzliche Eignung für Wärmenetze bzw. Einzelversorgung 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 können für die zukünftig verfügbaren Einzelversorgungstechnologien Wärmegestehungskosten für die Jahre 2030 und 2040 abgeschätzt werden: Für jedes Gebäude wird bei Heizungersatz unter den individuell verfügbaren Technologien diejenige mit den niedrigsten spezifischen Wärmegestehungskosten nach Vollkostenberechnung ausgewählt. Der Mittelwert der Wärmegestehungskosten aller Gebäude in einem Wärmenetzeignungsgebiet bestimmt den Referenzpreis der Einzelversorgung. Er kann als Anhaltspunkt für die Wettbewerbsfähigkeit eines geplanten Wärmenetzes dienen.

Zur Veranschaulichung sind in der nachfolgenden Tabelle 22 beispielhaft typische Wärmegestehungskosten (WGK) der Einzelversorgungsoptionen auf Basis des KEA-Technikkatalogs in einem Einfamilienhaus aus dem Gebäudebestand dargestellt. Dabei wird der im Zielszenario vorgesehene, zukünftig verfügbare Anteil klimaneutraler Gase im Gasnetz berücksichtigt.

Tabelle 22: Typische Wärmegestehungskosten bei Neuinstallation verschiedener Einzelversorgungsoptionen in einem Einfamilienhaus

Einzelversorgungsoption	WGK in ct/kWh inkl. MwSt.	WGK in ct/kWh inkl. MwSt.	WGK in ct/kWh inkl. MwSt.
Gas-Brennwert mit Photovoltaik	10	26	24
Gas-Brennwert mit Solarthermie	14	29	28
Luft-Wasser-Wärmepumpe	16	20	22
Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik	16	20	21
Sole-Wasser-Wärmepumpe	22	30	36
Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik	21	28	33
Feste Biomasse	12	14	16
Feste Biomasse mit Solarthermie	13	17	19

Die vollständige Darstellung der Eignungsgebiete mit spezifischen Maßnahmenempfehlungen bieten die Teilgebietssteckbriefe im separaten Dokument. Eine Übersicht der Hauptenergieträger im Jahr 2040 für alle Gebiete ist dem Zielfoto in Abbildung 40 zu entnehmen. Hierbei gilt, dass im Wärmenetzeignungsgebiet eine Anschlussbereitschaft bei 60 % aller beheizten Gebäude beim Heizungstausch (100 % bei kommunalen Gebäuden) angenommen wurde. Die nicht angeschlossenen Gebäude werden demnach über Einzelheizungen, mehrheitlich Wärmepumpen und Biomassekessel, versorgt.

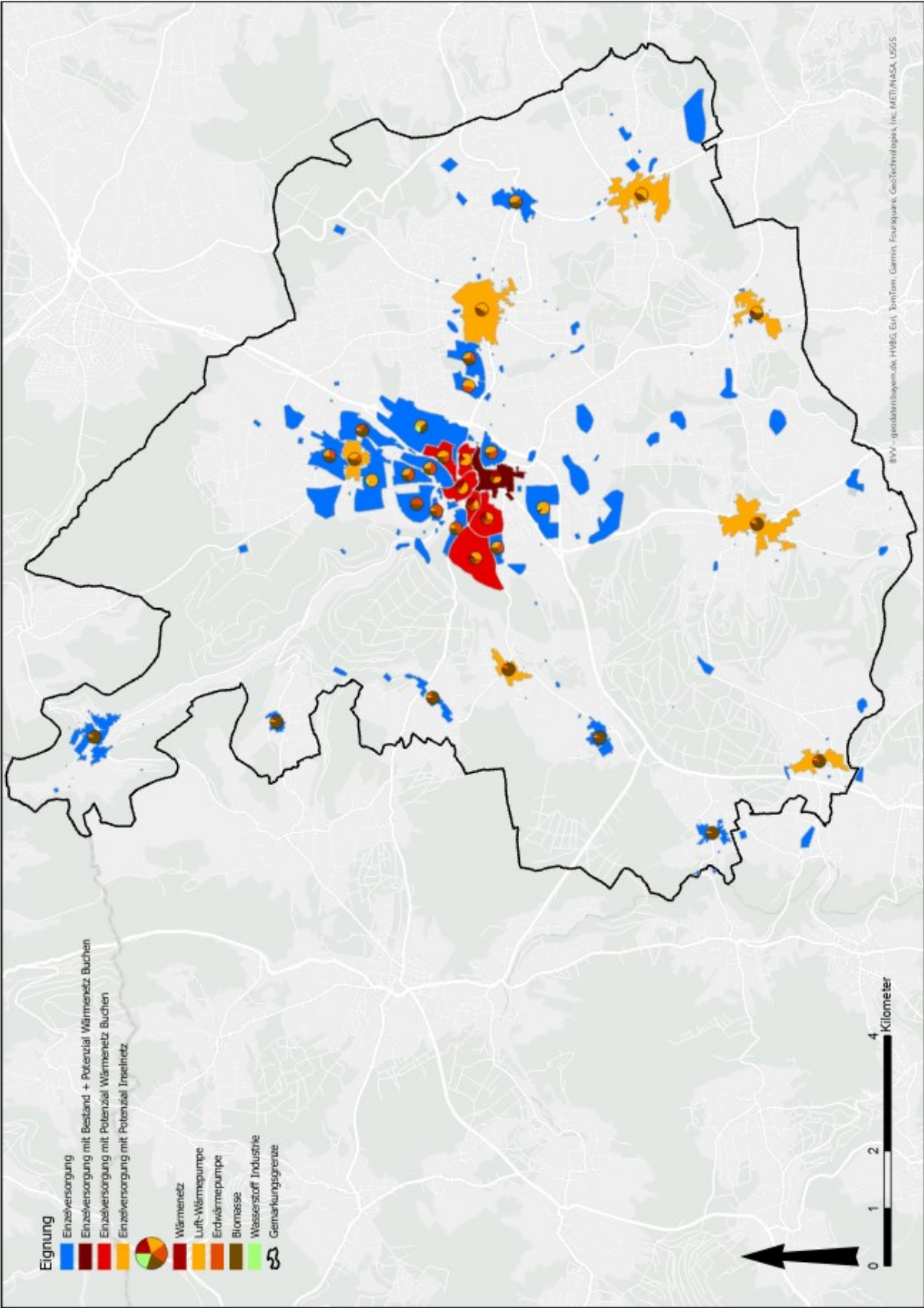


Abbildung 40: Zielfoto Stadt Buchen 2040

5.5.2 Auswirkung der Wärmewende auf den Stromsektor

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ geht davon aus, dass die Energiewende in Deutschland zu einem signifikanten Anstieg des Strombedarfs auch im Verkehrs- und Wärmesektor führen wird [30]. 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 41 zeigt den zukünftig zu erwartenden zusätzlichen Strombedarf durch Wärmepumpen und Direktstrom in Buchen. Ausgehen von rund 8,2 GWh Strom für Wärmeerzeugung im Jahr 2022 könnte dieser Wert durch den zunehmenden Einsatz von Wärmepumpen bis zum Jahr 2040 auf rund 38,6 GWh ansteigen.

