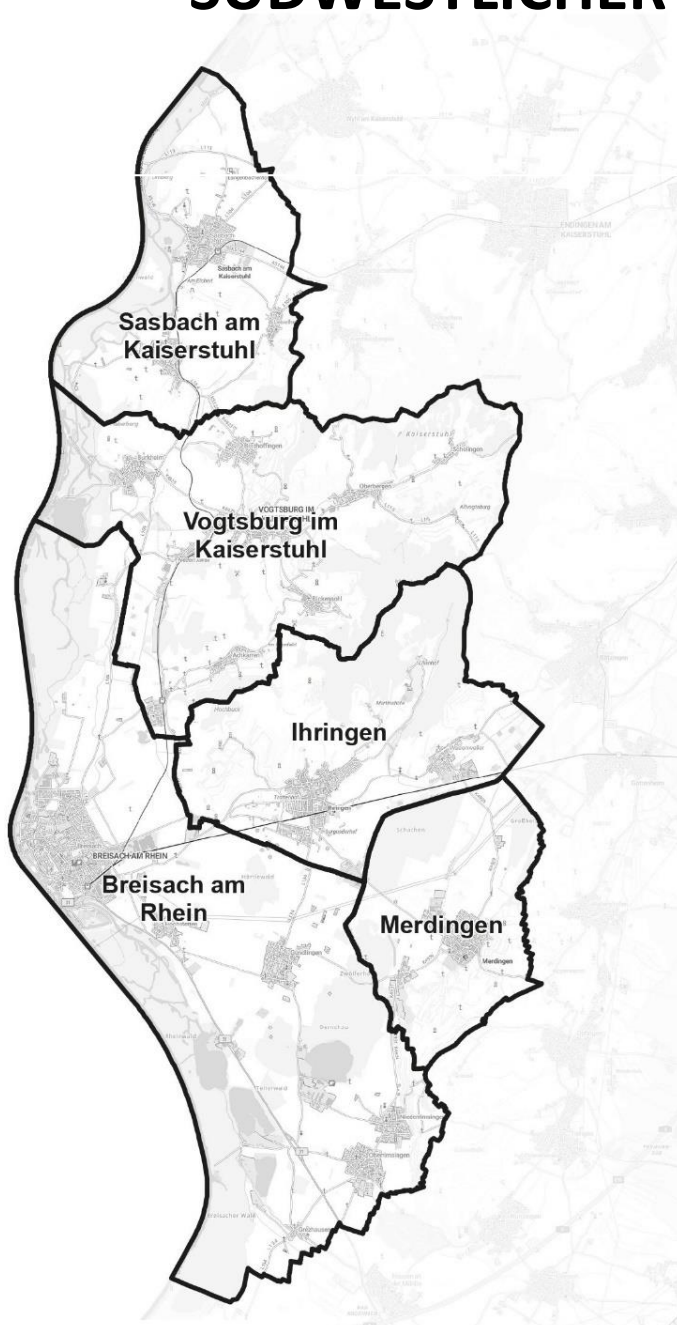




KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IM KONVOI SÜDWESTLICHER KAISERSTUHL



**Fachgutachten
Stadt Vogtsburg
Oktober 2025**



Auftraggeber:	Stadt Vogtsburg i. K. Bahnhofstraße 20 79235 Vogtsburg-Oberrotweil
Erstellt durch:	badenovaNETZE GmbH Tullastraße 61 79108 Freiburg
Projektteam:	Adrian Gut (Projektleiter) Manuel Gehring Marco Schneider Philip Lotte
In Zusammenarbeit mit:	Smart Geomatics Informationssysteme GmbH Ebertstraße 8 76137 Karlsruhe
Förderkennzeichen:	BWKWP 24503 Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Freiburg, Oktober 2025

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
KARTENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
2. AKTEURSBETEILIGUNG	4
2.1 AKTEURSANALYSE.....	4
2.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	5
3. BESTANDSANALYSE	7
3.1 STRUKTUR DER STADT VOGTSBURG I. K.	7
3.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	8
3.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	12
3.4 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	17
3.5 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	24
3.6 ERNEUERBARE GASE.....	24
3.7 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	26
4. POTENZIALANALYSE	27
4.1 ENERGIEEINSPARUNG.....	27
4.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	28
4.3 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	32
4.4 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE STROMERZEUGUNG.....	40
4.5 ERNEUERBARE GASE.....	45
4.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	49
5. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	52
5.1 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	52
5.2 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	53
5.3 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO.....	55
5.4 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	56
5.5 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	58
5.6 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES	62
5.7 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	63
5.8 KENNWERTE DES ZIELBILDS	64
6. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	66
6.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE.....	66
6.2 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2025.....	69

6.3	FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	79
7.	AUSBLICK	80
8.	METHODIK	81
8.1	DIGITALER ZWILLING.....	81
8.2	GEBÄUDETYPLOGIE.....	81
8.3	ENERGIE- UND THG-BILANZ	82
8.4	HINTERGRUND ERNEUERBARE GASE	86
8.5	POTENZIALBERECHNUNGEN.....	86
8.6	ZIELSZENARIO	91
9.	GLOSSAR	96
10.	LITERATURVERZEICHNIS	100
11.	ANHANG	102
11.1	GEBIETSAUFTEILUNG DER ORTSTEILSTECKBRIEFE.....	103
11.2	STECKBRIEF ORTSTEIL ACHKARREN	104
11.3	STECKBRIEF ORTSTEIL BICKENSOHL	107
11.4	STECKBRIEF ORTSTEIL BISCHOFFINGEN	110
11.5	STECKBRIEF ORTSTEIL BURKHEIM	113
11.6	STECKBRIEF ORTSTEIL OBERBERGEN.....	117
11.7	STECKBRIEF ORTSTEIL OBERROTWEIL	120
11.8	STECKBRIEF ORTSTEIL SCHELINGEN	125
11.9	GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	128

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Projektgebiet des Wärmeplanungskonvois	3
Karte 2 – Gliederung der Stadt Vogtsburg i. K. mit ihren Ortsteilen	8
Karte 3 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene	9
Karte 4 – Wohngebäudetypen in Vogtsburg i. K.	11
Karte 5 – Gasnetzinfrastruktur der Stadt Vogtsburg i. K.	13
Karte 6 – Breitbandausbau der Stadt Vogtsburg i. K. (Kartengrundlage/Quelle: regioDATA GmbH)	13
Karte 7 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene	15
Karte 8 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene	16
Karte 9 – Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Vogtsburg i. K. (2021).....	21
Karte 10 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Vogtsburg i. K. (2021)	22
Karte 11 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude	29
Karte 12 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)	36
Karte 13 – Karte der hydrologischen Durchlässigkeit in Vogtsburg i. K. und Umgebung (LGRB)	37
Karte 14 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Vogtsburg i. K.	38
Karte 15 – Windleistungsdichte auf der Gemarkung Vogtsburg i. K.	42
Karte 16 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Vogtsburg i. K.	43
Karte 17 – Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW und Regionalverband Südlicher Oberrhein.....	44
Karte 18 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Stadt Vogtsburg i. K.	59
Karte 19 – Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe	103

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl	4
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Vogtsburg i. K.	10
Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudearten in Vogtsburg i. K.	10
Abbildung 4 – Anzahl der primären Heizanlagen in Vogtsburg i. K. nach Energieträger	14
Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Vogtsburg i. K.	16
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)	17
Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021)	18
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)	19
Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Vogtsburg i. K. (2021)	20
Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	23
Abbildung 11 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften Vogtsburg i. K.	23
Abbildung 12 – Anteil der lokalen Stromerzeugung 2021 im Vergleich zum Stromverbrauch (2021)	24
Abbildung 13 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	30
Abbildung 14 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	34
Abbildung 15 – Beispielhafte geologische Profilabfolgen bei Vogtsburg i. K. nach LGRB	35
Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Vogtsburg i. K.	45
Abbildung 17 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	46
Abbildung 18 – RHYn Interco Projekt zur Wasserstoffinfrastruktur	47
Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017).	48
Abbildung 20 – Erneuerbare Strompotenziale in Vogtsburg i. K.	49
Abbildung 21 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Vogtsburg i. K.	50
Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Sektoren im Zielszenario	53
Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario	54
Abbildung 24 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart und Sektor im Zielszenario 2040	54
Abbildung 25 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario 2030 und 2040	55
Abbildung 26 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040	56
Abbildung 27 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen je Sektor im Zielszenario bis zum Jahr 2040	56
Abbildung 28 – Stromverbrauch im Zielszenario nach Sektor	57
Abbildung 29 – Stromerzeugung im Zielszenario nach Energieträger	58
Abbildung 30 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternen & Stadler, 2014).	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Übersicht der Termine im Beteiligungskonzept und der jeweiligen Zielgruppen.....	6
Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Vogtsburg i. K. nach Energieträger (2021)	18
Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU 2017)	25
Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	26
Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkremente in Vogtsburg i. K.....	33
Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	51
Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040	64
Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarfe Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021	64
Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarfe Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030	65
Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040	65
Tabelle 11 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)	82
Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU 2024).	85
Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren	85
Tabelle 14 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	86
Tabelle 15 – Vorgegebene Untergrundparameter	88
Tabelle 16 – Vorgegebene Sondenparameter	89
Tabelle 17 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	89
Tabelle 18 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	89
Tabelle 19 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	90
Tabelle 20 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	91
Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)	93
Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040	93

Abkürzungsverzeichnis

BImSchV.....	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CCS.....	Carbon Capture and Storage
CO _{2e}	CO ₂ -Äquivalente
EEG.....	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FFÖ-VO.....	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG.....	Gebäudeenergiegesetz
GWP.....	Global Warming Potential
IFEU.....	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
IWU.....	Institut für Wohnen und Umwelt
JAZ.....	Jahresarbeitszahl
KEA-BW.....	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KWP.....	Kommunale Wärmeplanung
LQS EWS.....	Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden
LUBW.....	Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg
MWh.....	Megawattstunde
PtG.....	Power-to-Gas
PV.....	Photovoltaik
SCOP.....	Seasonal Coefficient of Performance
THG.....	Treibhausgas
TWW.....	Trinkwarmwasser
WSchV.....	Wärmeschutzverordnung

1. Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die Abmilderung des Klimawandels ist in Deutschland und in Baden-Württemberg seit 2011 zu einem prioritären Ziel ausgerufen worden. Für die als „Große Transformation“ bezeichnete nationale Politik ist vor allem die Dekarbonisierung der Energieversorgung von zentraler Bedeutung. Während im Stromsektor durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, wie z.B. Windenergie und Photovoltaik (PV) bereits wesentliche Fortschritte gemacht wurden, wird sich nun auf die ebenso notwendige Wärmewende fokussiert. Im Jahr 2023 wurden rund 82 % des Wärmeverbrauchs in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas, erzeugt (UMBW, 2023). Gleichzeitig ist die Sanierungsrate gering und der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können (Holm et al., 2024).

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des **Landes-Klimaschutzgesetzes (KlimaG BW)** Rechnung getragen und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Kreisstädte waren damit verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, können die Wärmeplanung nach Landesrecht freiwillig erstellen. Nach dem aktuellen **Bundesgesetz (Wärmeplanungsgesetz (WPG))**, welches zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, sind nun alle Kommunen verpflichtet, eine Wärmeplanung bis spätestens zum 30.06.2028 zu erstellen.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Kommunen eine Strategie für die Wärmeversorgung entwickeln, um einen **klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040** zu erreichen. Ein kommunaler Wärmeplan verknüpft die energetische Gebäudesanierung mit der Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und soll die Grundlage zur Umsetzung von lokalen Maßnahmen bilden.

Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse (Kapitel 3)

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Gemeindegebiet möglichst gebäudescharf erfasst. Die Ergebnisse werden als sogenannter digitaler Zwilling in einem GIS-Portal dargestellt.

2. Potenzialanalyse (Kapitel 4)

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Stadt mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (PV, Windenergie, Wasserkraft etc.) und Abwärme (Industrie, Abwasser, Rechenzentren etc.) mit ein. Zudem wird das Potenzial steigender Energieeffizienz berechnet, sodass die Menge an benötigter erneuerbarer Energie im Jahr 2040 minimiert wird.

3. Zielszenario (Kapitel 5)

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wird ein energetisches Zielszenario für das Jahr 2040 mit Zwischenziel 2030 erstellt. Dieses soll die zukünftige klimaneutrale Energieinfrastruktur unter Einbindung der ermittelten Potenziale darstellen. Dabei werden auch sogenannte Eignungsgebiete beschrieben, in welchen zukünftig die Wärmeversorgung zentral über Wärmenetze oder dezentral über Einzelheizungslösungen erfolgen soll.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog (Kapitel 6)

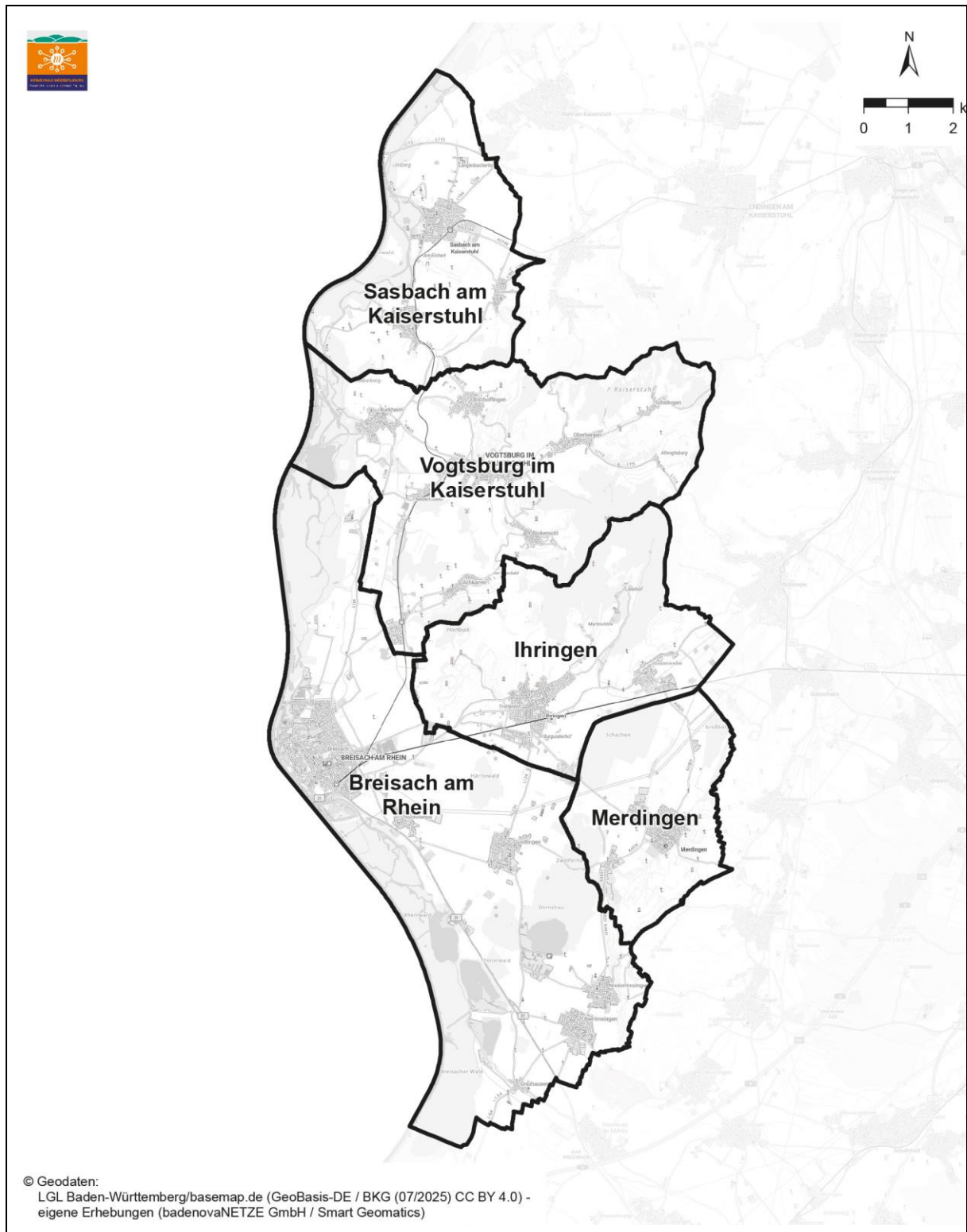
Mit der Wärmewendestrategie soll das erstellte Zielszenario erreicht werden. Ein Maßnahmenkatalog führt auf, wie die Kommune mit verschiedenen Maßnahmen in ihrer Gesamtheit die klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen kann. Von diesen Maßnahmen müssen fünf Maßnahmen bereits in den ersten fünf Jahren nach Erstellung in die Umsetzung kommen. Der kommunale Wärmeplan soll alle sieben Jahre fortgeschrieben werden.