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

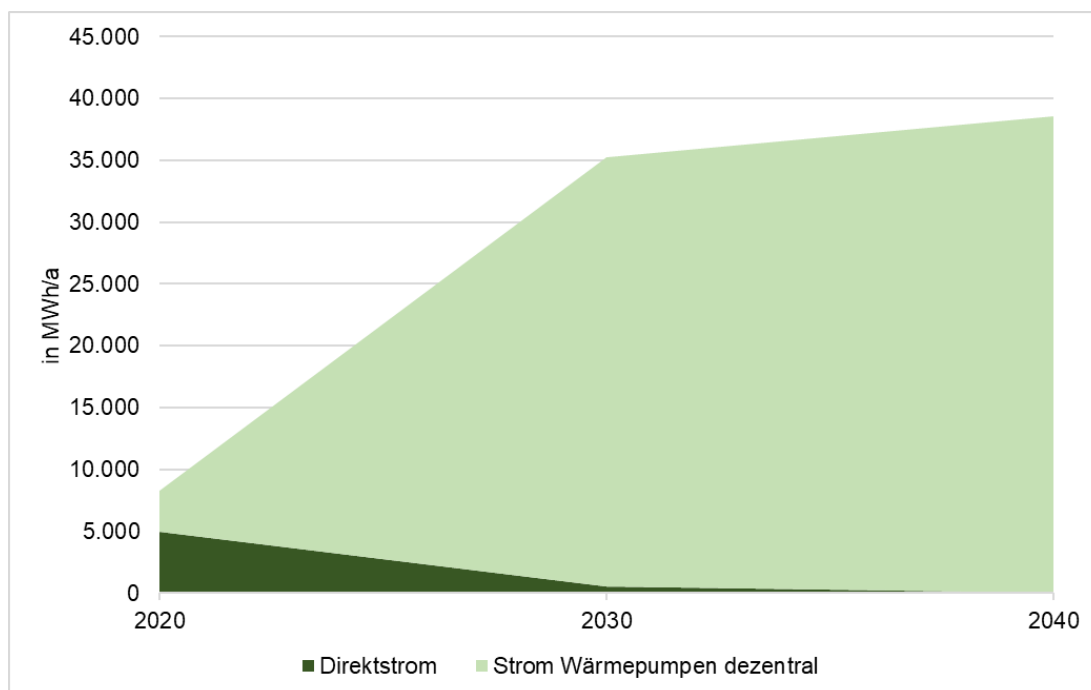


Abbildung 41: Zunahme des Strombedarfs durch Wärmeerzeuger im Zielszenario

5.5.3 Auswirkung der Wärmewende auf die Erdgasnetze

Durch den Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Abwärme im Rahmen des Ausbaus der Wärmenetze wird der Gasverbrauch deutlich sinken. Dennoch kann in Teilbereichen nicht auf Gas bzw. Wasserstoff verzichtet werden.

Die bereits bestehende Gasinfrastruktur bietet ohne große technische Anpassungen von der Einspeisestelle über das Verteilnetz bis hin zur Schnittstelle zum Netzkunden großes Potenzial. Hierbei gilt es, insbesondere die durch Wasserstoff hervorgerufenen möglichen Veränderungen gesondert zu betrachten. Vor allem die Einflüsse auf Rohrleitungswerkstoffe, Komponenten und Anlagen (insb. Gas-Druckregel und Messanlagen) erfordern eine präzise Prüfung/Bewertung hinsichtlich ihrer Eignung für den Transport und die Verteilung von Wasserstoff („H2-Readiness“). Diese stellt die Grundlage für die Umstellung von Gasleitungen auf Wasserstoff und somit die Transformation eines Gasnetzgebietes dar. Zudem müssen parallel dazu auch die notwendigen Erzeugungs- und Importkapazitäten für Wasserstoff geschaffen und genutzt werden, damit sowohl Bedarfe des Wärmesektors als auch die der Industrie- und Gewerbebetriebe gedeckt werden können.

Der weitere Ablauf und die Entscheidung das Gasnetz mit Wasserstoff oder anderen synthetischen Gasen zu betreiben, liegt aktuell nicht in der Hand der Stadtwerke allein. Hierbei sind die Stadtwerke an die Entscheidungen der vorgelagerten Netzbetreiber und deren nachgelagerten Gasnetzverteilnetzbetreibern in Bayern und Baden-Württemberg gebunden. Das geplante Wasserstoff-Kernnetz liegt ca. 40 km entfernt. Deshalb sind auch dezentrale Wasserstoffherzeugungen insbesondere für den Industrie- und Verkehrsbedarf denkbar. Die Erzeugung von regionalem Grünstrom soll stark ausgebaut werden und kann hierzu genutzt werden.

5.6 Fazit Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Buchen wurde das Gemeindegebiet in 34 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 Buchens 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. Neben einer höheren Sanierungsrate der kommunalen Gebäude wird in KLIM II auch eine höhere Anschlussquote von 60 % in den Wärmenetzeignungsgebieten angenommen. Als Zielszenario wurde nach eingehender Diskussion der Ergebnisse das Szenario KLIM II festgelegt. Hier wird

ein Wärmenetzanteil von rund 6 % an den installierten Heizungen erreicht. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Einzelheizungen, davon ca. 60 % Luft- und Erdwärmepumpen und ca. 34 % Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung.

Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2022, 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.

Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage in Buchen auswirken würden. Die steigende Stromnachfrage durch Wärmepumpen kann zu einer ebenfalls steigenden Belastung des Stromnetzes führen, sodass hier weiterführenden Analysen empfohlen wurden. Die Entwicklung des Gasnetzes ist abhängig von den Ergebnissen des Gasnetztransfomrationsplans, welcher die Nutzung von Wasserstoff in der leitungsgebundenen Infrastruktur untersucht.

6. Wärmewendestrategie

In der Wärmewendestrategie der Stadt Buchen wird der Pfad zur Erreichung des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Zielfotos erläutert. Hierfür werden in Kapitel 6.1 Maßnahmen ausgearbeitet, die „die erforderlichen Treibhausgasminderungen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherstellen“ sollen [31]. Mit der Umsetzung der als prioritär eingestuften Maßnahmen soll gem. §27 KlimaG BW innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, weshalb diese bereits in einem hohen Detaillierungsgrad ausgearbeitet wurden.

Schlussendlich ist die Kommunale Wärmeplanung nicht mit Veröffentlichung dieses Berichts abgeschlossen – die Stadt Buchen ist vielmehr 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 6.2). Bei Bedarf können auf Basis der Erkenntnisse aus diesem Prozess Maßnahmen angepasst oder neu entwickelt werden, sodass die Wärmeplanung weiterhin den aktuellen Rahmenbedingungen entspricht.

6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen

In enger Abstimmung mit der Stadt Buchen wurden fünf 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. Die Maßnahmen lassen sich in verschiedene Maßnahmenfelder einordnen.

So soll zunächst in Maßnahme 1a die **Abwärmeauskopplung des BHKW-Buchen** inkl. Redundanzen für ein mögliches Wärmenetz geprüft werden. Bei positiver Wärmeauskopplung folgt die Maßnahme 1b, welche die **Machbarkeit eines Wärmenetzes in der Kernstadt** insbesondere mit **Ankerkunden** prüft. Sind die Maßnahmen 1a und 1b nicht zu realisieren soll in Maßnahme 2 die **Transformation des bestehenden Wärmenetzes**, welches momentan das Schulzentrum, die Spielhalle und das Hallenbad versorgt, und einer möglichen **Erweiterung** untersucht werden.

Mit Maßnahme 3 soll die Zukunftsfähigkeit des Buchener Gasnetzes untersucht werden. Durch die Aufstellung eines **Gasnetztransformationsplans** soll ein möglicher Pfad hin zur Klimaneutralität des Netzes erarbeitet werden.

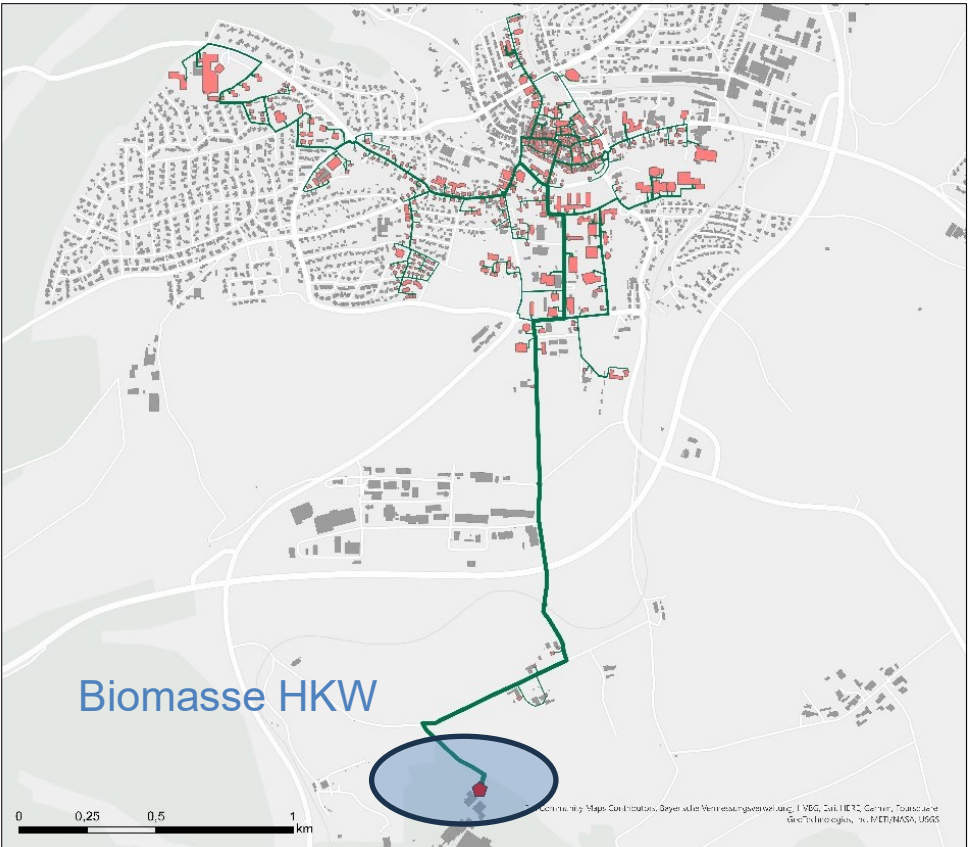
In der Maßnahme 4 soll das Potenzial eines Wärmeverbundes mit kommunalen und öffentlichen Ankerkunden im Teilort Götzingen untersucht werden.

Zusätzlich zu den 5 prioritären Maßnahmen wurden zwei zusätzliche Maßnahmen definiert. Zum einen die Erstellung eines Kommunalen Handlungsleitfadens Oberflächennahe Geothermie, dieser soll als Informations- und Entscheidungshilfe bei Umrüstung auf oberflächennahe, geothermische Heiz- und/oder Kühlanwendungen dienen. Weiterhin eine Maßnahme der Durchführung einer Voruntersuchung des

Potenzials der Mittel-Tiefen Geothermie anhand von aktuellem Kartenmaterial und Bohrdaten.







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

Insgesamt gilt es, die Kommunale Wärmeplanung auf ein breites Fundament zu stellen – 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 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 Fachbereichen und lokalen Energieversorgern zu etablieren. In diesem Lenkungsreis Wärmeplanung kann über die Umsetzungsfortschritte der definierten Maßnahmen und ggf. über notwendige Aktualisierungen beraten werden.

Maßnahme 1a: Prüfung Auskopplung Abwärme BHKW Buchen und Redundanzen	
Ziel	Ziel der Maßnahme ist es die im BHKW Buchen anfallende Abwärme in ein noch zu errichtendes Fernwärmenetz einzuspeisen.
Lageplan	 <p style="text-align: center;">Mögliches Wärmenetz mit Abwärmequelle Biomasse Heizkraftwerk</p>
Beschreibung der Situation	<p>Bis auf ein kleines Inselnetz im Bereich Schulen/Hallenbad verfügt Buchen derzeit über keinerlei Fernwärmeversorgung.</p> <p>Im „Zentrum für Entsorgung und Umwelttechnologie“ (AWN - Sansenhecken) befindet sich ein Biomasseheizkraftwerk (privater Betreiber) welches Rest- und Althölzer thermisch verwertet (Dampfkessel-Turbine/Generator). Der produzierte Strom wird ins Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist. Bis auf einen kleinen Anteil Vorortnutzung kann die prozessbedingt anfallende Abwärme bisher nicht genutzt werden.</p> <p>Eine Untersuchung aus dem Jahr 2010 kam zu dem Ergebnis, dass die Wärmesenke „Buchen“ wegen flächendeckender Erdgasversorgung und verhältnismäßig geringen Gaskosten nicht näher betrachtet wird. Vor dem aktuellen Hintergrund und der Endlichkeit der Erdgasversorgung muss dieses Thema neu betrachtet werden.</p> <p>Die im Rahmen der Potentialanalyse aufgrund von errechneten Wärmedichten vorgeschlagenen zukünftigen Fernwärmegebiete benötigen bei einem Anschlussgrad von 60 % privater Haushalte rd. 22 GWh Heizwärme pro Jahr bei einer benötigten Wärmeleistung von max. 13 MW (siehe auch Variante 3 Maßnahme 1b). Die Untersuchungen aus dem Jahr 2010 ermittelten für das Biomasse Heizkraftwerk ein Abwärmepotential von rund 50 GWh/a. In</p>

	Zusammenhang mit der Maßnahme „Machbarkeitsstudie Wärmenetz Buchen“ soll nun die Auskopplung der Abwärme für eine Fernwärmeversorgung von Buchen untersucht werden.
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Auskopplung der Abwärme beinhaltet die dafür erforderlichen Einrichtungen innerhalb des Biomasseheizkraftwerkes, die Leitungsverbindung zur Ortslage Buchen sowie sinnvolle Speicher und notwendige Redundanzen, so dass in dem noch zu errichtenden örtlichen Fernwärmenetz ein zuverlässiger Betrieb zu gewährleisten ist.</p> <p>In einem ersten Schritt wäre im Rahmen einer Voruntersuchung die grundsätzliche Machbarkeit zu verifizieren. Dabei sind die technischen Rahmenbedingungen der Abwärme aufzunehmen (Temperaturniveaus, Leistungen, Lastgang, Revisionszeiten, ...), erste Ideen zu entwickeln für Leitungsführung, Speicherung und Redundanzen sowie mit dem privaten Betreiber eine Absichtserklärung auszuarbeiten, die die zukünftige Zusammenarbeit beschreibt, sowie Verantwortungen und Zuständigkeiten festlegt. Weiterhin ist dabei ein grober Zeitplan zu ermitteln.</p> <p>Mit diesem ersten Schritt sind die Grundlagen gelegt für einen Förderantrag nach BEW (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze).</p> <p>Im zweiten Schritt wird in einer 2-stufigen Machbarkeitsstudie nach BEW (Modul 1) zunächst eine fundierte Konzeption entwickelt und in einem Planungsteil Kosten berechnet und Planungsinhalte erarbeitet die bis zur Leistungsphase 4 (Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung) reichen.</p> <p>Mit den dabei gewonnen Erkenntnissen sind Investitionsentscheidungen möglich.</p>
Mögliche CO₂-Einsparungen	Bei einer Abwärmeeinspeisung von 22 GWh/a würde eine CO ₂ -Einsparung von rd. 4.800 t/a gegenüber dem derzeitigen Zustand erreicht.
Geschätzte Kosten & Förderung	<ul style="list-style-type: none"> Die Kosten der Voruntersuchung mit dem Ziel eine Projektskizze für die Beantragung einer BEW Förderung zu erarbeiten werden auf 15.000 € geschätzt. Die Kosten einer Machbarkeitsstudie werden mit ca. 75 T€ (konzeptioneller Teil) veranschlagt. Konzeptioneller Teil sowie die Planung bis HOAI Leistungsphase 4 sind nach BEW Modul 1 zu 50 % förderfähig. Die Investitionsmaßnahmen (inkl. Planung) werden nach BEW (Modul 2) mit 40% gefördert.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> Start der Voruntersuchung Datenermittlung BHKW
Umsetzung	<p>Priorität: hoch</p> <p>Zeitraum: - Voruntersuchung: 6 Monate ab Start (je nach Datenlage) - Machbarkeitsstudie: 9 Monate (konzeptioneller Teil)</p> <p>Die Zeitpläne der Maßnahme 1b (Wärmenetz Buchen) und dieser Maßnahme sind zeitlich und inhaltlich aufeinander abzustimmen.</p>