Die Kommunen Breisach am Rhein, Ihringen, Merdingen, Sasbach am Kaiserstuhl und Vogtsburg i. K. im Kaiserstuhl haben beschlossen, die kommunale Wärmeplanung gemeinsam im Konvoi durchzuführen. Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung haben die Gemeinden badenovaNETZE GmbH in Zusammenarbeit mit Smart Geomatics GmbH beauftragt.

Die Wärmeplanung wurde freiwillig nach dem KlimaG BW und in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung erarbeitet. Im Rahmen eines Beteiligungskonzepts wurden die relevanten Akteure vor Ort befragt und eingebunden. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger sowie das örtliche Gewerbe. Es wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Das folgende Kapitel 2 gibt eine Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl.

Das folgende Fachgutachten stellt die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Vogtsburg i. K. mit dem Stand Oktober 2025 dar. Beim Wärmeplan sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur wichtige Ergebnisse. Diese werden der Stadt zur weiteren Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens in sieben Jahren bei der Fortschreibung des Wärmeplans werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts der Stadt Vogtsburg i. K. sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein.

Der kommunale Wärmeplan richtet sich zunächst klar an das Wirkungsfeld der Kommune. Ziel ist es, Maßnahmen zu definieren, die von der Stadt direkt umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist klar, dass der Zielzustand eines klimaneutralen Gebäudebestands nur durch ein Mitwirken auf verschiedenen politischen Ebenen und mit großen Anstrengungen der lokalen Akteure und der Bürger der Stadt gelingen wird. In den kommenden Monaten und Jahren wird es für die Stadt zunächst wichtig sein, strategische und organisatorische Maßnahmen umzusetzen, um den Wärmeplan und dessen langfristige Ziele in der Verwaltung und in den politischen Gremien zu festigen.



Karte 1 – Projektgebiet des Wärmeplanungskonvois

2. Akteursbeteiligung

Der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Vogtsburg i. K. hat unter Beteiligung lokaler Akteure und Stakeholder stattgefunden. Hierzu haben verschiedene Informationsformate, Workshops und Veranstaltungen stattgefunden, die im Folgenden beschrieben werden.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf der kommunalen Wärmeplanung und die Akteursbeteiligung, die in den Kommunen durchgeführt wurde.

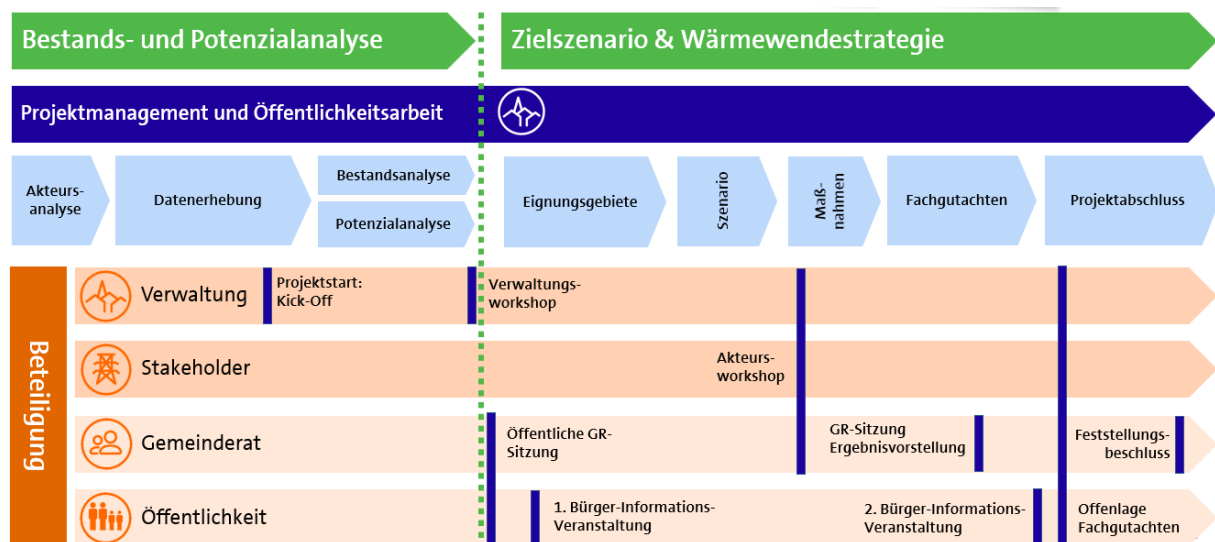


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl

2.1 Akteursanalyse

Zu Beginn des Wärmeplanungsprozesses und zur Vorbereitung des Beteiligungskonzepts wurde eine Akteursanalyse durchgeführt, die die relevanten Akteure, lokalen Stakeholder und wichtigen Entscheidungsträger im Hinblick auf die Wärmewende in der Stadt identifiziert.

Ziel ist eine sinnvolle und ganzheitliche Beteiligung, um Ansichten, Anregungen und das lokale Wissen in die Planung mitaufzunehmen sowie eine breite Akzeptanz zu erreichen. Dabei sollen die Ergebnisse und Maßnahmen schließlich bei den relevanten Akteuren platziert werden, dass eine nahtlose Umsetzung erfolgen kann.

Folgende Akteure wurden in der Stadt Vogtsburg i. K. identifiziert:

- Bürgermeister
- Stadtverwaltung
 - Klimaschutzmanagement
 - Bauamt
- Gemeinderatsgremium
- Energieversorger
 - Erdgasnetzbetreiber
 - Stromnetzbetreiber
- Lokale Wirtschaft
 - Gewerbebetriebe, Handel, Dienstleistungen
- Landwirtschaft & Winzer

- Bürgerschaft
 - Insbesondere Gebäudeeigentümer

2.2 Beteiligungskonzept

Das Beteiligungskonzept ist ein wesentlicher Baustein bei der Entwicklung einer kommunalen Wärmeplanung. Durch die Einbindung lokaler Akteure soll das bestehende Wissen im Kontext der kommunalen Wärmeplanung integriert und somit die Akzeptanz von erarbeiteten Lösungen erreicht werden. Dazu wurden mehrere Veranstaltungen und Informationsformate durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

- **Projektmanagement / Kernteam:** Zu Beginn der Wärmeplanung wurde ein Kernteam aus dem Projektteam der badenovaNETZE und Vertretern der fünf Verwaltungen gebildet. Das Kernteam hat sich über den gesamten Projektzeitraum in regelmäßigen Abstimmungsterminen zusammgefunden und gemeinsam organisatorische und inhaltliche Themen bearbeitet.
- **Markenzeichen:** Zur Vereinfachung der Kommunikation und zur Schaffung eines Wiedererkennungswerts wurde ein Markenzeichen für die kommunale Wärmeplanung im Konvoi der fünf Kommunen erstellt. Dieses Signet wurde und wird sowohl für die interne als auch für die öffentliche Kommunikation genutzt.
- **Fachliche Workshops:** Die fachlichen Workshops hatten zum Ziel, die relevanten Akteure und Entscheidungsträger vor Ort über den Sachstand der kommunalen Wärmeplanung zu informieren, an der Entwicklung des Wärmeplans zu beteiligen und die Ergebnisse zu diskutieren. Die Wärmeplanung wurde um das lokale Wissen der Akteure ergänzt, damit verifiziert und umsetzungsorientiert gestaltet. Es nahmen Vertreter der Stadtverwaltungen sowie der lokalen Energieversorger und Wärmenetzbetreiber teil. Der 1. Stakeholderworkshop legte inhaltlich den Fokus auf die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie des ersten Entwurfs der Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung. Zum 2. Stakeholderworkshop wurden zusätzlich zu den bisher vertretenden Akteuren außerdem Vertreter aus jeder Gemeinderatsfraktion der fünf Kommunen eingeladen. Inhaltliche Themen waren hier das Zielszenario und die Sammlung und Erarbeitung von Maßnahmen.
- **Politische Ebene:** Als Entscheidungsträger ist das Gemeinderatsgremium von wesentlicher Bedeutung bei der Entwicklung und Verankerung der kommunalen Wärmeplanung. Im Rahmen öffentlicher Sitzungen des Gemeinderates wurden die Zwischenergebnisse und Eignungsgebietsdefinitionen jeweils in den fünf Kommunen vorgestellt und erläutert. Schließlich wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung wiederum in öffentlichen Gemeinderatssitzungen vorgestellt und eine Offenlage durchgeführt. Abschließend wurde den Gemeinderatsgremien das Fachgutachten zum Beschluss vorgelegt.
- **Bürgerinformationsveranstaltungen:** Alle Bürger und interessierten Akteure der Kommunen konnten sich im Rahmen von zwei öffentlichen Informationsveranstaltungen über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung informieren. Die erste Veranstaltung diente zur Präsentation und Erläuterung der Zwischenergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse, ergänzt durch Informationen zu klimafreundlichem Heizen und gesetzlichen Anforderungen beim Heizungstausch. Die zweite Veranstaltung informierte in Form einer Abschlusspräsentation über die Ergebnisse der Wärmeplanung und der Maßnahmen. Fragen und Anmerkungen der Teilnehmenden wurden jeweils geklärt und aufgenommen.
- **Offenlage des Fachgutachtens:** In Abstimmung mit der Stadtverwaltung wurde entschieden, dass der kommunale Wärmeplan vor dem Feststellungsbeschluss durch den Gemeinderat der



Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden sollte, um den Akteuren und der Bürgerschaft die Möglichkeit zu geben, sich über die Ergebnisse und die geplanten Maßnahmen im Detail zu informieren und um sie an der Wärmeplanung zu beteiligen. Das Fachgutachten der Stadt war insgesamt vier Wochen öffentlich über die Webseite der Stadt zugänglich. Es gingen keine Einwände zur Niederschrift ein.

Tabelle 1 listet die im Rahmen der Öffentlichkeits- und Akteursbeteiligung durchgeführten Veranstaltungen und Formate auf und gibt einen Überblick über die jeweiligen Zielgruppen und Teilnehmenden.

	Kernteam	Verwaltung	Gemeinderat	Stakeholder/Akteure	Bürgerschaft
Regelmäßiger Jour-fixe	X				
Auftaktveranstaltung	X	X			
Zwischenergebnisse in den Gemeinderäten	X	X	X		
1. Stakeholder-Workshop (Bestands- & Potenzialanalyse)	X	X		X	
1. Bürgerinfoveranstaltung	X			X	X
2. Stakeholder-Workshop (Maßnahmen & Szenarien)	X	X	X	X	
Ergebnispräsentationen	X		X		
2. Bürgerinfoveranstaltung	X			X	X
Offenlage des Fachgutachtens	X	X	X	X	X
Feststellungsbeschluss	X		X		

Tabelle 1 – Übersicht der Termine im Beteiligungskonzept und der jeweiligen Zielgruppen

3. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Stadt Vogtsburg i. K. erfasst. Ein zentraler Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche auf der Gemarkungsfläche der Stadt über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften, Verkehr) zu. Die Energie- und THG-Bilanz liefert somit einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Stadt und die lokalen THG-Emissionen. Sie wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Kommunen und Jahren vergleichbar ist.

Da beim Transport von Wärme mit großen Verlusten zu rechnen ist, ist die räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans ein weiterer wichtiger Baustein. Daher wurden im Rahmen der Bestandsanalyse räumliche Daten des Gebäudebestands, der Energieinfrastruktur und des Energieverbrauchs digital erfasst und ausgewertet.

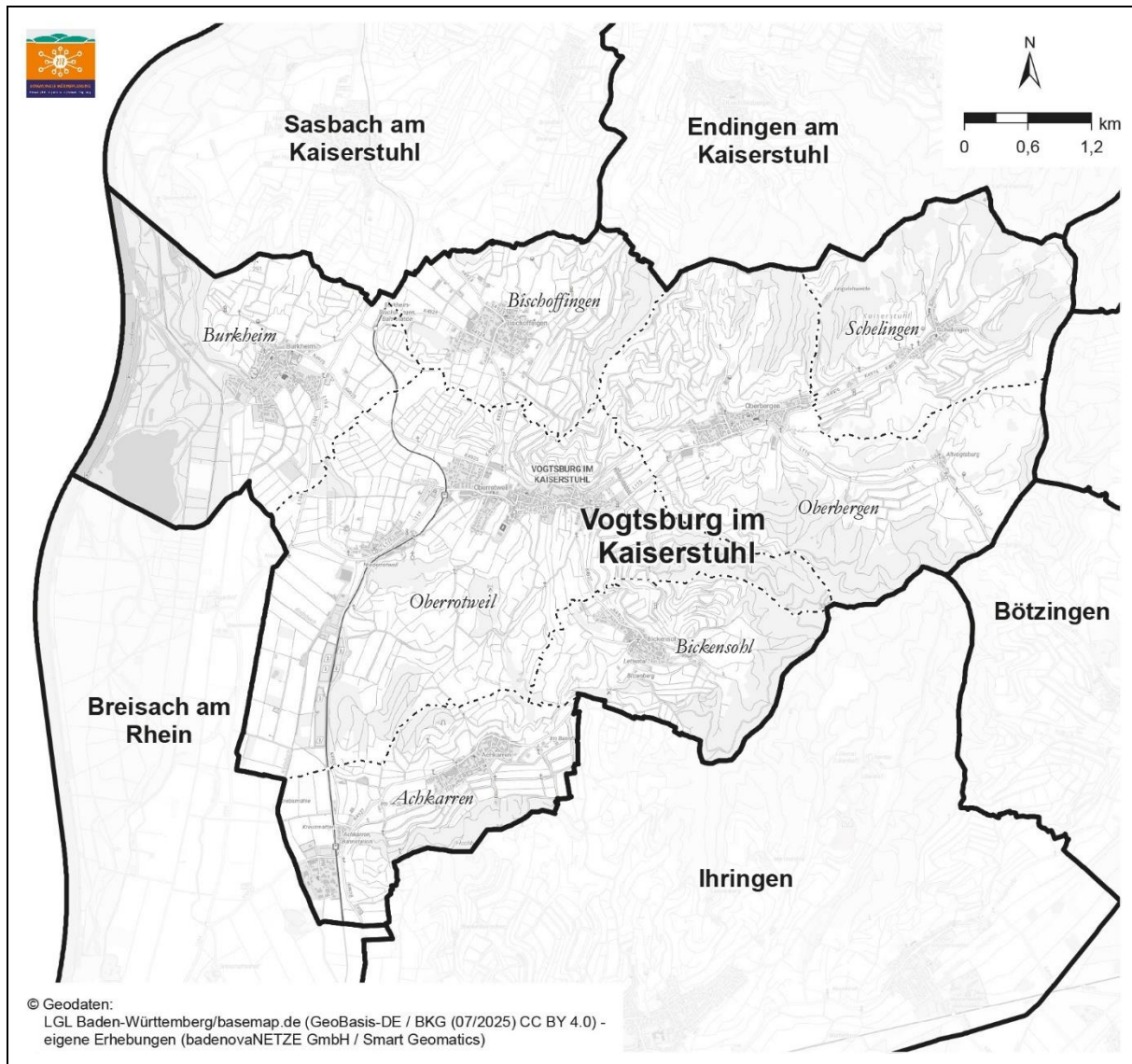
In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Stadt und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Stadt sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen THG-Emissionen. Anschließend wird auf die Themen Sektorenkopplung und Stromerzeugung in der Stadt und die Rolle von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch festgehalten.