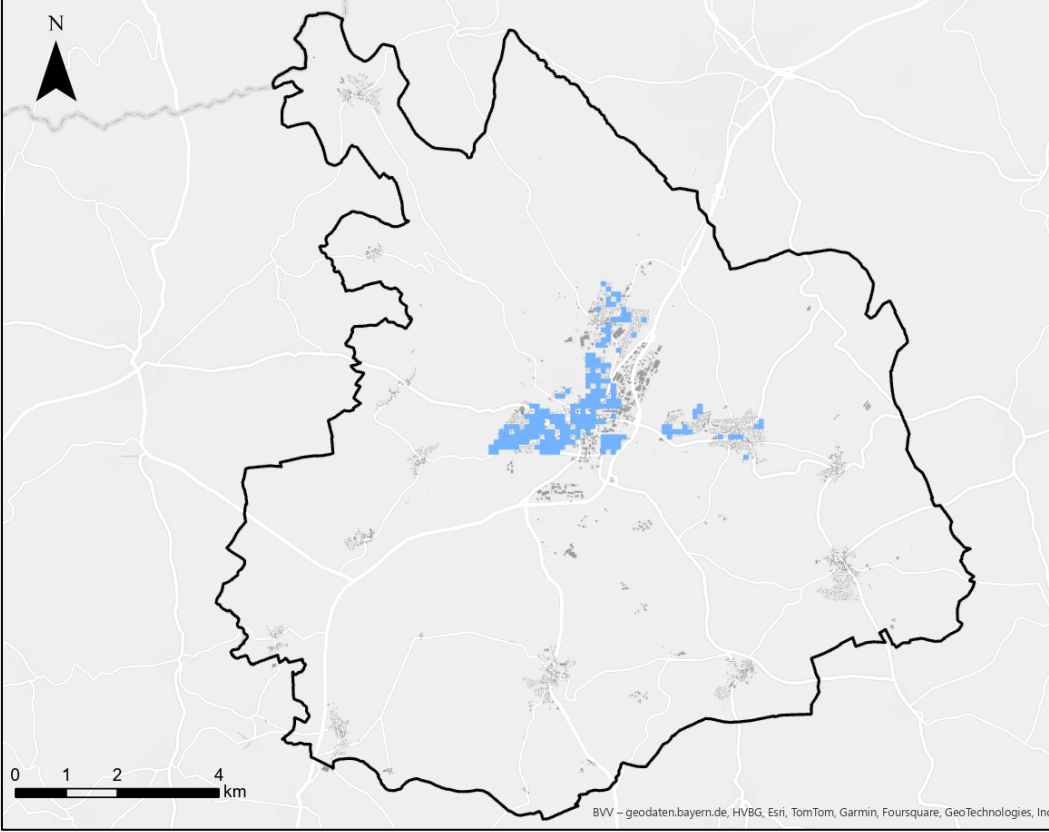
Maßnahme 1b: Machbarkeitsstudie Wärmenetz Buchen Zentrum + Ankerkunden																									
Ziel	Ziel der Maßnahme ist es die Machbarkeit eines Wärmenetzes im Zentrum Buchens und darüber hinaus den Anschluss an wichtige Ankerkunden zu prüfen.																								
Lageplan	<p style="text-align: center;">Wärmenetz-Prüfgebiet mit Wärmenetzeignung und Ankerkunden</p>																								
Beschreibung der Situation	Aufgrund der dichten Bebauung im Stadtzentrum liegt eine hohe Wärmedichte vor. Im Stadtkern ist das Gasnetz verlegt, deshalb ist dies der Hauptendenergeträger im Basisjahr 2022. Regenerative Wärmeerzeuger, wie Wärmepumpen, können im Stadtgebiet, aufgrund des Platzmangels, in großer Zahl nicht eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Wärmedichte eignet sich das Stadtgebiet für ein konventionelles Wärmenetz. Kommunale und öffentliche Gebäude befinden sich im Süden und Osten des Prüfgebietes und sind als Ankerkunden mit einzubeziehen. Ein kleines Wärmenetz besteht bereits zwischen Hallenbad und Abt-Bessel-Realschule.																								
Beschreibung der Maßnahme	<p>Prüfgebiet Wärmenetz: Über die Wärmenetzeignung im Stadtzentrum hinaus ist das „Wärmenetz-Prüfgebiet“ auf wichtige Ankerkunden zu erweitern, siehe Karte.</p> <p>Innerhalb des gesamten Prüfgebietes wurden 3 Varianten betrachtet:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4a7ebb; color: white;"> <th></th> <th>Anschluss Anker</th> <th>Anschluss priv. HH</th> <th>Heizlast in MW</th> <th>Wärmebedarf in GWh/a</th> <th>Wärmedichte in MWh/(m a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #4a7ebb; color: white;">Variante 1</td> <td>100%</td> <td>0%</td> <td>9</td> <td>15,4</td> <td>1,63</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4a7ebb; color: white;">Variante 2</td> <td>100%</td> <td>30%</td> <td>11</td> <td>18,7</td> <td>1,65</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4a7ebb; color: white;">Variante 3</td> <td>100%</td> <td>60%</td> <td>13</td> <td>22,0</td> <td>1,83</td> </tr> </tbody> </table> <p>Aus dem Wärmebedarf und einer möglichen Wärmetrasse lässt sich eine sog. Wärmedichte je Trassenmeter berechnen. Dieser Wert liegt für alle drei Varianten über dem Wert 1,5 MWh/(m*a), welcher allgemein als Schwellenwert für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes angesehen wird.</p>		Anschluss Anker	Anschluss priv. HH	Heizlast in MW	Wärmebedarf in GWh/a	Wärmedichte in MWh/(m a)	Variante 1	100%	0%	9	15,4	1,63	Variante 2	100%	30%	11	18,7	1,65	Variante 3	100%	60%	13	22,0	1,83
	Anschluss Anker	Anschluss priv. HH	Heizlast in MW	Wärmebedarf in GWh/a	Wärmedichte in MWh/(m a)																				
Variante 1	100%	0%	9	15,4	1,63																				
Variante 2	100%	30%	11	18,7	1,65																				
Variante 3	100%	60%	13	22,0	1,83																				

	<p>Wärmeerzeugung: Möglichkeiten für eine regenerative Wärmeerzeugung bieten Abwärme des Biomassewerkes, Tiefen Geothermie, der Einsatz einer Großwärmepumpe, Biomasse, Power-to-Heat Anlage, oder Wasserstoff. Die bestehende Heizzentrale samt Wärmenetz zwischen Hallenbad und Abt-Bessel-Realschule kann als Einspeisepunkt, bspw. für Freiflächen-Solarthermie, dienen. Weitere Untersuchungen sind für die Wärmeerzeugung notwendig.</p> <p>Regenerative Potenziale der Wärmeerzeugung:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Abwärme</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Biomasse</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Erdwärme</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Solarthermie</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Grünes Gas</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Grüner Strom</p> </div> </div>
<p>Geschätzte Kosten & Förderung</p>	<p>Die Kosten einer Machbarkeitsstudie können auf ca. 45-60T € abgeschätzt werden. Für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie kann eine Förderung von bis zu 50% in Anspruch genommen werden, Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung). Weitere Planungsschritte und Investitionen der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung und der Übergabe der Wärme können ebenfalls über die BEW-Förderung mit bis zu 40% der förderfähigen Kosten gefördert werden.</p>
<p>Nächste Schritte</p>	<p>Stadt Buchen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beauftragung Machbarkeitsstudie Prüfung der Machbarkeit - Kontaktaufnahme mit Ankerkunden + Information der Bürgerinnen und Bürger um eine hohe Anschlussquote zu erreichen - weitere Planungsschritte nach HOAI
<p>Umsetzung</p>	<p>Priorität: hoch</p> <p>Zeitraum: Diese Maßnahme ist nach Abschluss der Maßnahme 1a inhaltlich abzustimmen und zu beginnen.</p>

Maßnahme 2: Strategie Dekarbonisierung Heizzentrale Hallenbad/Schulzentrum mit Erweiterung Inselnetz	
Ziel	Ziel der Maßnahme ist es zu prüfen, wie das bestehende Wärmenetz dekarbonisiert werden kann. Ebenfalls soll eine mögliche Erweiterung des Wärmenetzes untersucht werden.
Lageplan	 <p style="text-align: center;">Kommunale u. öffentliche Gebäude mit Bestandswärmenetz</p>
Beschreibung der Situation	Das bestehende Wärmenetz versorgt das Schulzentrum Buchen (u.a. Abt-Bessel-Realschule), die Spielhalle und das Hallenbad. Als Wärmeerzeuger wird derzeit ein erdgasbetriebene Blockheizkraftwerk (BHKW) eingesetzt. Das BHKW wurde im Jahr 2016 in Betrieb genommen. Die geplante Nutzungsdauer von 10 Jahren ist im Jahr 2026 erreicht.
Beschreibung der Maßnahme	Das bestehende Wärmenetz kann durch den Einsatz von regenerativen Energieträgern dekarbonisiert werden. Als Energieträger kommen Biomasse, Abwasserwärme (Kanal > DN 800) oder Solarenergie in Frage. Über eine PV-Anlage in Verbindung einer Wärmepumpe oder einer Solarthermie-Anlage auf einer Freifläche kann Wärme regenerativ erzeugt werden. Eine geeignete Freifläche, in kommunaler Hand, befindet sich hinter dem Hallenbad (siehe Karte oben). Weiterhin soll eine Erweiterung des Wärmenetzes um weitere Anschlussnehmer (Richtung Westen: z.B. Burghardt-Gymnasium) geprüft werden. Der steuerliche Querverbund der Stadtwerke Buchen und dem Eigenbetrieb „Energie- und Dienstleistungen Buchen“ (EDB) soll erhalten bleiben.
Geschätzte Kosten & Förderung	Die Kosten sind abhängig vom Umfang der Prüfung/ des Prüfgebietes. Eine Förderung für die Errichtung, den Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes kann über die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG-EM) von bis zu 30% in Anspruch genommen werden. Ein Gebäudenetz ist auf max. 16 Gebäuden oder max. 100 Wohneinheiten begrenzt.