3.1 Struktur der Stadt Vogtsburg i. K.

Vogtsburg i. K. ist eine Stadt im Südwesten Baden-Württembergs, innerhalb des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald und liegt an der deutsch-französischen Grenze. Sie liegt im Kaiserstuhl und grenzt im Westen an den Oberrhein. Ca. 20 km entfernt im Osten liegt Freiburg im Breisgau, etwa 60 km Luftlinie südlich liegt Basel. Zum Norden hin folgt die Gemarkung Sasbach, im Osten die Gemarkungen Bahlingen, Eichstetten, Bötzingen und im Süden Ihringen, sowie im Westen die Gemarkungen Breisach a. R., Baltzenheim (Elsass) und Artzenheim (Elsass).

Die Gemarkung umfasst ca. 3.736 ha und liegt ca. 218 m ü. NN. Die Stadt Vogtsburg i. K. gliedert sich in die sieben Stadtteile Oberrotweil (mit Niederrotweil), Burkheim, Bischoffingen, Oberbergen, Scheffingen, Achkarren, Bickensohl. In Vogtsburg i. K. leben 6.234 Menschen (Stand 2024), wobei die Bevölkerungsentwicklung seit Beginn der Datenaufzeichnung und auch in den letzten Jahren noch einen nahezu stetigen Zuwachs aufzeigt.

Vogtsburg i. K. ist mit 1.340 ha Rebfläche die flächengrößte Weinbaubetreibende Gemeinde in Baden-Württemberg, sechs Winzergenossenschaften und rund 40 Weingüter sorgen für eine qualitativ hochwertige Weinauswahl. Neben dem Wein wird auch viel Obst angebaut, vor allem Kirschen, Zwetschen und Äpfel. Neben der Landwirtschaft kommt dem Tourismus immer größere Bedeutung zu.



Karte 2 – Gliederung der Stadt Vogtsburg i. K. mit ihren Ortsteilen

3.2 Erfassung des Gebäudebestands

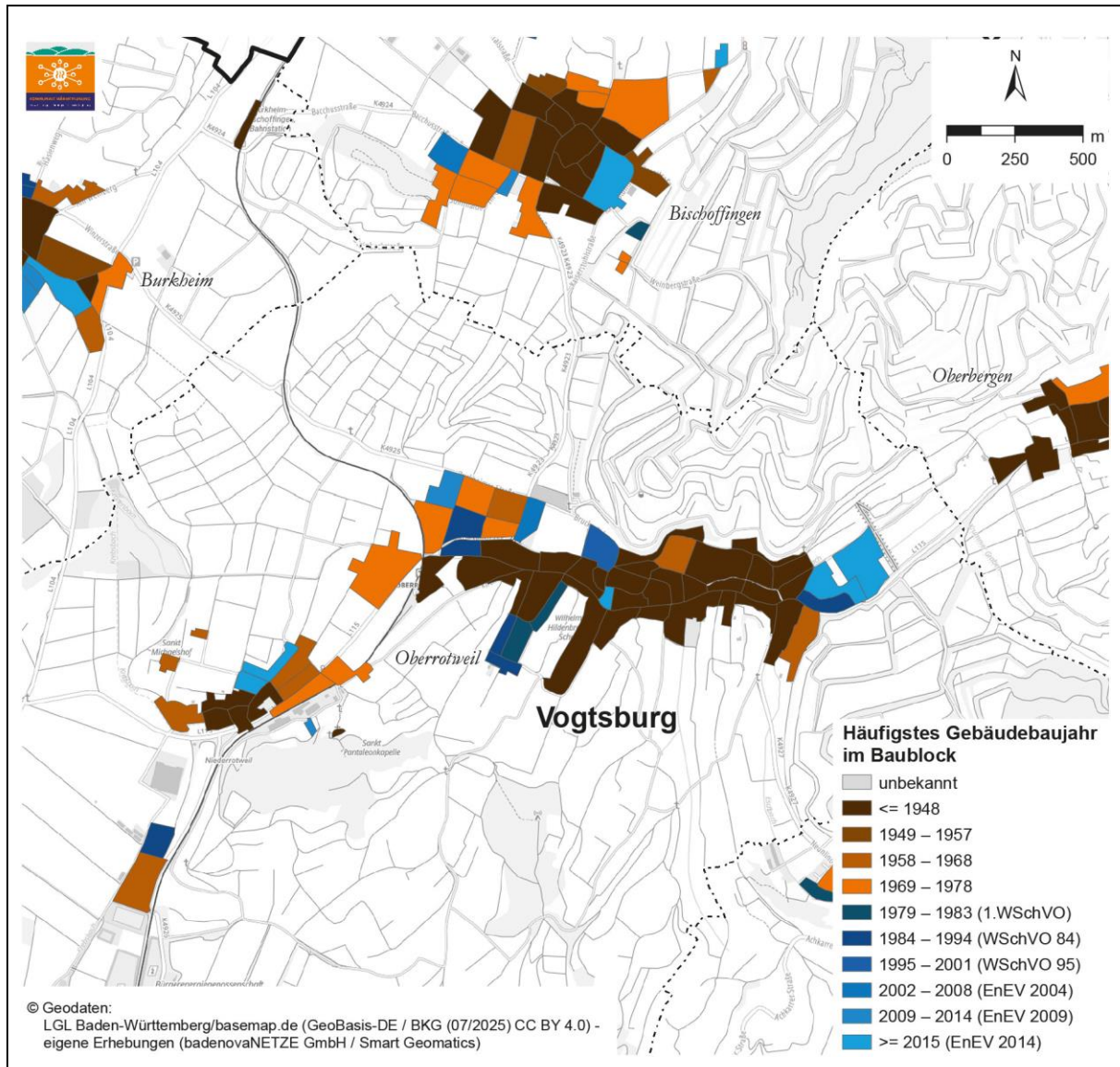
Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Stadt wurde der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt gemäß der „deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU). Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

3.2.1 Baualtersklassen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Vogtsburg i. K. treffen. Hierzu wurden die vorwiegenden Altersklassen der Gebäude auf Baublockebene dargestellt und ausgewertet (vgl. Karte 3). Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

In Vogtsburg i. K. befinden sich zahlreiche Gebäude mit einem Baujahr vor 1950, die somit noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Diese stehen mehrheitlich in den Ortsmitten

der Stadtteile und entlang der Hauptverkehrsachsen. Deutlich wird, dass insbesondere in den 1970er und 1980er neue Wohngebiete erschlossen wurden. Insgesamt sind immer wieder neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, sodass heute in einigen Bereichen eine gemischte, aber insgesamt eine ältere Gebäudestruktur aufzufinden ist (vgl. Abbildung 2).



Karte 3 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

In Vogtsburg i. K. sind 74 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist. Abbildung 2 stellt die Anzahl der Wohngebäude in der Stadt nach Baualter dar.

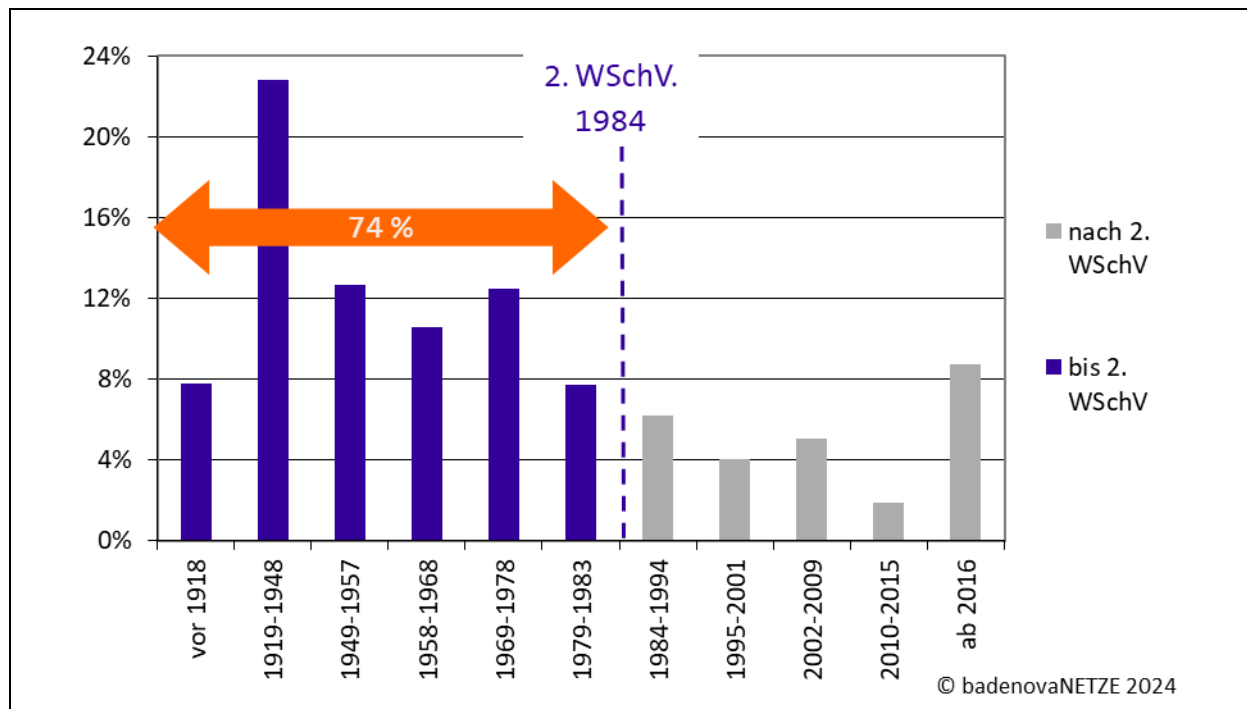


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualterklassen in Vogtsburg i. K.

3.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. In Vogtsburg i. K. gibt es etwa 1.816 Wohngebäude und die Gebäudekategorie Wohnen hat mit 81 % aller Gebäude den größten Anteil am Gebäudebestand.

Charakteristisch für kleinere Städte sind freistehende Ein- bis Zweifamilienhäuser, die in Vogtsburg i. K. mehr als 50% des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 3). Die Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine wichtige Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer oder Eigentümerin selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

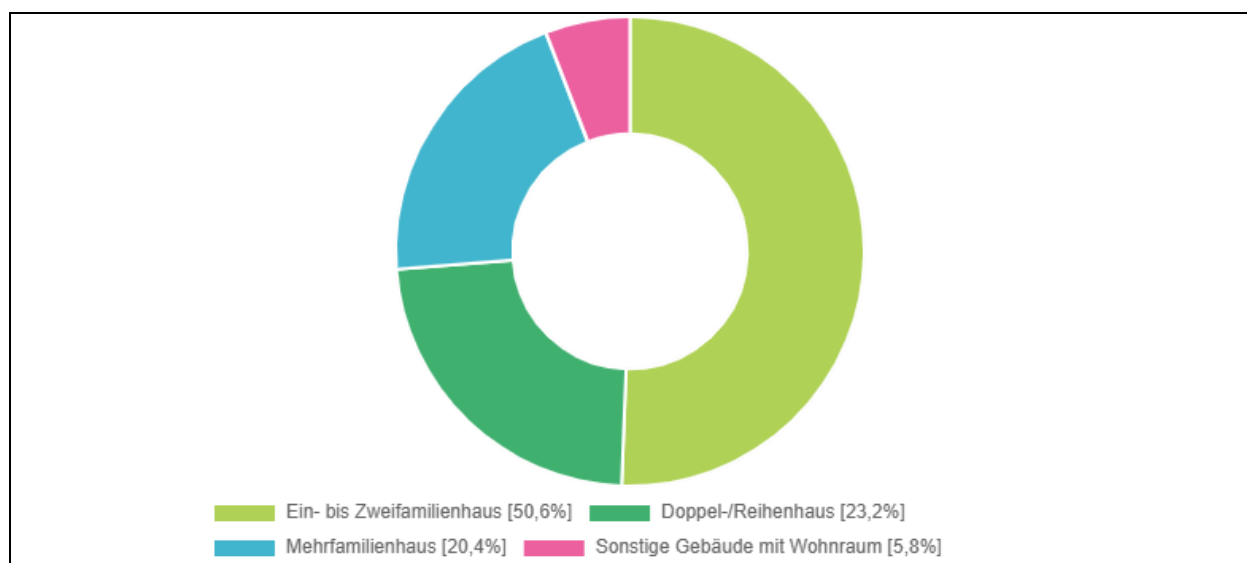
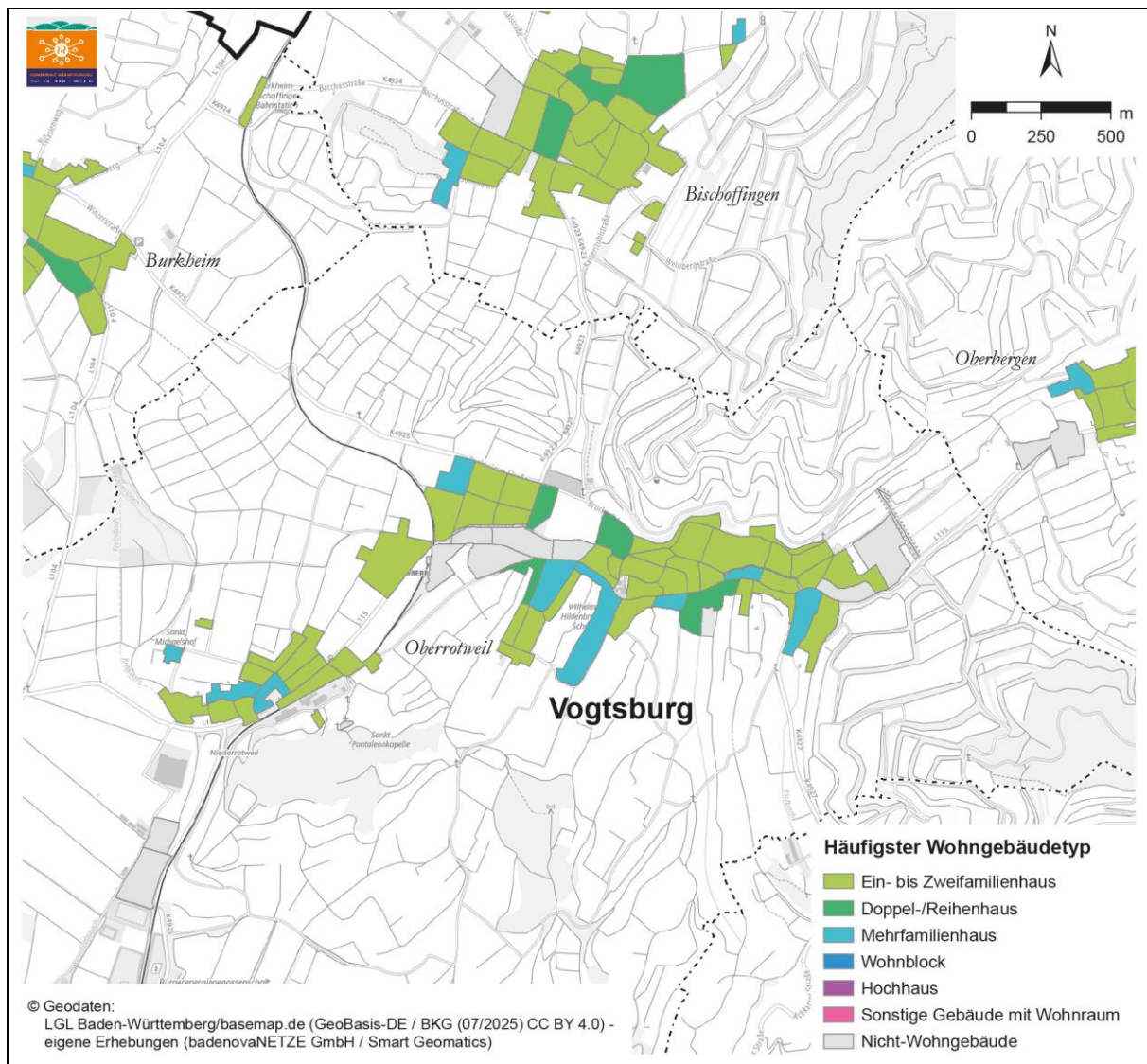


Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudearten in Vogtsburg i. K.

Karte 4 zeigt die räumliche Verteilung der häufigsten Gebäudetypen auf Baublockebene.



Karte 4 – Wohngebäudetypen in Vogtsburg i. K.

3.2.3 Wärmebedarf der Gebäude

Ausgehend von der Einordnung des Gebäudebestands nach Gebäudetyp und -alter und Daten zur Gebäudekubatur wurde für jedes Wohngebäude der Wärmebedarf und das Energieeinsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen rechnerisch ermittelt. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hamacher & Hausladen, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden (siehe Abschnitt 4.2.3). Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hamacher & Hausladen, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der dort lebenden Personen, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), die Witterung, der Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem. Der

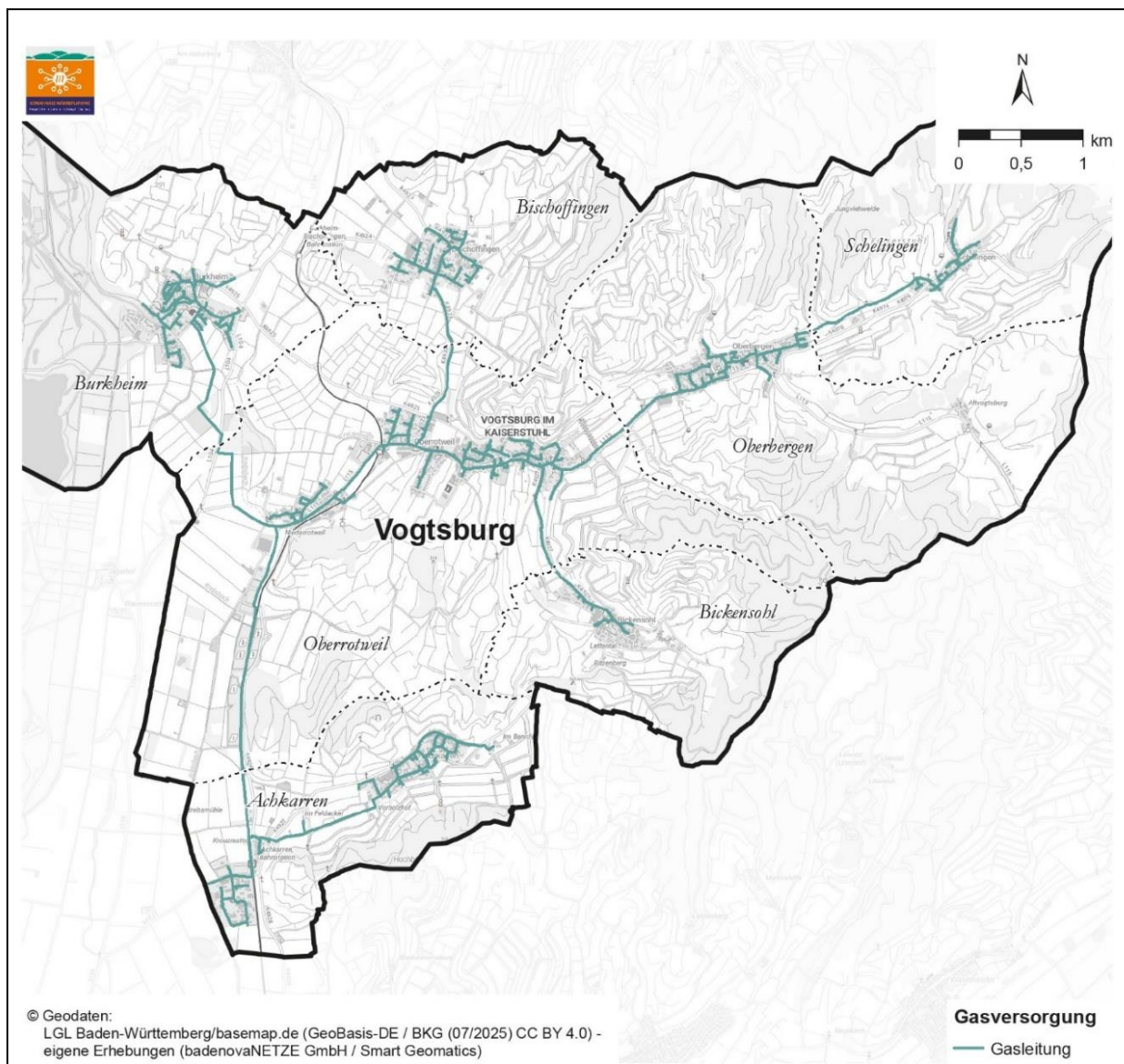
Wärmebedarf der Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung der Potenziale und des Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Stadt wird der Endenergieverbrauch im Abschnitt 3.4 näher beschreiben.

3.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Die Energieinfrastruktur gibt Hinweise zu Art und Menge der zur Wärmeversorgung eingesetzten Energieträger. Zusätzlich werden aus diesen Daten Effizienz- und Einsparpotenziale berechnet. Im folgenden Abschnitt wird der aktuelle Stand der Wärmeenergieversorgung der Stadt beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagen Daten.

3.3.1 Gasinfrastruktur, Wärmenetze und Sektorkopplung

Das Gasnetz ist ein zentraler Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur der Stadt. Erdgas hat den höchsten Anteil aller Energieträger, die zur Wärmeerzeugung in der Stadt dienen. Fast alle Ortsteile der Stadt, sowie die Gewerbe und Wohngebiete sind mit dem Erdgasnetz erschlossen. Lediglich Altvogtsburg und südöstliche Teile von Bickensohl sind nicht angeschlossen bzw. weisen eine niedrige Gasanschlussquote auf. Die Stadt Vogtsburg i. K. verfügt über kein Wärmenetz. Karte 5 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbaustand der Gasnetzinfrastruktur.

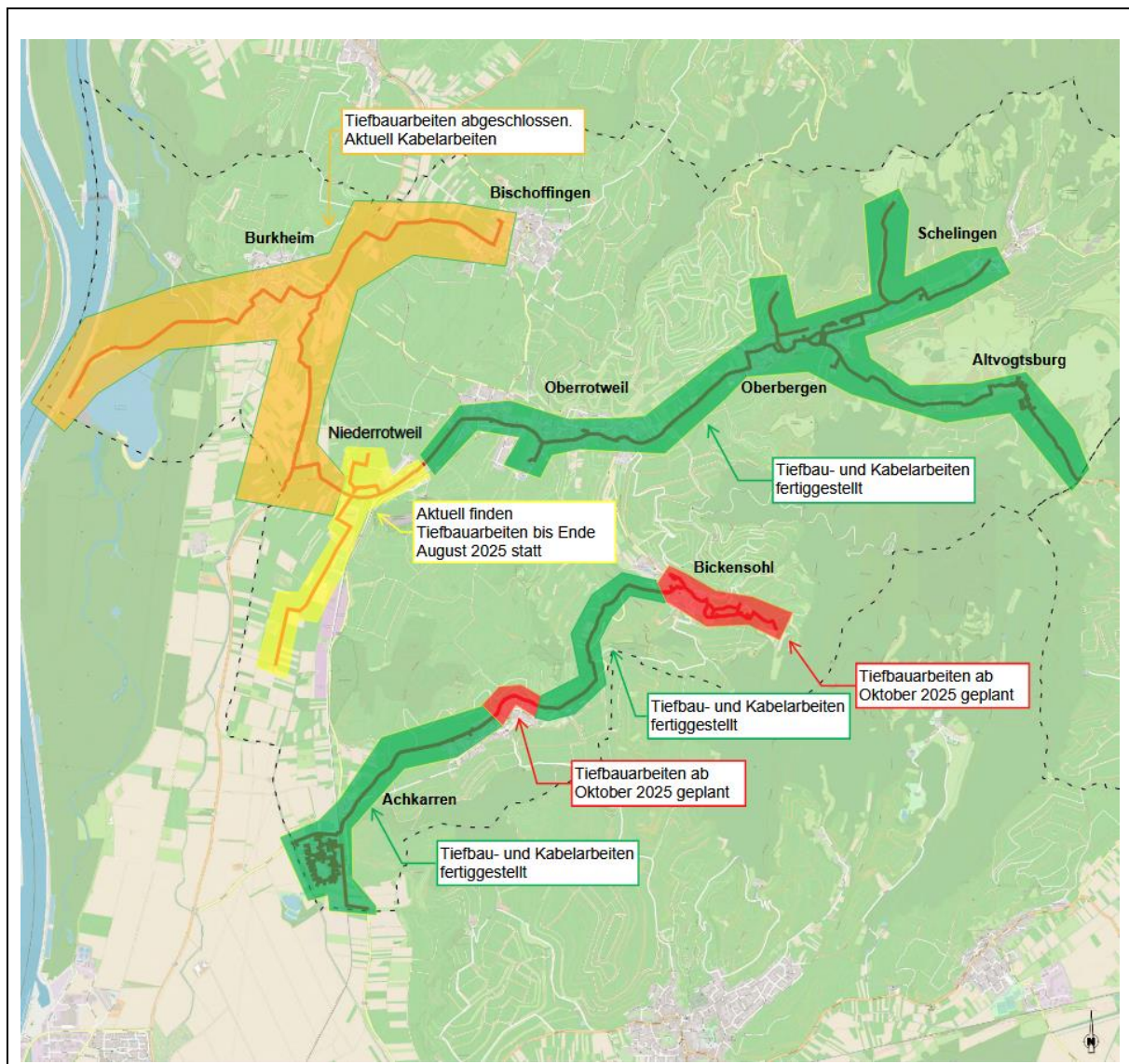


Karte 5 – Gasnetzinfrastruktur der Stadt Vogtsburg i. K.

3.3.2 Breitbandinfrastruktur

Im Sinne einer integrierten Infrastrukturplanung und koordinierten Baumaßnahmen an der Straßeninfrastruktur werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weitere mögliche Straßenbauvorhaben in der Stadt betrachtet. Hierzu werden der Stand und die Planungen des Breitbandausbaus einbezogen. Zu berücksichtigen ist, dass Wärmeleitungen in der Regel unter den Verkehrsstraßen verlegt werden, während Breitbandleitungen dagegen meist unter dem Gehweg verlegt werden. Ob es Synergieeffekte bei einem potenziellen Wärmenetzausbau und dem Breitbandausbau gibt, sollte somit im Einzelfall geprüft werden.

Seit Sept. 2023 wird der Stadtteil Oberrotweil mit Breitband ausgebaut. Die Baumaßnahme soll zu Beginn 2026 abgeschlossen sein. Ebenfalls sollen die noch unterversorgten Stadtteile Altvogtsburg, Oberbergen und das Gewerbegebiet Achkarren im Jahr 2025 an das Breitband angeschlossen werden und der Netzbetrieb in 2026 starten. Somit sind hier aufgrund der fortgeschrittenen Baumaßnahme keine Synergieeffekte zu erzielen.



Karte 6 – Breitbandausbau der Stadt Vogtsburg i. K. (Kartengrundlage/Quelle: regioDATA GmbH)

3.3.3 Erzeugungsanlagen

Wesentlicher Bestandteil der lokalen Wärmeinfrastruktur sind die vor Ort installierten Heizanlagen. Hierzu wurden Daten durch eine Abfrage bei den örtlichen Schornsteinfegern ermittelt und ausgewertet. Diese enthalten Angaben zur installierten Leistung, zu Energieträgern und Einbaujahr der Anlagen. Die Daten wurden ergänzt durch Angaben des Stromverteilnetzbetreibers zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.

Eine Auswertung der Heizanlagenstatistik zeigt, dass ein Großteil der primären Heizanlagen in Vogtsburg i. K. mit den fossilen Energieträgern Erdgas (43 %) und Heizöl (32 %) betrieben werden. Insgesamt ca. 14 % der Gebäude heizen mit einer Holzzentralheizung (Scheitholz, Hackschnitzel oder Holzpellets (2,1%)). Weitere 11 % der Heizanlagen sind Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen (vgl. Abbildung 4). Zusätzlich hierzu haben viele Gebäude eine Zusatzheizung wie Kaminöfen, Kachelöfen und Schwedenöfen.