Nächste Schritte	Stadt Buchen: <ul style="list-style-type: none">- Festlegung Strategie Transformation / Erweiterung Wärmenetz- Beauftragung einer Machbarkeitsstudie
Umsetzung	Priorität: hoch Zeitraum: Diese Maßnahme ist nach der Durchführung der Maßnahmen 1a und 1b inhaltlich abzustimmen und zu beginnen.

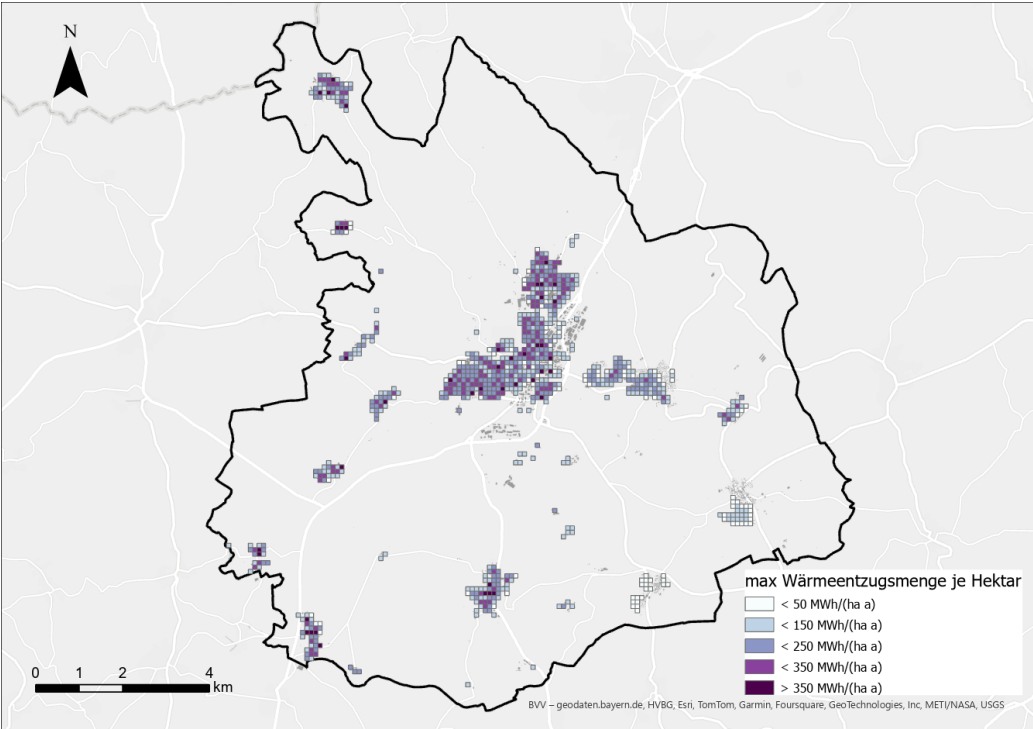
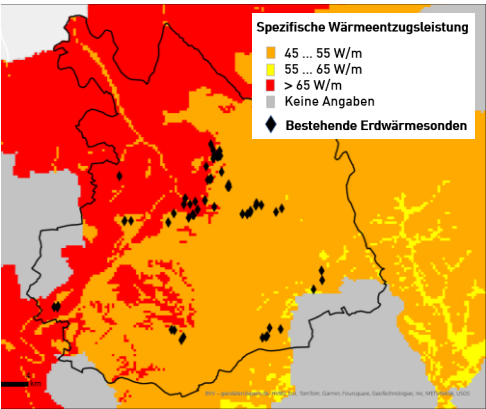
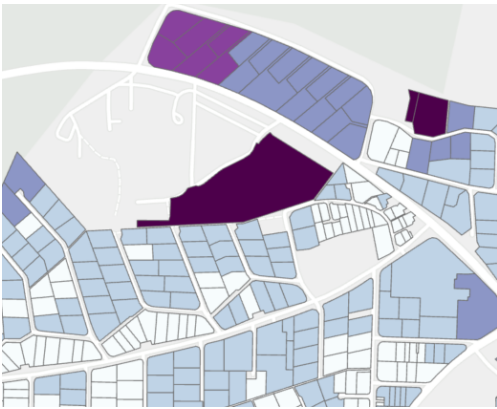
Maßnahme 3: Entwicklung eines Gasnetzgebietstransformationsplans

Ziel	Ziel der Maßnahme ist es, einen Gasnetzgebietstransformationsplan (GTP) für das bestehende Gasnetz im Gemarkungsgebiet aufzustellen.
Kartenmaterial	 <p>Schwerpunktegebiete der Gasversorgung in Buchen</p>
Beschreibung der Situation	<p>Im Basisjahr 2022 wurden etwa 136 GWh Erdgas an rund 2.120 Anschlussnehmer in Buchen verteilt. Das Gasnetz wird nicht mehr erweitert, und zukünftige Neubaugebiete sollen nicht mehr mit einem Erdgasnetz erschlossen werden. Bereiche, in denen zukünftig eine Leitungsgebundene Wärmeversorgung aufgebaut werden soll, werden in der Gasnetztransformation nicht näher betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass bis zum Zieljahr 2040 alle Gebäude in diesen Bereich an die Fernwärme angeschlossen werden können. Das Gasnetz in diesen Bereichen wird dann sukzessive zurückgebaut.</p>


<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen des GTP wird ein Transformationspfad für das Buchener Gasverteilnetz vom Status Quo hin zur Klimaneutralität erarbeitet. Notwendig sind Abstimmungen mit dem vorgelagerten Netzbetreiber. Hierbei werden fünf Analysepfade durchlaufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Einspeiseanalyse → dezentrale Einspeisung von klimaneutralen Gasen (z.B. Biomethan) ins bestehende Netz 2 Kapazitätsanalyse → Aufteilung des Gasnetzes in Umstellzonen und Ermittlung von benötigten Kapazitäten 3 Kundenanalyse → Untersuchung, ob und wann eine Umstellung auf Wasserstoff kundenseitig möglich ist (z.B. bei Industriekunden) 4 Technische Analyse → Analyse der Netzkomponenten, Prüfung einer Sektionierung der Umstellzonen in Teilnetze & netzhydraulische Analyse → Entwicklung eines Zeit- und Prioritätenplanes zur Netzumstellung, Festlegung der erforderlichen Maßnahmen 5 Zeitplan Maßnahmen <p>Ziel ist es, „die Transformation der Gasverteilnetze zu beschleunigen und die Einzelplanungen der Netzbetreiber in ein kohärentes Zielbild für ganz Deutschland einzubetten“ [32]. Der weitere Ablauf und die Entscheidung das Gasnetz mit Wasserstoff oder anderen synthetischen Gasen zu betreiben, liegt aktuell nicht in der Hand der Stadtwerke allein. Hierbei sind die Stadtwerke an die Entscheidungen der vorgelagerten Netzbetreiber und deren nachgelagerten Gasnetzverteilnetzbetreibern in Bayern und Baden-Württemberg gebunden. Das geplante Wasserstoff-Kernnetz liegt ca. 40 km entfernt.</p>
<p>Geschätzte Kosten & Förderung</p>	<p>Kostenschätzung GTP: abhängig von Netzlänge und verfügbaren Netzdaten</p>
<p>Nächste Schritte & Zuständigkeit</p>	<p>Erarbeitung eines GTP → Stadtwerke Buchen, ext. Dienstleister</p>
<p>Umsetzung</p>	<p>Priorität: mittel Zeitraum: ab 2024 Die Gasnetztransformation ist zeitlich und inhaltlich mit der Maßnahme 1a (Prüfung Abwärme BHKW Buchen) und der Maßnahme 1b (Machbarkeitsstudie Wärmenetz Buchen) abzustimmen.</p>