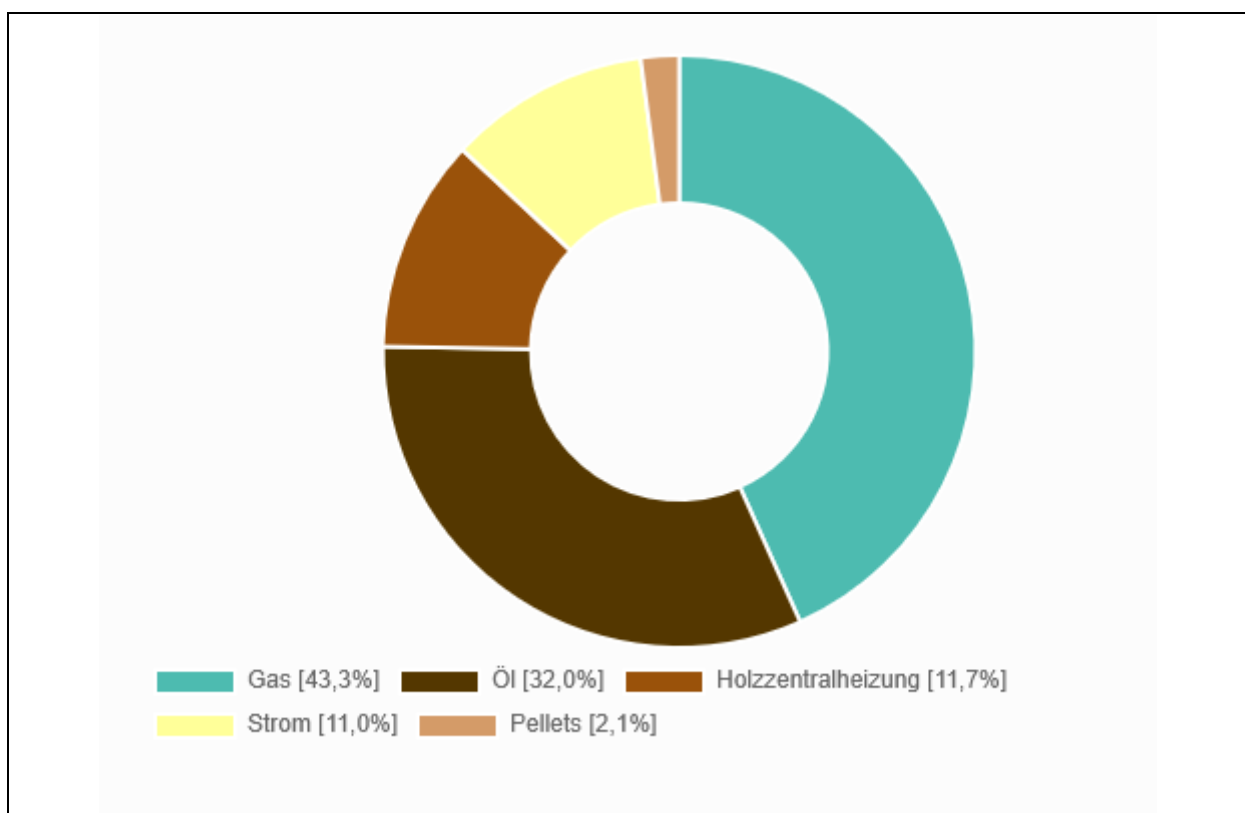
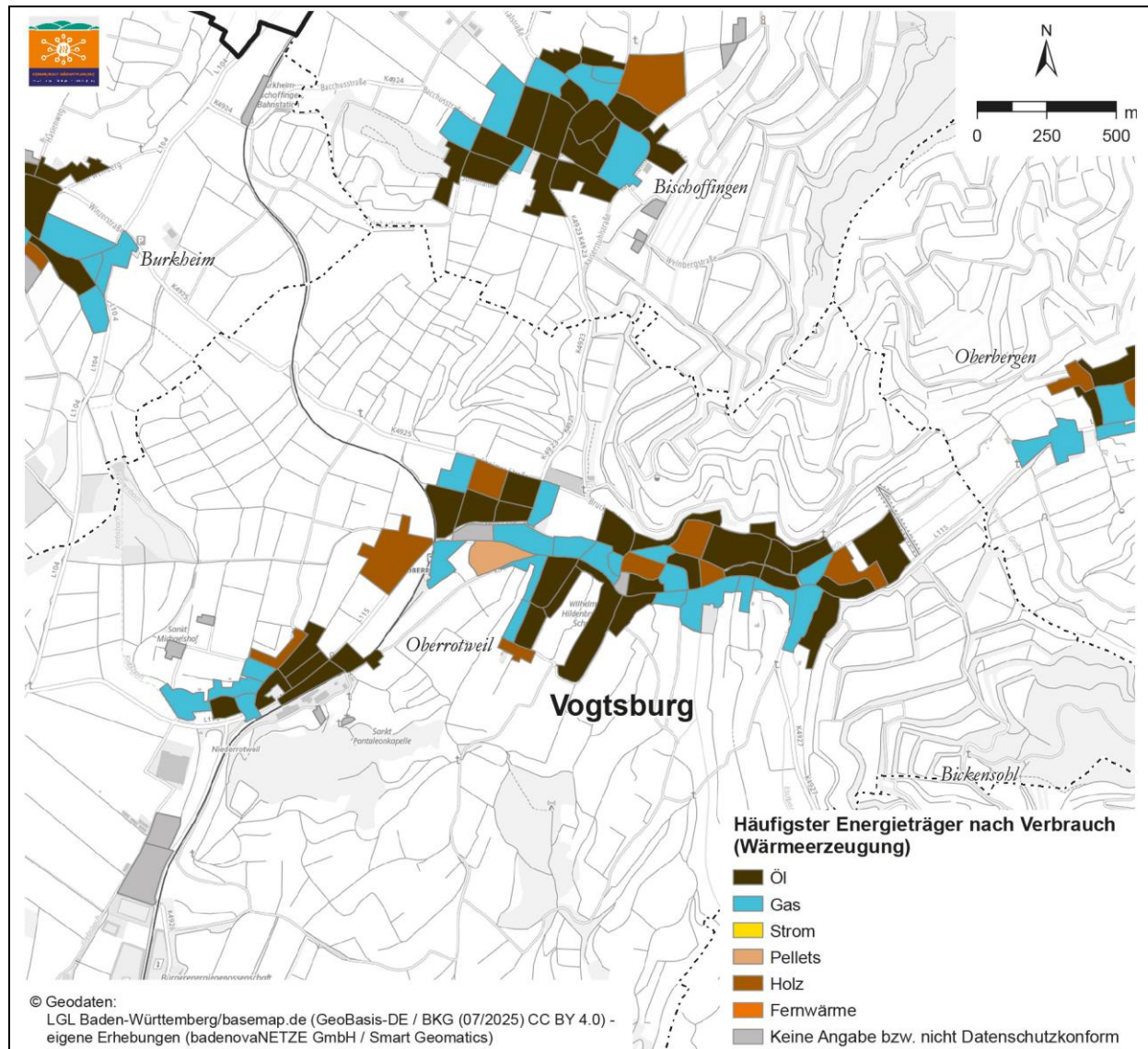


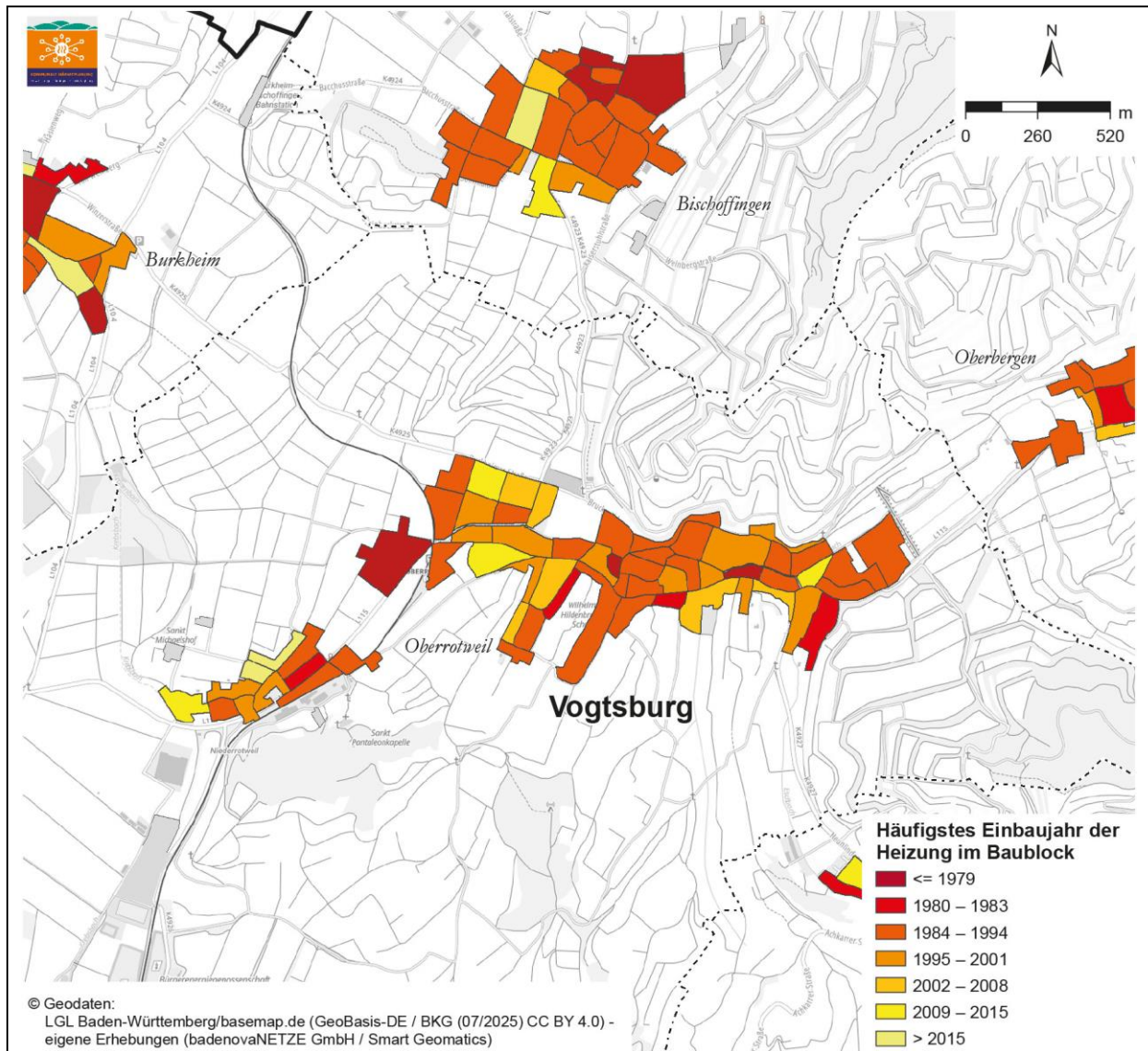
Abbildung 4 – Anzahl der primären Heizanlagen in Vogtsburg i. K. nach Energieträger

Karte 7 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass überwiegend Erdgas und Heizöl als Energieträger eingesetzt werden. In Schelingen überwiegen die Erdgasheizungen, hingegen sind in zahlreichen Baublöcken in den Ortsteilen Bickensohl und Bischoffingen Heizölheizungen der vorwiegende Energieträger.



Karte 7 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene

Das Alter der Heizungen ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls wichtig, denn es liefert einen Hinweis, in welchen Gebieten der Stadt in den kommenden Jahren vermehrt Heizungswechsel anstehen werden. Diese Information kann sowohl für gezielte Energieberatungsangebote oder bei dem Aufbau eines Wärmenetzes Hinweise auf einen potenziellen Anschlusszeitraum geben. Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen (nur bei Feuerungsanlagen vorhanden) zeigt, dass etwa 51 % der Heizanlagen bereits älter als 20 Jahre sind und somit ein Heizungswechsel in den kommenden Jahren wahrscheinlich ist (vgl. Abbildung 5). Karte 8 stellt zudem das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.



Karte 8 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene

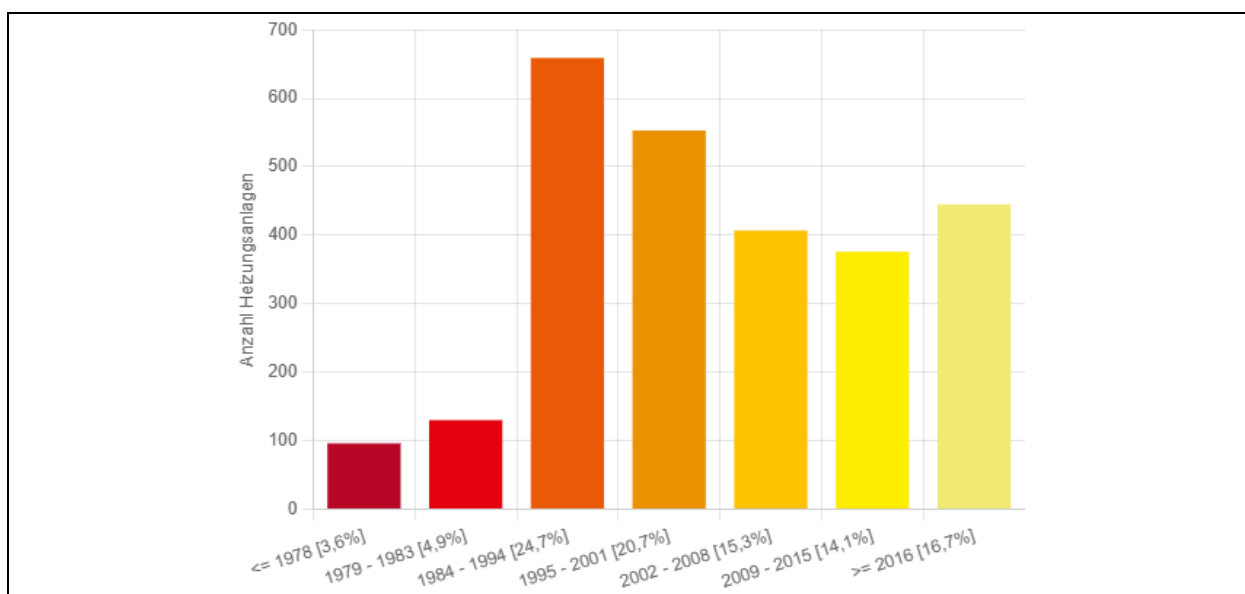


Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Vogtsburg i. K.

3.4 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen, erfasst der Endenergieverbrauch die tatsächlich vor Ort eingesetzte Energiemenge. Damit können Faktoren wie die Wirkungsgrade der Heizanlagen, das Nutzerverhalten und der Energieverbrauch für die Prozesswärme im Gewerbe betrachtet werden. Der Endenergieverbrauch für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) der Stadt, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021 mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BICO2 BW (Version 3.1) ermittelt (IFEU)

3.4.1 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Vogtsburg i. K. 64.514 MWh im Jahr 2021. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Stadt mit einem Anteil von etwa 61 %. An zweiter Stelle hatte der Sektor Gewerbe und Sonstiges einen Anteil von 33 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Ein Wärmeverbrauch des verarbeitenden Gewerbes hinsichtlich Raum- und Prozesswärme sind auf dem Gemeindegebiet mit 3 % nur sehr gering vorhanden. Die kommunalen Liegenschaften haben nur einen kleinen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von rund 3 % (vgl. Abbildung 6).

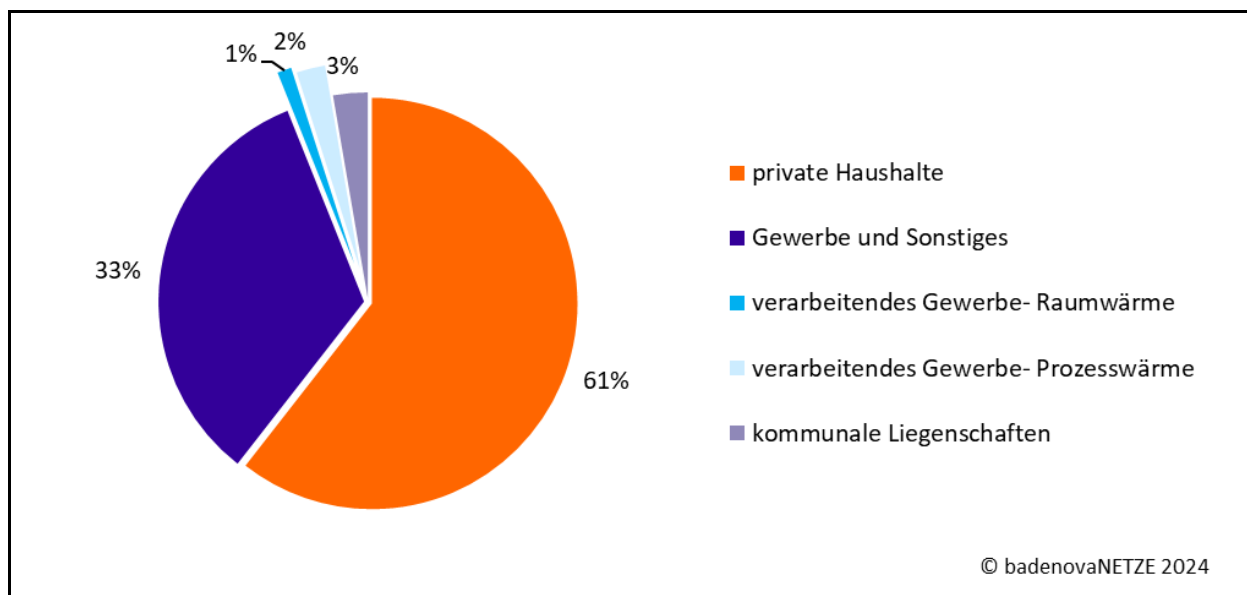


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2021 in Vogtsburg i. K. etwa 80 % fossile Energieträger eingesetzt, darunter vorrangig Heizöl und Erdgas. Erneuerbare Energieträger deckten insgesamt 16,7 % des Wärmeverbrauchs der Stadt. Darunter ca. 10 % Holzanteil, 3,1 % Solarthermie und ca. 3,6 % Umweltwärme. Die Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs auf die Energieträger ist in Abbildung 7 dargestellt und die eingesetzten Mengen sind in Tabelle 2 festgehalten.

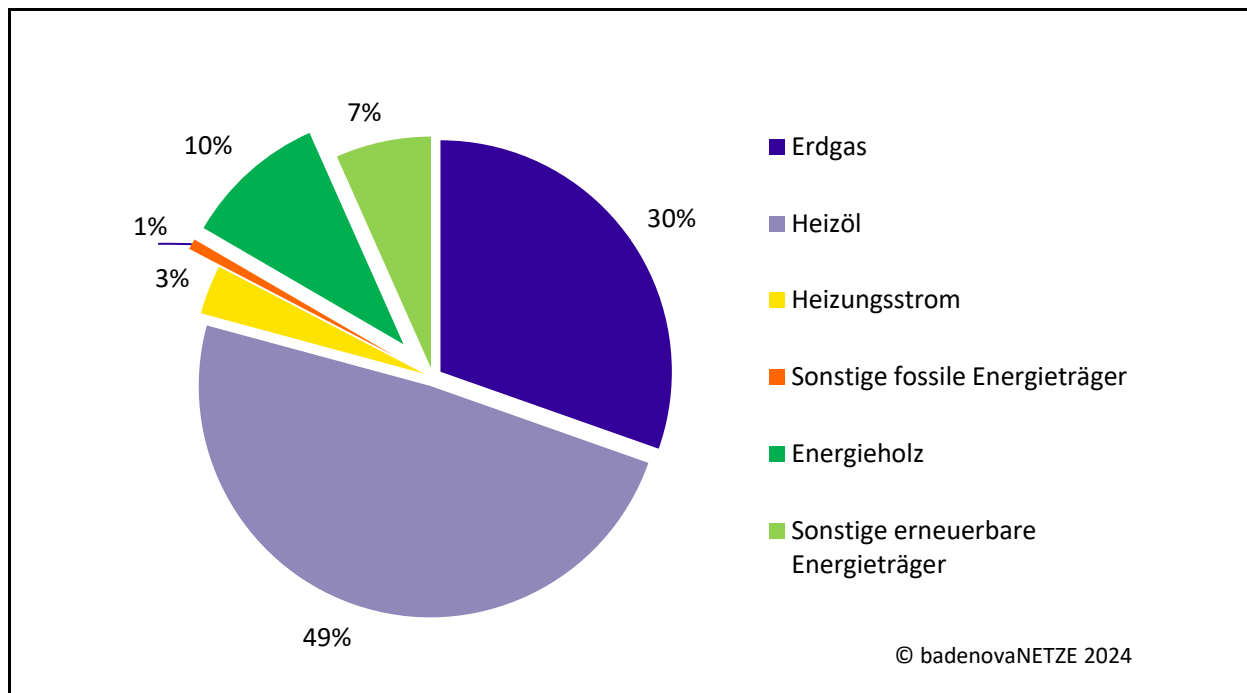


Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2021)	Anteil am Gesamtwärmeverbrauch
Erdgas	19.611	30,4 %
Heizöl	31.488	48,8 %
Heizungsstrom	2.220	3,4 %
Kohle	90	0,1 %
Wärmenetze	-	- %
Flüssiggas	386	0,6 %
Energieholz	6.421	10,0 %
Solarthermie	2.031	3,1 %
Umweltwärme	2.257	3,6 %
Sonstige Erneuerbare Energieträger Gewerbe	10	0,01 %
Gesamt	64.514	100 %

Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Vogtsburg i. K. nach Energieträger (2021)

Abbildung 8 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung des Wärmeenergieverbrauchs nach Energieträger und Sektoren. Hierbei wird der Wirtschaftssektor grundsätzlich in den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung („Gewerbe und Sonstiges“) und in den Sektor des verarbeitenden Gewerbes (Industrie) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wird dabei in Raum- und Prozesswärme unterteilt.

Die Darstellung verdeutlicht den hohen Anteil der privaten Haushalte am Gesamtenergieverbrauch sowie den hohen Anteil der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung.

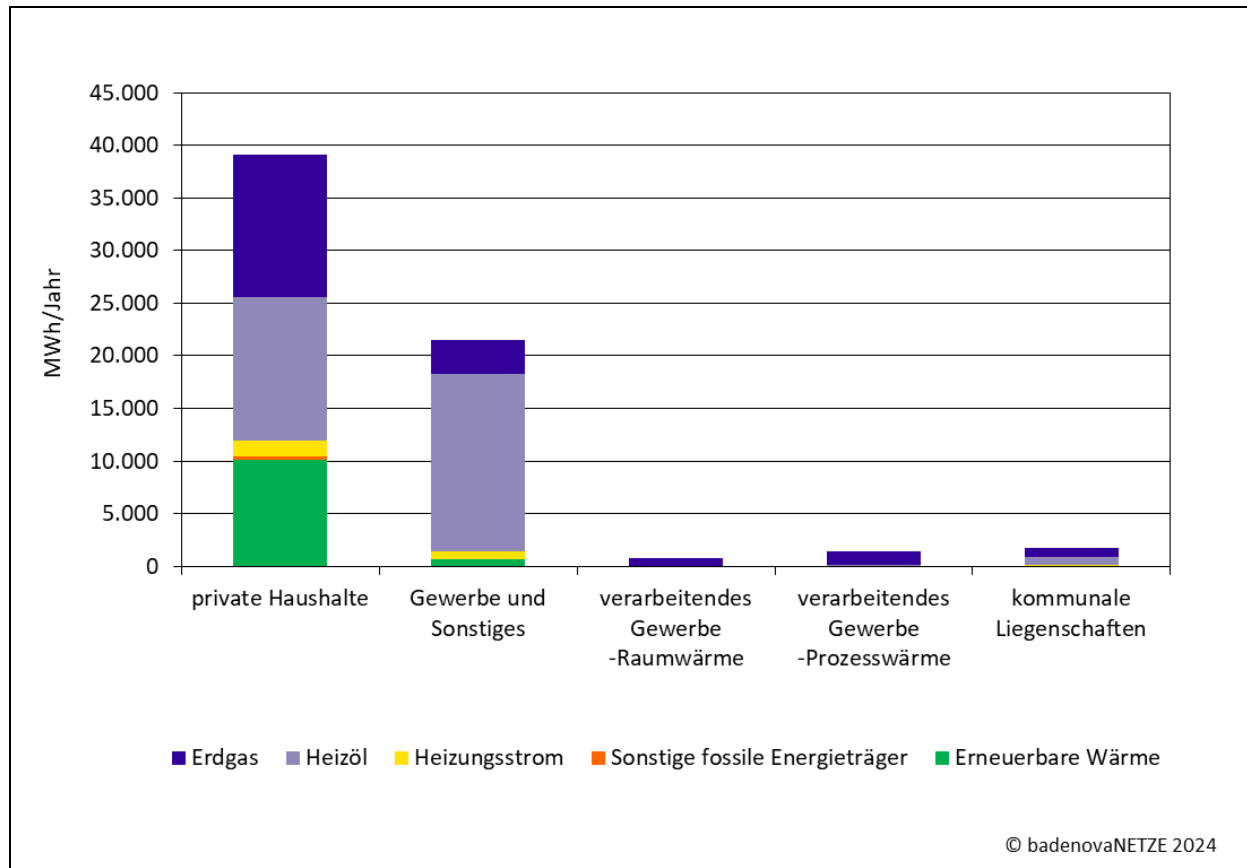


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)

3.4.2 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2021 ca. 1.747 MWh Energie für die Wärmeversorgung eingesetzt. Davon sind Erdgas ca. 49 % bzw. 851 MWh zuzuordnen und 46 % bzw. 808 MWh Heizöl. Die übrigen 5 % bzw. 89 MWh wurden mit Heizungsstrom erzeugt.

Die eingesetzte Energiemengen zur Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften der Stadt ist in Abbildung 9 nach Energieträgern dargestellt. Die Abbildung zeigt den absoluten Wärmeverbrauch.

Der Gebäudekomplex der Turn- und Festhalle zzgl. Krabbelstube, Miet- und Flüchtlingswohnung in Burkheim weist mit ca. 294 MWh den höchsten absoluten Verbrauch der kommunalen Liegenschaften im Jahr 2021 auf. Dies liegt an der insgesamt großen beheizten Fläche bzw. Volumen und an den hohen Nutzungszeiten dieser Gebäude. Die Liegenschaft ist mit Abstand die flächenmäßig größte Liegenschaft der Stadt.

An zweiter Stelle verbraucht das Rathaus, welches mit einem Erdgaskessel aus dem Jahr 1989 beheizt wird, rund 166 MWh im Jahr 2021.

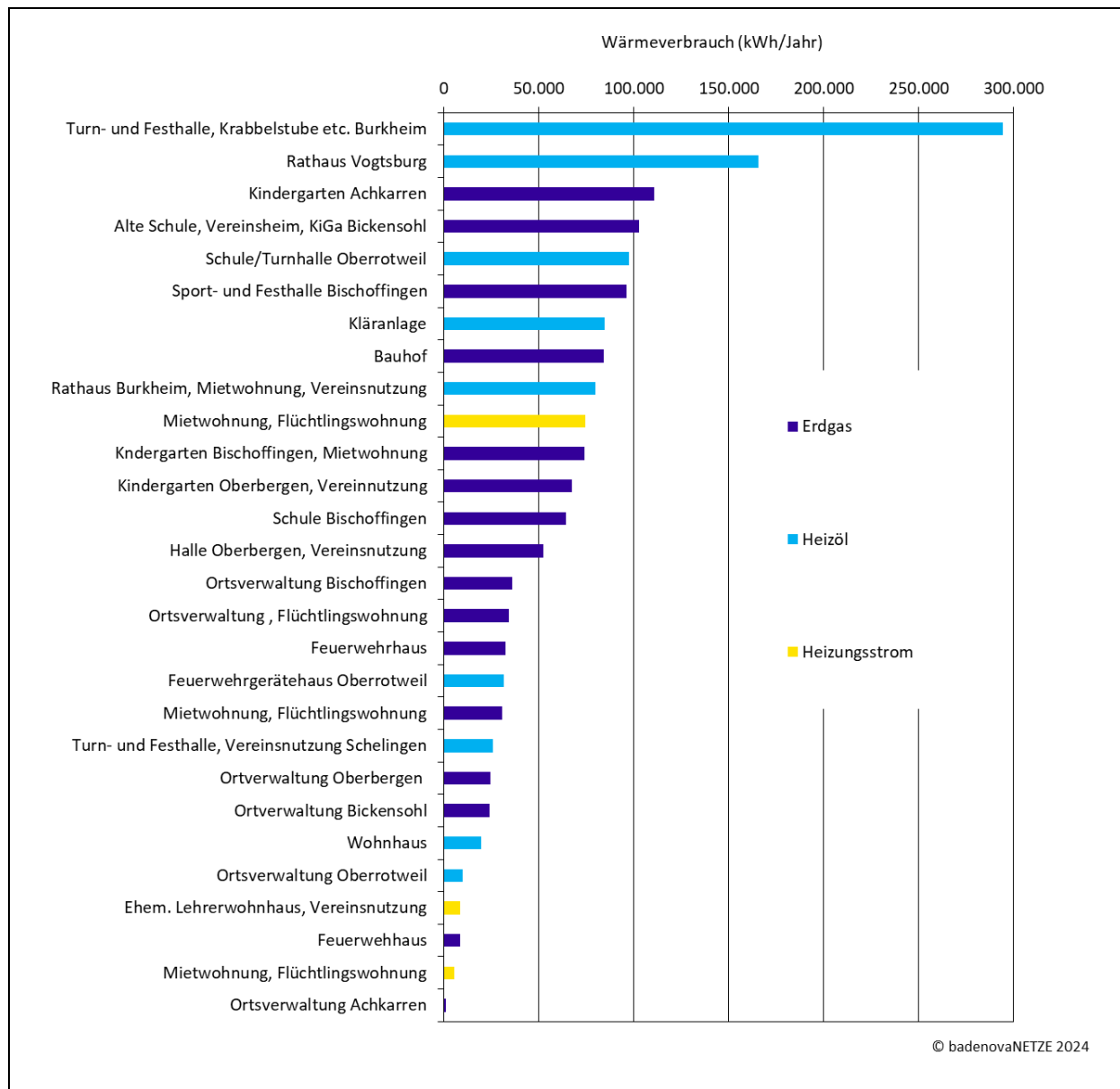


Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Vogtsburg i. K. (2021)

3.4.3 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/Prozesskälte

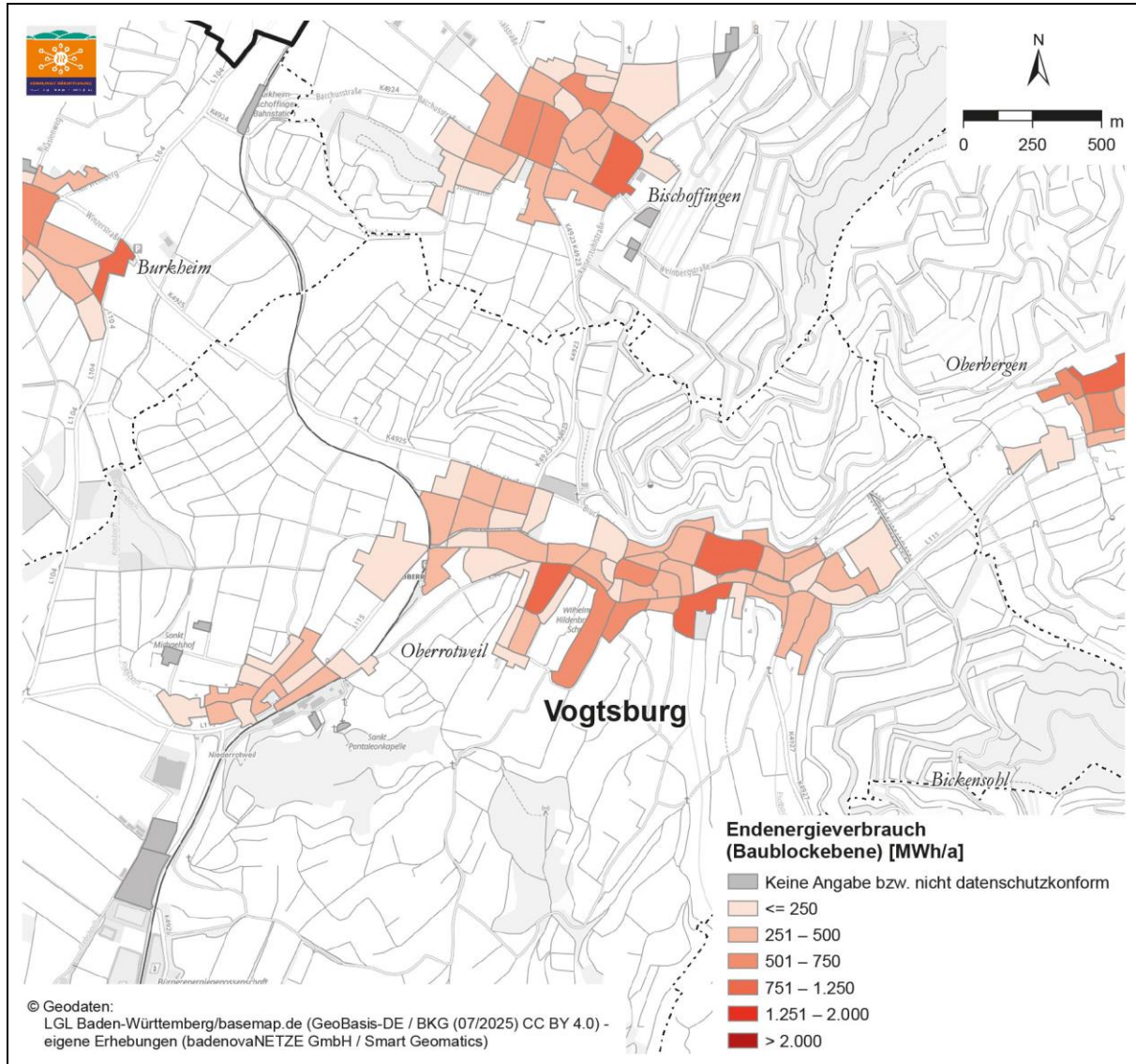
Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird der Energiebedarf für Prozesswärme und Prozesskälte berücksichtigt. Diese Energieformen sind besonders relevant für industrielle und gewerbliche Anwendungen, bei denen Wärme und Kälte kontinuierlich benötigt werden. Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie kommunale Liegenschaften vor allem der Raumwärme zuzuordnen ist, ist der Wärmeverbrauch des Sektors verarbeitendes Gewerbe/Industrie in Raumwärme und Prozesswärme/-kälte zu unterscheiden. Eine getrennte Betrachtung der Raumwärme und Prozesswärme/-kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, da sich die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten stark unterscheiden.