Maßnahme 4: Prüfung Wärmenetz-Potenzial in Teilorten											
Ziel	Ziel der Maßnahme ist das Potenzial einer regenerativen Wärmeversorgung in kleinräumigen Nahwärmenetzen in dem Teilort Götzingen zu untersuchen.										
Beschreibung der Situation	<p>Als Hauptenergieträger in den Teilorten kam im Basisjahr 2022 hauptsächlich Öl zum Einsatz, da aufgrund der geografischen Lage kein Gasnetz vorhanden ist. In dem folgenden Diagramm ist die bereitgestellte Wärme im Basisjahr 2022 des Teilortes Götzingen dargestellt. Eine Prüfung des Alter der Heizungen in den kommunalen & öffentlichen Gebäuden machte einen erhöhten Handlungsbedarf im Teilort Götzingen deutlich.</p> <p style="text-align: center;">Götzingen</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Bereitgestellte Wärme nach Brennstoffen</caption> <thead> <tr> <th>Brennstoff</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Öl</td> <td>64%</td> </tr> <tr> <td>Nachtspeicher</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Wärmepumpe</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Holz/ Pellets</td> <td>23%</td> </tr> </tbody> </table>	Brennstoff	Anteil	Öl	64%	Nachtspeicher	7%	Wärmepumpe	6%	Holz/ Pellets	23%
Brennstoff	Anteil										
Öl	64%										
Nachtspeicher	7%										
Wärmepumpe	6%										
Holz/ Pellets	23%										
Beschreibung der Maßnahme	<p>Um dem Teilort Götzingen eine regenerative Energieversorgung anbieten zu können, soll das Potenzial von Wärmenetzen geprüft werden. Kommunale und öffentliche Gebäude sind sog. Ankerkunden. Diese spielen in Wärmenetzen als Anschlussnehmer eine wichtige Rolle. In diesen Gebäuden hat die Stadt Buchen eine direkte Handlungsmöglichkeit in Bezug auf die Heizungstechnologie. Eine Erweiterung eines möglichen Wärmenetzes um mögliche private Anschlussnehmer wird untersucht.</p> <p>In der folgenden Karte ist der Teilort Götzingen mit der Angabe einer Wärmedichte je Straßenzug dargestellt. Der Kennwert der <i>Wärmedichte</i> wird in $MWh/(m*a)$ angegeben und beschreibt die Wärmemenge je Trassenmeter, aus diesem kann eine erste Einschätzung für die Wirtschaftlichkeit einer Wärmetrasse erfolgen. Ein Straßenzug gilt ab einer Wärmedichte $\geq 1,5 MWh/(m*a)$ als wirtschaftlich. Abhängig ist die Wärmedichte von der Anschlussquote. Eine Anschlussquote von 100 % wird i.d.R. nicht erreicht. Eine gängige Anschlussquote ist 50%. Die dargestellte Wärmedichte, mit einer Anschlussquote von 75 %, stellt eine erste Orientierung dar.</p>										

<p>Karten-Auschnitt</p>	<p>Teilort Götzingen: Wärmedichte je Straßenzug mit Ankerkunden – Anschlussquote 75%</p>
<p>Geschätzte Kosten & Förderung</p>	<p>Die Kosten einer Machbarkeitsstudie können auf ca. 45T € abgeschätzt werden. Eine entsprechende Förderung ist abhängig von der Anzahl der Gebäude oder Wohneinheiten. Eine Förderung für die Errichtung eines Gebäudenetzes kann über die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG-EM) von bis zu 30% in Anspruch genommen werden. Ein Gebäudenetz ist auf max. 16 Gebäuden oder max. 100 Wohneinheiten begrenzt. Ab einer Anzahl >16 Gebäude oder >100 Wohneinheiten, kann die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW-Förderung) in Anspruch genommen werden. Für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie kann die BEW-Förderung von bis zu 50% in Anspruch genommen werden. Weitere Planungsschritte und Investitionen der Wärmerzeugung, der Wärmeverteilung und der Übergabe der Wärme können ebenfalls über die BEW-Förderung mit bis zu 40% der förderfähigen Kosten gefördert werden.</p>
<p>Nächste Schritte</p>	<p>Stadt Buchen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beauftragung Machbarkeitsstudien Untersuchung Teilort Götzingen - Durchführung der Machbarkeitsstudie - weitere Planungsschritte nach HOAI - Information der Haushalte, für eine Erreichung einer hohen Anschlussquote
<p>Umsetzung</p>	<p>Priorität: hoch</p> <p>Zeitraum: Handlungszeitraum in Abhängigkeit bestehender Heizungsanlagen öffentl. & komm. Gebäude</p>

6. Maßnahme: Kommunaler Handlungsleitfaden (Oberflächennahe Geothermie)	
Ziel	Aufbauend auf einer Potenzialermittlung der KEA BW soll das Potenzial der Oberflächennahen Geothermie in einem sog. kommunalen Handlungsleitfaden erweitert untersucht werden. Zielstellung ist die Erstellung von Kartenmaterial welches eine Grundlage für die Beratung für die Bürgerinnen und Bürger zu einer individuellen flurstückscharfen Eignung der oberflächennahen Geothermie liefert.
Lageplan	 <p>Rasterdarstellung: max. Wärmeentzugsmenge nach Potenzialstudie KEA-BW Oberflächen-nahe Geothermie</p>
Informationsgra-fik	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Bestehende Erdwärmesonden</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ausschnitt: Flurstück Analyse Pot. Studie</p> </div> </div>
Beschreibung der Situation	<p>Im Gemarkungsgebiet Buchen ist das Potenzial zur Nutzung der Oberflächennahen Geothermie flächendeckend vorhanden (siehe linke Karte: bestehende Erdwärmesonden). Im Gemarkungsgebiet gibt es bereits 127 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von bis zu 240 m.</p> <p>Durch die Erdwärmesonden wird die Erdwärme dem Erdreich oberflächennah entzogen. Mittels einer Wärmepumpe wird das Temperaturniveau zur Gebäudebeheizung angehoben.</p>

	<p>Folgende Eckdaten zur Oberflächennahen Geothermie: In der Potenzialstudie der KEA BW wurden Flurstücke der Wohn- und Mischbebauung untersucht. Weiterhin wurde eine minimale und maximale Entzugswärmemenge, unter Einsatz einer Wärmepumpe zur Anhebung des Temperaturniveaus, angegeben. Die so ermittelte bereitgestellte Wärme zu Heizzwecken (ohne Warmwasser) ergibt sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei einer Sonde je Flurstück insgesamt 41 GWh/a - bei einer maximal möglichen Anzahl an Sonden je Flurstück: 150 GWh/a <p>Dies entspricht 17 % - 61 % des gesamten Wärmebedarfes von 246 GWh im Basisjahr 2022.</p>
<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Die Potenzialstudie der KEA BW soll in einem sog. kommunalen Handlungsleitfaden oberflächennahen Geothermie erweitert werden. Ziel dieser Maßnahme ist die Erstellung von Kartenmaterial, welches eine flurstückscharfe Bewertung der Eignung der Nutzung Oberflächennaher Geothermie zulässt. Der kommunale Handlungsleitfaden soll Anwohnern und Grundstückseigentümern als Informations- und Entscheidungshilfe bei der Umrüstung auf oberflächennahe, geothermische Heiz- und/oder Kühlanwendungen dienen.</p> <p>In einem weiteren Schritt kann das Kartenmaterial den Bürgerinnen und Bürgern zugänglich gemacht werden und in eine Beratung an zentraler Stelle (z.B. Energieagentur) münden. Weitere Beratungsangebote sowie Unterstützung bei bürokratischen Hürden und Formalien (z.B. zum Anzeigen einer Bohrung beim Landesamt für Geologie u. Bergbau (LGRB) und eine weitere Vermittlung an Bohrunternehmen sind nachgelagerte Schritte, die bei der tatsächlichen Umsetzung der Vorhaben unterstützen.</p>
<p>Geschätzte Kosten & Förderung</p>	<p>Die Kosten zur Erstellung eines Kommunalen Handlungsleitfadens (Oberflächennahen Geothermie) belaufen sich auf ca. 10.000 €.</p>
<p>Nächste Schritte</p>	<p>Stadt Buchen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beauftragung Erstellung kommunaler Handlungsleitfaden Oberflächennahe Geothermie - Schaffung einer Anlauf- und Beratungsstelle für Bürgerinnen und Bürger
<p>Umsetzung</p>	<p>Priorität: mittel Zeitraum: nicht bestimmt</p>