In Vogtsburg i. K. sind keine Abwärme relevanten Gewerbe- oder Industriebetriebe ansässig. Deshalb wurde in Abstimmung mit der Stadt beschlossen, dass keine Abfrage bei ortsansässigen Gewerbebetrieben hinsichtlich Abwärme durchgeführt wird.

3.4.4 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden.

Karte 9 zeigt den Wärmeverbrauch (Endenergie) in Vogtsburg i. K., aggregiert auf Baublockebene. Dabei werden mehrere Gebäude datenschutzkonform zu einem Baublock zusammengefasst.

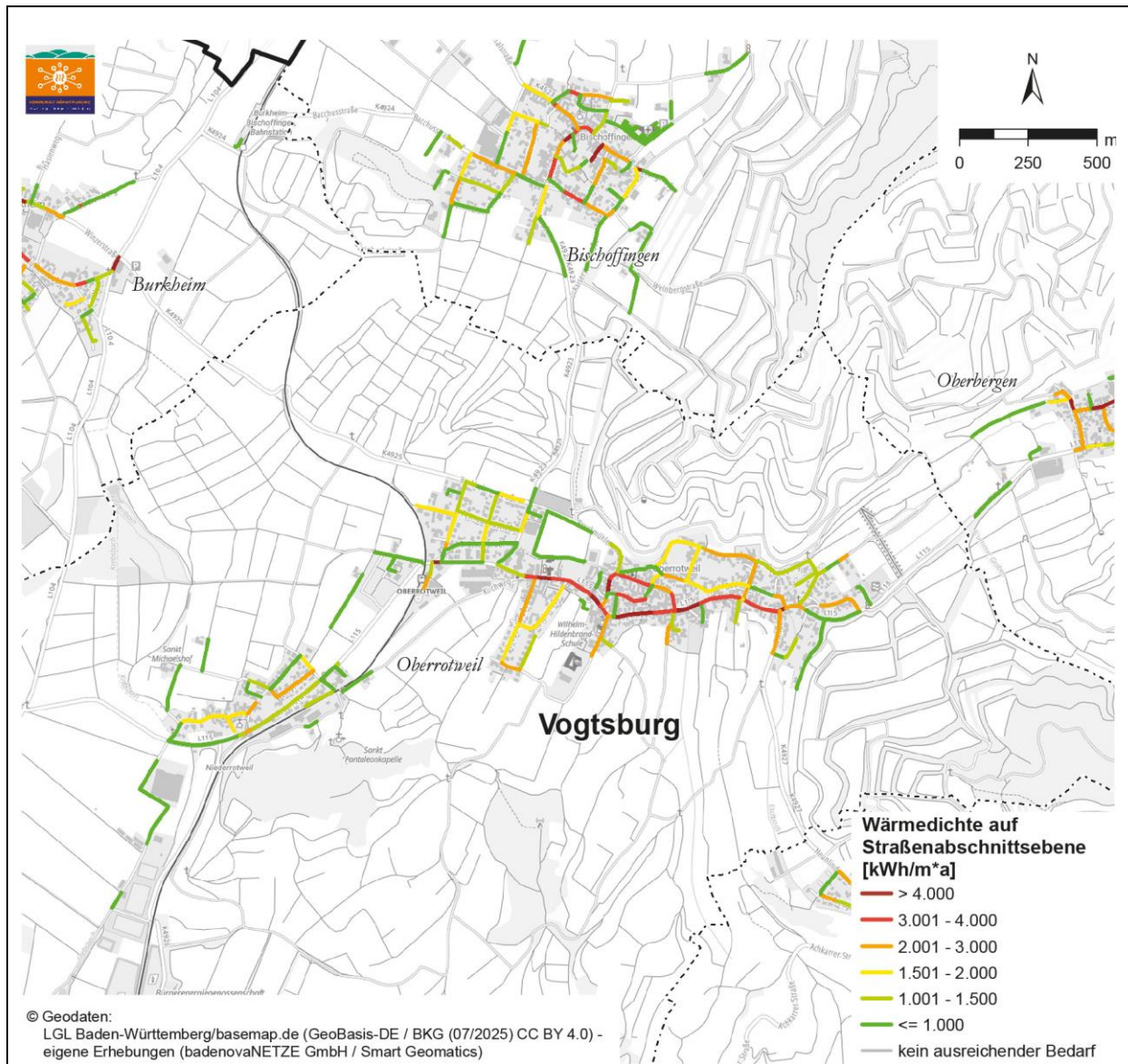


Karte 9 – Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Vogtsburg i. K. (2021)

Karte 10 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude, aggregiert auf Straßenzugsebene. In jedem Ortsteil sind größere zusammenhängende Bereiche mit hohem Wärmeverbrauch zu finden. Diese konzentrieren sich jeweils in den Ortsmitten und den Teilorten, wo die Gebäude tendenziell dichter bebaut sind und einen hohen spezifischen Wärmeverbrauch aufweisen.

Zu beachten ist, dass die Wärmelinienichte auch von der Straßenzugslänge und den möglicherweise nur punktuell darin befindlichen Großverbrauchern abhängig sein kann. Zudem werden die Verbräuche in einem automatisierten Verfahren den Straßenzügen zugeordnet, diese Zuordnung wird jedoch von einem Verlauf eines perspektivischen Wärmenetzes abweichen, da bei der Trassenplanung eines Wärmenetzes eine Vielzahl an weiteren Faktoren berücksichtigt werden muss. Für die operative Vor-

gehensweise bei der Wärmeplanung ist die Wärmedichte auf Straßenzugsebene trotzdem von größerer Relevanz, da die Wärmeabnahme pro Trassenmeter für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes entscheidend ist.



Karte 10 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Vogtsburg i. K. (2021)

3.4.5 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger, berechnet das Bilanzierungstool BICO2 BW anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Wärmeverbrauchs. Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Stadt Vogtsburg i. K. führte demnach im Jahr 2021 zu THG-Emissionen in Höhe von ca. 16.570 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Heizöl (60 %) und weiteren fossilen Energieträgern wie Erdgas, Kohle und Flüssiggas (in Summe 30 %) zuzuordnen. Heizungsstrom hatte einen Anteil von 6 %. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 509 t CO_{2e} im Jahr 2021, und somit 3 % der wärmebedingten Emissionen verantwortlich. Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger. Abbildung 11 zeigt die wärmebedingten THG-Emissionen der einzelnen kommunalen Liegenschaften.

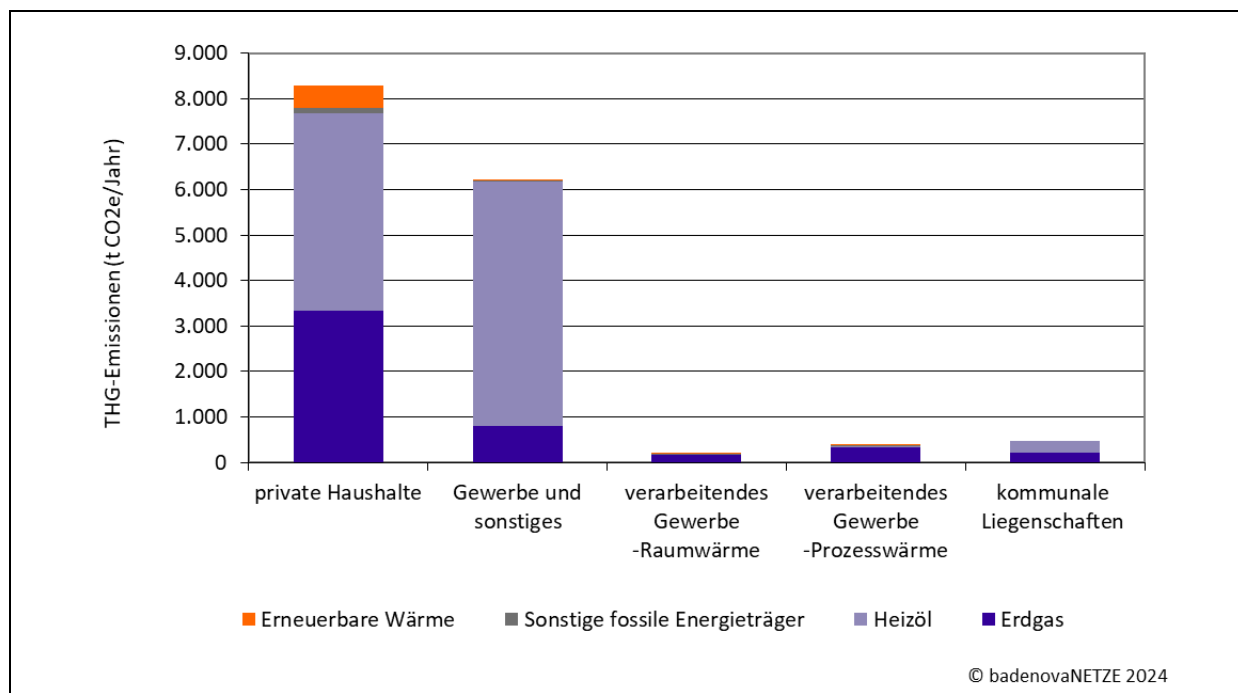


Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

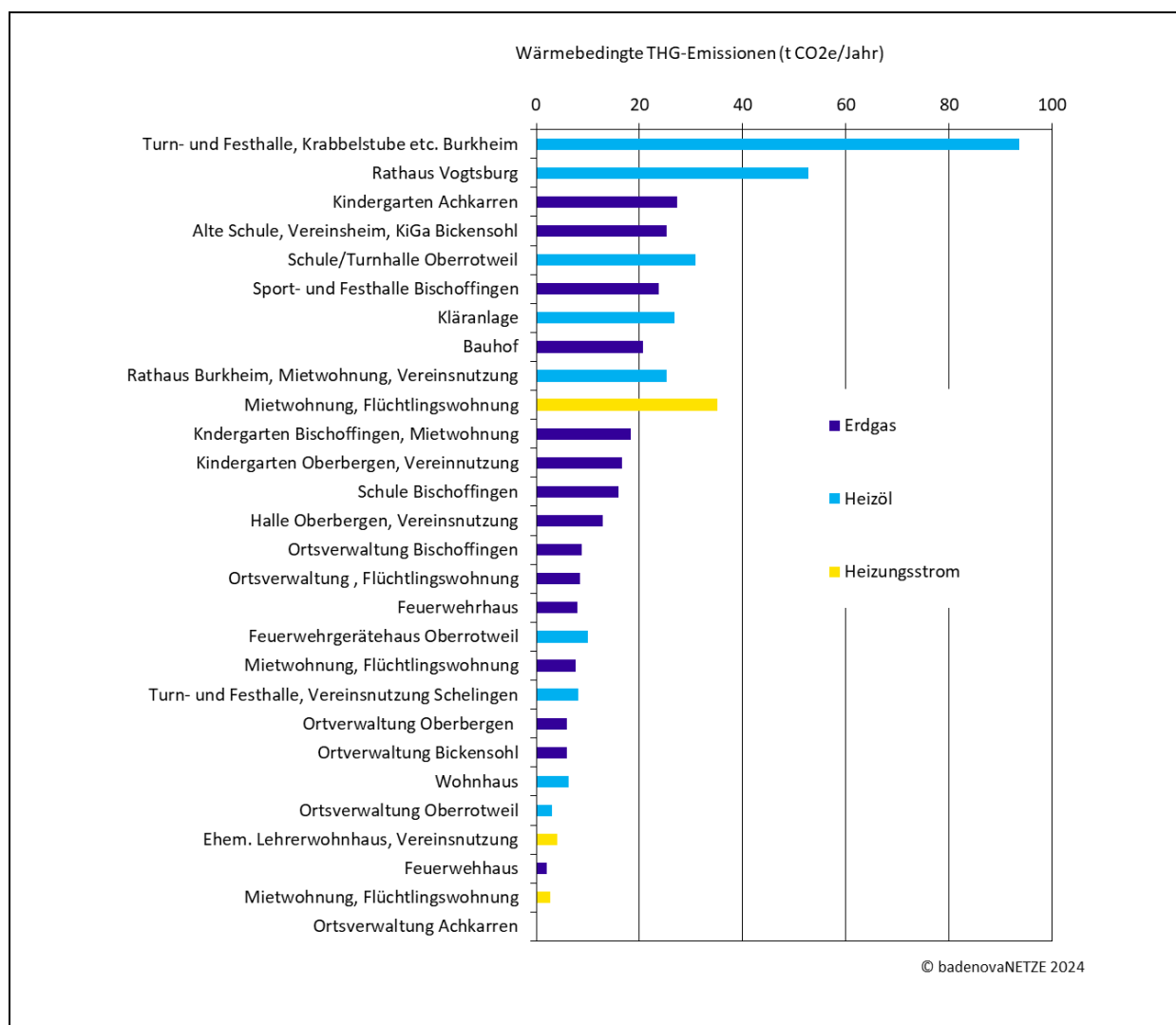


Abbildung 11 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften Vogtsburg i. K.

3.5 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Bei der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus auf einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei werden die zwei anderen großen Bereiche der Energiebilanz einer Stadt, der Stromverbrauch und die Mobilität, größtenteils ausgeblendet. Allerdings sind diese drei Bereiche nicht gänzlich voneinander zu trennen, denn die Bereiche Mobilität (durch die Verbreitung von Elektroantrieben) und Wärme (durch den Einsatz von Wärmepumpen) werden zunehmend durch Strom gedeckt. Vor diesem Hintergrund wurde auch die lokale Stromerzeugung und der lokale Stromverbrauch bei der Bestandsanalyse betrachtet.