7. Maßnahme: Vormachbarkeitsstudie Mitteltiefe Geothermie	
Ziel	<p>Ziel der Maßnahme ist eine weitere Grundlagenermittlung und Voruntersuchung des Potenzials der (Mittel-) Tiefen Geothermie in Buchen.</p> <p>Vergangene Untersuchungen im Rahmen des TANGRAM-Projekts (2003) deuten bereits auf ein geothermisches Potenzial entlang der sog. Hollerbachstörung hin.</p> <p>Unter Berücksichtigung des heutigen Wissens- und Erkenntnisstandes soll das Potenzial im Nahfeld der Hollerbachstörung neu bewertet werden.</p>
Lageplan	 <p>Geologische Störungen nach Informationssystem Oberflächennahe Geothermie</p>
Beschreibung der Situation	<p>Im Gemarkungsgebiet Buchen befindet sich eine geologische Störung, die Hollerbachstörung. Störungszonen stellen einen wichtigen Anhaltspunkt für ein mögliches hydro-thermales Potenzial dar. Im Rahmen des Geothermie-Projektes „TANGRAM“ wurde im Jahr 2003 bereits ein Gutachten mit geophysikalischen oberflächennahen Messungen durchgeführt. Im Ergebnis geht das Gutachten davon aus, dass die bekannte Hollerbachstörung eine weitere Ausdehnung, ein mehrere 100 m breites Störungsbündel, besitzt.</p> <p>Bei der hydrothermalen Nutzung wird Grundwasser höherer Temperatur durch eine Entnahmebohrung 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 Temperaturerhöhung mittels einer Wärmepumpe. Die gewonnene Wärme kann in ein Wärmenetz eingespeist werden. Hier besteht ein direkter Bezug zu Maßnahme 1b: Prüfung Machbarkeitsstudie Wärmenetz Kernstadt Buchen + Ankerkunden.</p>

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Hinblick auf den heutigen Wissens- und Erkenntnisstand soll das Potenzial einer hydrothermalen geothermischen Nutzung neu bewertet werden. In der Vormachbarkeitsstudie können unter Berücksichtigung u.a. Bohrdaten von Bestandsbohrungen und aktuellem Kartenwerk weitere Erkenntnisse hinsichtlich des Potenzials gesammelt werden.</p> <p>Weitere Bestandteile der Vormachbarkeitsstudie sind u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung eines geologischen Profils - Eruierung hydrogeologischer Verhältnisse (u.a. Einschätzung einer mögl. Ergiebigkeit) - Beschreibung geothermischer Verhältnisse (u.a. Temperaturgradient) - Vorschlag hinsichtlich Nutzbarmachung und weiteres Vorgehen <p>In einem nächsten Schritt (technische Machbarkeitsstudie) können geophysikalische Messungen und die Durchführung einer 3D-Seismik Aufschluss über Tiefenlage und Mächtigkeit von Gesteinsschichten und Grundwasserleitern (Aquiferen) geben. Eine kostengünstigere Alternative zur Seismik stellt die sog. Mise-a-la-Masse Methode zur Kartierung von Störungszonen und Aquiferen dar.</p>
<p>Geschätzte Kosten & Förderung</p>	<p>Die Kosten für eine Vormachbarkeitsstudie „Mitteltiefe Geothermie“ belaufen sich auf ca. 9.000 €.</p> <p>Nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) sind Machbarkeitsstudien sowie die Umsetzung einer Nutzung von Tiefengeothermie in Wärmenetzen förderfähig. Konzeptioneller Teil sowie die Planungen bis HOAI LPH 4 sind nach BEW Modul 1 zu 50 % förderfähig. Die Investitionsmaßnahmen (inkl. Planung) werden nach BEW (Modul 2) mit 40% gefördert.</p>
<p>Nächste Schritte</p>	<p>Stadt Buchen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beauftragung Vormachbarkeitsstudie Mitteltiefe Geothermie - Technische Machbarkeitsstudie (u.a. Geophysikalische Messungen, Durchführung einer 3D-Seismik)
<p>Umsetzung</p>	<p>Priorität: mittel</p> <p>Zeitraum: nach Abschluss Maßnahme 1a und 1b</p>

6.2 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 42 abgebildet sind.

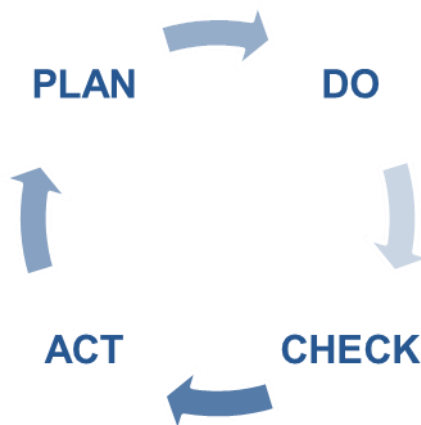


Abbildung 42: Schematische Darstellung des Demingkreises

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

Plan – Planung:

Im Kommunalen Wärmeplan der Stadt Buchen 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 oder der Bau von Wärmenetzen. 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 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 Buchen starten. Monitoring und Controlling des Wärmeplans sollten sinnhaft in einen Zuständigkeitsbereich der Stadt Buchen integriert und in einem regelmäßigen Turnus durchgeführt werden. Aufgrund des kurzen Zeithorizonts der kommunalen Wärmeplanung bis ins Zieljahr 2040 und der dynamischen politischen Entwicklung, 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 mit ausschlaggebenden Zahlen, nämlich den verursachten Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauchsdaten, belegt und die Fortschritte der Wärmewende in Buchen verfolgt werden.

6.3 Fazit Wärmewendestrategie

Nachdem im Zielszenario definiert wurde, *was* bis 2040 in Buchen 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 Akteure benannt, die zu beteiligen sind und das geplante Ergebnis je Maßnahme definiert.

Bei den Maßnahmen wurde der Fokus auf das Themenfeld der Wärmenetze gelegt. Neben der Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes in Buchen, soll die Wärmenetzeignung im Zentrum und im Teilort Götzingen untersucht werden. Für die Versorgung von eines möglichen Wärmenetzes in der Kernstadt Buchen soll ein Abwärme-konzept in Zusammenarbeit mit dem Betreiber des Biomasse Heizkraftwerk erarbeitet werden. Als weitere Maßnahmen wurden die Untersuchung der Oberflächen-nahen Geothermie in Form eines kommunalen Handlungsleitfadens und als Voruntersuchung der Mittel-tiefen Geothermie festgelegt.

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 Buchen erfordert. Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Buchen 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 Frühjahr 2023 fand ein interner Auftaktermin mit Vertretern der Stadtverwaltung, der Stadtwerke Buchen und dem beauftragten 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 in Präsenz und 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

Im Sommer 2023 fand in Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung eine Unternehmensumfrage in Buchen statt. Diese Umfrage hatte zum einen das Ziel, Brennstoffverbräuche und Abwärmeaufkommen von Industrie und Gewerbe zu erfassen. Dadurch konnten Energieverbräuche aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z.B. Heizöl oder Pellets) erfasst werden, zu denen keine Echtdateien von Versorgern vorlagen. Weiterhin konnte auf Basis der Umfrage eine Einordnung des Potenzials aus industrieller Abwärme in Buchen erfolgen. Die Umfrage hatte außerdem 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 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 Wärmeverbänden in der Stadt genutzt werden.

Gremienpräsentation

Im Rahmen der Kommunikation der Öffentlichkeit wurden die Ergebnisse des Kommunalen Wärmeplanes in öffentlichen Gemeinderatssitzungen vorgestellt. Im Rahmen eines Workshoptermines wurden dem Bürgermeister und den Fachbereichsleitern die Ergebnisse des Zielszenarios und die Maßnahmen detailliert vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Planung, sowie der Entwurf dieses Berichtes, im Technischen Ausschuss der Stadt Buchen vorgestellt und beraten.

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. Einen ersten Schritt stellt dabei die öffentliche Auslegung 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 und mit weiteren Informationen angereichert werden. Ziel ist es, dass sich Bürgerinnen und Bürger über die Versorgungsperspektiven in ihrer Ortschaft oder in ihrer Straße informieren können. Gerade beim Bau von Wärmenetzen, ist es unabdingbar eine 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 anzuraten, da sie ihnen eine Perspektive bietet und damit Einfluss auf den künftigen Heizungstausch nehmen kann.

Grundsätzlich wird empfohlen, sämtliche Akteure in Buchen frühzeitig in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren, sie regelmäßig über Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und sie zur Mitarbeit zu animieren. Es gilt eine Aufbruchstimmung hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu schaffen, denn der Erfolg der Wärmewende kann nicht ausschließlich durch die Stadtverwaltung und die lokalen Energieversorger gewährleistet werden, sondern liegt in den Händen aller Bürgerinnen und Bürger der Stadt Buchen.

8. Schlussbetrachtung

Der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Buchen 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 Stadt- und Gebäudestruktur in Buchen betrachtet. Die Beheizungsstruktur wies im Basisjahr 2022 einen Anteil fossiler Einzelheizungen von 79 % auf. 95 % 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 Buchen nimmt eine Vorbildfunktion ein und kann mit den kommunalen Gebäuden ca. 2 % des Endenergieverbrauchs und damit ca. 2 % der Emissionen im Wärmesektor direkt beeinflussen.

In der **Potenzialanalyse** wurden die Potenziale für die Strom- und Wärmeversorgung untersucht. Im Zeithorizont bis 2040 könnte bei einer Verdoppelung der jährlichen Sanierungsrate auf 2 % im Wohngebäudebereich der Wärmebedarf um bis zu 6 % gesenkt werden. Die Wärmenetzeignung konventioneller Wärmenetze liegt im Kernstadtgebiet Buchens vor. Auch im Gewerbegebiet Buchen Ost/ interkommunaler Gewerbepark Odenwald wurden Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme identifiziert. Die Stromerzeugung durch Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen bietet ein großes Potenzial, dies wird bereits überdurchschnittlich genutzt und konkrete Projekte zur Freiflächen-Photovoltaik sind in Anbahnung. Die Windenergie soll, zusätzlich zu den 11 bestehenden Windkraftanlagen, mit bis zu 17 weiteren Windkraftanlagen genutzt werden. Das Potenzial der Abwasserwärmenutzung besteht in geeigneten Kanälen besteht. Zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung können die lokalen Potenziale zur Nutzung von Energie- und Restholz beitragen. Das Biomasseheizwerk bietet ein großes Potenzial zur Abwärme-Auskopplung für ein Wärmenetz. Potenziale zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie sind auf der Gemarkung Buchens großflächig vorhanden. Einen ersten Anhaltspunkt besteht für ein Potenzial der Nutzung hydrothormaler Geothermie. Das Potenzial der Wasserstoffeinsatzes ist vor dem Jahr 2040 zur großflächigen Gebäudebeheizung privater Haushalte nicht absehbar. Überschüssiger Windstrom könnte zur Herstellung von Wasserstoff genutzt werden.

Zur Erarbeitung des klimaneutralen **Zielszenarios** für Buchen wurde das Gemeindegebiet in 34 Teilgebiete aufgeteilt und diese hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Das festgelegte Zielszenario beinhaltet den Aus- und Neubau von Wärmenetzen im Stadtgebiet mit einer angestrebten Anschlussquote von 60 %. Daraus resultiert im Zielszenario 2040 ein Wärmenetzanteil von rund 6 % an den installierten Heizungen. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- oder Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung sowie vereinzelt

Wasserstoffkessel für Industrieprozesse. Die Ergebnisse des Zielszenarios wurden auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung, die verfügbaren regenerativen Potenziale und die geschätzten Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Abschließend wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb des Gasnetzes in Buchen auswirken können.

Der Bestandteil **Wärmewendestrategie** erörterte die Festlegung von konkreten Umsetzungsmaßnahmen und deren Priorisierung. Bei den Maßnahmen wurde der strategische Fokus auf das Maßnahmenfeld Wärmenetze gelegt. Neben der Prüfung der Wärmeauskopplung aus dem Biomassekraftwerk Buchen, soll untersucht werden, inwiefern sich neue Wärmenetze im Zentrum Buchens und im Teilort Götzingen realisieren lassen. Weitere prioritäre Maßnahmen sind die Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes, sowie die Durchführung eines Gasnetztransformationsplans. 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 Buchen erfordert. Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Buchen 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 (u.a. Unternehmensumfrage, Gremienpräsentation) in die Wärmeplanung miteinbezogen. Darüber hinaus wurde empfohlen, sämtliche Akteure in Buchen weiterhin 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 schnelllebigen, 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 auf Bundesebene. Für die Akteure bindende Vorgaben zur Wärmeversorgung sind im Gebäudeenergiegesetz 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 Stadtverwaltung und lokalen Energieversorgern, 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 Buchen im Odenwald“. n.D.
- [4] infas 360 GmbH, „Hauskoordinaten mit Gebäudeparametern (Baujahresklassen, Gebäudetyp)“. n.D.
- [5] Stadt Buchen im Odenwald, „Auflistung der kommunalen Liegenschaften“. 2022.
- [6] Bezirksschornsteinfeger der Kehrbezirke in Buchen im Odenwald, „Auszüge aus dem elektronischen Kehrbuch“. n.D.
- [7] Stadtwerke Buchen, „Erdgasverbrauchsdaten 2022“. 2023.
- [8] Stadtwerke Buchen, „Wärmestromverbrauchsdaten 2022“. 2023.
- [9] Stadtwerke Buchen, „Wärmeverbrauchsdaten 2022“. 2023.
- [10] Dr. Max Peters u. a., „Technikkatalog kommunale Wärmeplanung - Version 1.1“, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2023.
- [11] Deutscher Wetterdienst, „Klimafaktoren (Jan 2009 - Jul 2020)“. Zugegriffen: 9. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>
- [12] 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.
- [13] Martin Kaltschmitt, Wiese Andreas, und Streicher Wolfgang, *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, 3. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- [14] Rhein-Neckar-Zeitung, „Neue Kläranlage kostet 59 Millionen Euro“, Heidelberg, 19. Juli 2023.
- [15] Horst Klinger und Jan Butz, „Stadtwerke Buchen - Abgesicherte Potenzialstudie zur Abwasserwärmenutzung“, Klinger und Partner, Ingenieurbüro, Stuttgart, Erläuterungsbericht, Juli 2009.
- [16] Horst Klinger und Jan Butz, „Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung für mehrere Wohnhäuser in Buchen“, Klinger und Partner, Ingenieurbüro, Bericht.
- [17] LUBW, „Daten- und Kartendienst der LUBW“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- [18] *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*. 2023.
- [19] Verband Region Rhein-Neckar, „Teilregionalplan Freiflächen-Photovoltaik - Information zur Flächenkulisse“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.m-r-n.com/was-wir-tun/themen-und-projekte/projekte/photovoltaik>
- [20] Verband Region Rhein-Neckar, „Suchraumkulisse Fortschreibung Teilregionalplan Solarenergie“, 26. Januar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.m-r-n.com/projekte/solarenergie/%C3%9Cbersichtskarte_Suchr%C3%A4ume_FFPV.pdf
- [21] Stadt Buchen und Stadtwerke Buchen, „Maßnahmen Handlungsfeld Erneuerbare Energien und Energieeffizienz“.
- [22] Verband Region Rhein-Neckar, „Fortschreibung Teilregionalplan Windenergie“, 26. Januar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.m-r-n.com/projekte/windenergie/%C3%9Cbersichtskarte_Suchr%C3%A4ume_Wind.pdf
- [23] Hermann Fischer, „Waldrestholz Forst Buchen“, 6. Juni 2023.
- [24] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Aufschlusssdatenbank/Bohrdatenbank“. 30. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_adb

- [25] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>“, 2022.
- [26] Dr. Max Peters, Dr. Johannes Miocic, Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff, und Dr. Volker Armbruster, „Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg“. 2022.
- [27] Dipl.-Geol. Dr. Rainer Blank und Dipl.-Geophys. Prof.-Dr. K. Ernstson, „Gutachten über geophysikalische Messungen im Rahmen des Geothermie-Projektes Buchen“, März 2003.
- [28] FNB Gas e.V., „Wasserstoffnetz 2050: für ein klimaneutrales Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2050/>
- [29] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, „Erster Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg“, Stuttgart, Mai 2023.
- [30] prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann“. 2021.
- [31] KEA BW, „Muster-Leistungsverzeichnis zur Vergabe und Ausschreibung von kommunalen Wärmeplänen“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/LV_KWP_KEA_BW.docx
- [32] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., „Der Gasnetztransformati-
onsplan Ergebnisbericht 2022“, Sep. 2022.

Anhang

Anhang 1: Verwendete Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung [10]

Brennstoff	Emissionsfaktor in kg CO ₂ / kWh		
	2022	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
Strommix	0,475	0,270	0,032

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_2020	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_2020	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_2020	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_2020	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_2020	34%	66%
HH ab 2020	72%	28%

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

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