In Vogtsburg i. K. erzeugten PV-Anlagen im Jahr 2021 etwa 13.005 MWh Strom und deckten damit 63 % des Gesamtstromverbrauchs der Stadt. Zum Vergleich: Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg 30 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt. Damit lag Vogtsburg i. K. im Referenzjahr weit über dem Durchschnitt. Grund hierfür ist u.a. die 14 Hektar große Freiflächen-PV-Anlage mit 7,8 Megawatt installierter Leistung. Dieses Vorzeigeprojekt ist somit ein Musterbeispiel, wie Energiewende und lokale Wertschöpfung gelingen können. Die Vogtsburger Bürgerinnen und Bürger haben insgesamt 75 % der Anteile an der Bürgerenergiegenossenschaft gesichert, die restlichen 25 % hält der Investor F & S Solar.

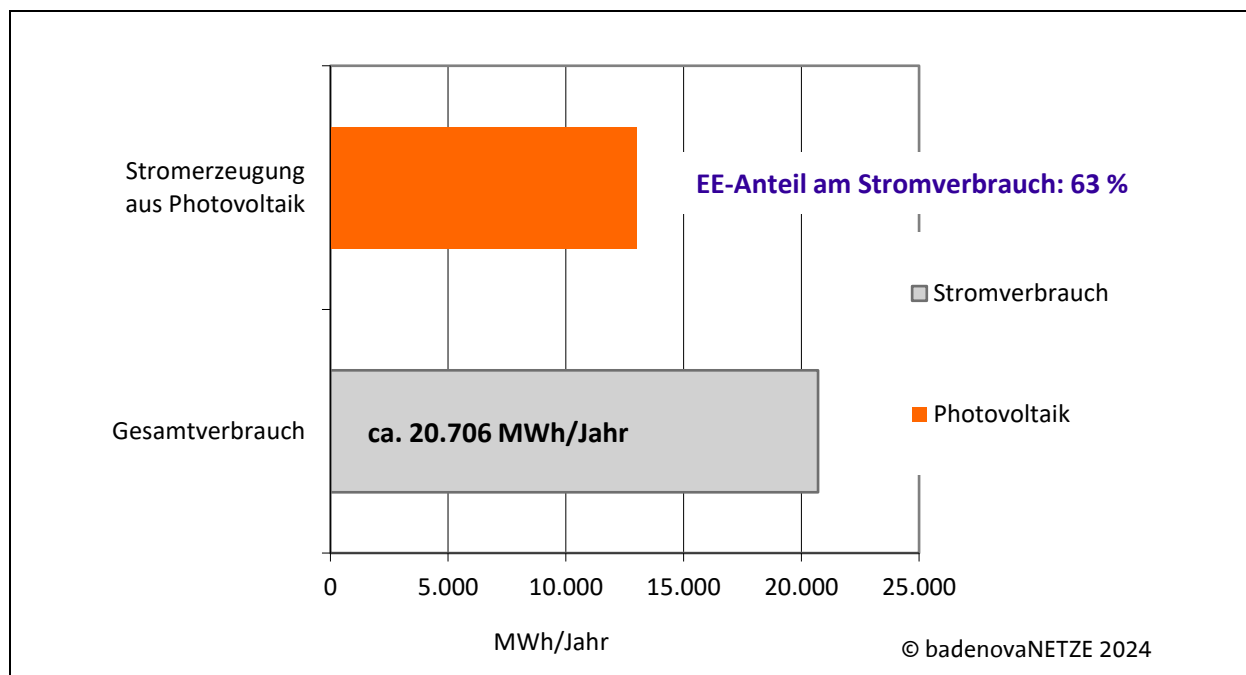


Abbildung 12 – Anteil der lokalen Stromerzeugung 2021 im Vergleich zum Stromverbrauch (2021)

3.6 Erneuerbare Gase

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Zuwachs einer fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bedarf es neuer Möglichkeiten, diese Energie zu speichern. Zusätzlich wird durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen der Stromverbrauch im Winter deutlich steigen, während davon auszugehen ist, dass in den Sommermonaten Überschüsse an Strom aus PV-Anlagen erzeugt werden. Um das Energieangebot mit der Nachfrage zu decken und dadurch Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Abschnitt 5.5.1).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und beispielsweise in der Elektromobilität eingesetzt werden, können auch saisonale Speicher für die Wärmewende entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sollen in Zukunft erneuerbare Gase eine zentrale Rolle spielen. Bei der Energie- bzw. Wärmewende werden vor allem drei erneuerbare Gase betrachtet: Wasserstoff, synthetisches Methan und Biomethan (Synonym Bioerdgas). Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

	Biomethan	Power to Gas (PtG)	
		Synthetisches Methan	Wasserstoff
Herstellung/ Gewinnung	Vergärung verschiedener Substrate zu Biogas	Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse unter Einsatz von (überschüssigem EE-) Strom	
Aufbereitung	Aufbereitung des Biogases	Methanisierung u. a. mit CO ₂ zu erneuerbarem Methan	keine weitere Verarbeitung
Einsatz im Erdgasnetz	Einspeisung zu 100 % in das Erdgasnetz möglich und Einsatz wie herkömmliches Erdgas möglich		anteilige Einspeisung in Erdgasnetz möglich

Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU 2017)

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (vgl. Tabelle 14 in Methodik). Momentan gilt Wasserstoff als einer der zentralen Hoffnungsträger der deutschen und europäischen Energiewende. Wasserstoff kann im Gegensatz zu Strom und Wärme sehr gut über einen langen Zeitraum gespeichert werden und weist eine relativ hohe Energiedichte auf. Wird Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt, ist er zudem nahezu klimaneutral und wird als grüner Wasserstoff bezeichnet (vgl. Methodik 8.4).

Wasserstoff und synthetisches Methan sind ebenso vielseitig einsetzbar wie Erdgas. Auch andere Vorteile wie die Speicherbarkeit und die vorhandene Erdgasverteilinfrastruktur können durch den Einsatz dieser Gase genutzt werden. Synthetische Gase werden jedoch voraussichtlich auch langfristig im Zeithorizont bis 2050 ein knappes Gut bleiben, da auch erneuerbarer Strom nur in begrenzten Mengen zur PtG-Erzeugung zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

In Vogtsburg i. K. spielen erneuerbare Gase im Sinne der Tabelle 3 noch keine Rolle.

3.7 Kennzahlen der Bestandsanalyse

In Tabelle 4 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten.

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch der Haushalte	7,49	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der Haushalte	2,00	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,58	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	0,22	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergieverbrauch für Wärme für Wohngebäude	0,13	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,32	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	5,20	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	1,79	t CO _{2e} /gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
• Energieholz	1,04	MWh/gem. Person
• Solarthermie	0,33	MWh/gem. Person
• Umweltwärme	0,37	MWh/gem. Person
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,00	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	16,61	%
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	62,81	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	16,61	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	2.831	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,42	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	14	m ² /gem. Person
Stromerzeugung KWK pro Kopf	-	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	-	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	k.A.	kW
Anzahl Speicher	k.A.	Stk.
Installierte Speicherkapazität Wärme	k.A.	kW
Hausanschlüsse in Gasnetzen	706	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	55.230	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	-	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	-	m

Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

4. Potenzialanalyse

Bei der Wärmewende hat die Senkung des Wärmebedarfs durch die Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz eine hohe Priorität. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss der verbleibende Wärmeverbrauch durch Energie aus erneuerbaren Quellen, aus Abwärme oder aus synthetischen Brennstoffen, die aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, gedeckt werden.

In den folgenden Abschnitten werden diese Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung in der Stadt Vogtsburg i. K. beschrieben und nach Möglichkeit beziffert. Dabei werden zunächst Potenziale der Energieeinsparung und Energieeffizienz erläutert, die den Energieverbrauch für Wärme senken können. Anschließend werden Potenziale zur Deckung des Wärmeverbrauchs durch lokale erneuerbare Energien erläutert. Da davon auszugehen ist, dass in diesem Zusammenhang der Stromverbrauch für Wärmeerzeugung steigen wird, werden zusätzlich die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgezeigt. Abschließend werden Potenziale zur Anwendung und Erzeugung von synthetischen Brennstoffen erläutert.

4.1 Energieeinsparung

Energieeinsparung bedeutet, durch einen bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit Energie den Verbrauch zu reduzieren. Obwohl die Möglichkeiten zur Einsparung bekannt sind, ist die Umsetzung oft schwierig, da sie nicht allein durch technische Maßnahmen erreicht werden kann. Vielmehr hängt sie vom täglichen Verhalten aller Nutzer ab. Dieses Verhalten wird stark von Gewohnheiten sowie sozialen und psychologischen Faktoren beeinflusst, was eine Änderung erschwert. Dennoch ist Energieeinsparung ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende. Im folgenden Abschnitt werden Möglichkeiten beschrieben, durch die der Wärmebedarf gesenkt werden kann.

4.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

Durch verändertes Nutzerverhalten kann in Gebäuden Wärmeenergie eingespart werden.

Eine der effektivsten Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs ist das Absenken der Raumtemperatur. Für jedes Grad der Absenkung sinkt der Energieverbrauch um 6 %. Zusätzlich kann ein zonenweises Heizen bei geschlossenen Zimmertüren ca. 1-3 % Energie einsparen. Das korrekte Lüften in Form von Stoßlüften reduziert Wärmeverluste, allerdings lassen sich die erreichbaren Einsparungen nur schwer abschätzen, weil das Ergebnis sehr vom individuellen Nutzerverhalten abhängig ist. Die Umsetzung solcher Maßnahmen kann zudem durch diverse technische Lösungen erleichtert werden, bspw. mit programmierbaren, digitalen und/oder ferngesteuerten Heizreglern. Einige Sensoren erkennen auch offene Fenster und schalten beim Lüften die Heizung selbstständig aus. Wassersparende Duschbrausen und Armaturen können bis zu 20 % des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung einsparen und mit einem bewussten und sparsamen Verbrauchsverhalten mit Warmwasser können bis zu 10 % Energie eingespart werden (Rehmann, et al., 2022).

Mit Hilfe von organisatorischen Veränderungen bei der Gebäudenutzung im Gewerbesektor (z.B. beim mobilen Arbeiten) lassen sich bei geringer Auslastung und entsprechender Umverteilung der Mitarbeitenden einzelne Gebäudegeschosse teilweise mit abgesenkter Raumtemperatur betreiben und somit unter normalen Randbedingungen bis zu 10 % Energie einsparen. Je größer die Fläche ist, die mit abgesenkten Raumtemperaturen betrieben wird, desto größer kann die Energieeinsparung ausfallen.

4.2 Steigerung der Energieeffizienz

4.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

Durch die Kombination verschiedener Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann durchschnittlich 8 - 15 % Energie eingespart werden. Dies beziffert eine Studie des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden (Rehmann, et al., 2022).

Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur mittels Einstellung von Anlagenparametern zur Steigerung der Effizienz durch Reduktion von Wärmeverlusten kann eine Energieeinsparung von bis zu 5 % erzielt werden. Auch mit Hilfe einer Nachtabenkung können die Temperaturen im Gebäude gesenkt und somit eine Energieeinsparung zwischen 4 - 10 % erreicht werden. Infolge einer Überprüfung und Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen, lassen sich bis zu 10 % der Endenergie einsparen. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann.

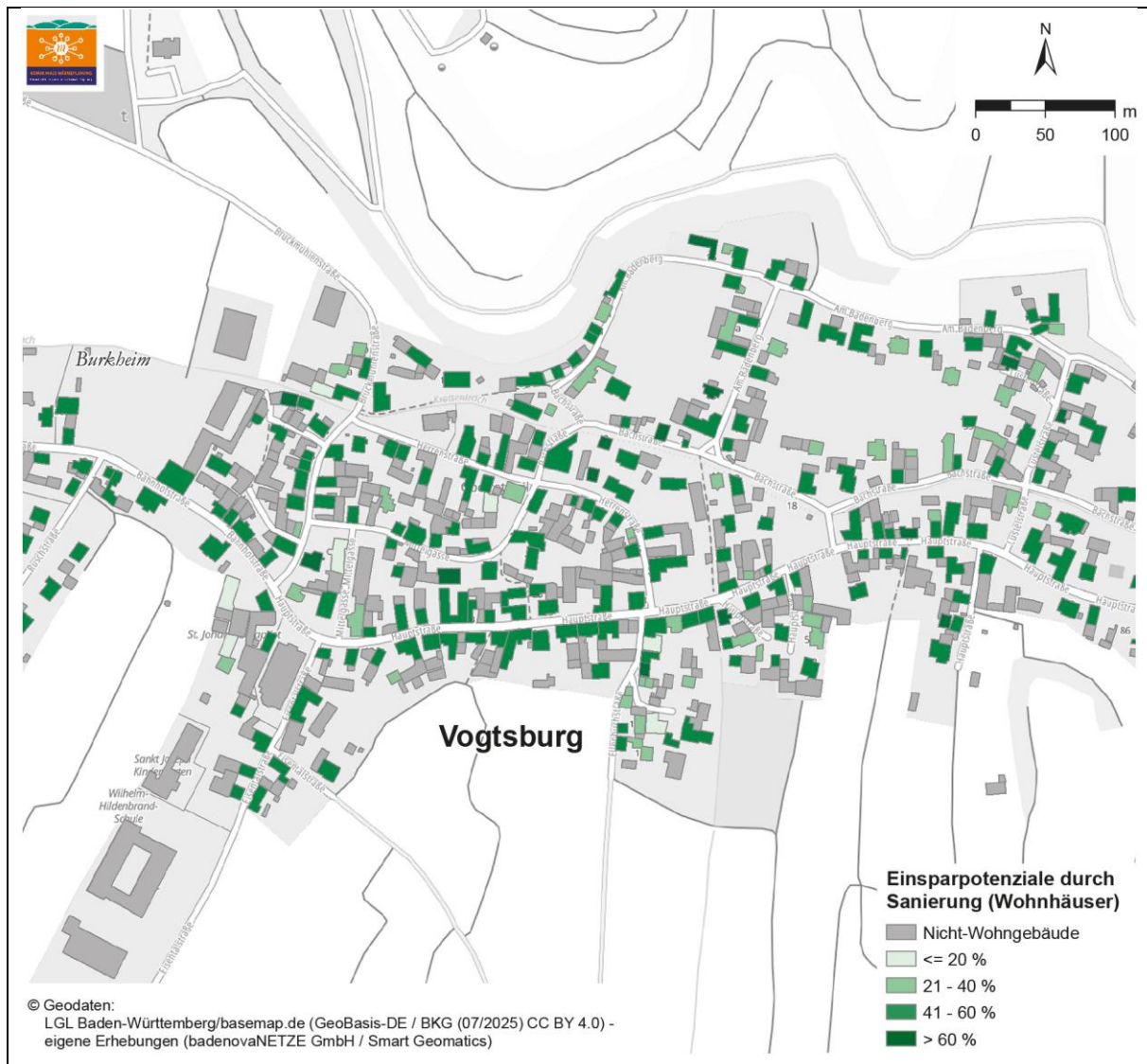
Alle diese Maßnahmen sind vor allem für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden unverzichtbar. Die Vergrößerung von Heizflächen durch neue und größenangepasste Heizkörper kann in manchen Fällen ausreichen, um auch ältere Gebäude für einen Betrieb von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Gerade in alten Gebäuden sind die Heizkörper in vielen Fällen überdimensioniert, so dass sie jetzt schon für den Wärmepumpenbetrieb geeignet sein können und eine Vergrößerung der Heizfläche oder der Einbau von Fußbodenheizungen nicht notwendig ist.

4.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

Bei Nicht-Wohngebäuden (Gewerbe, Industrie oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation ermöglicht es die vorhandenen Informationen zur tatsächlichen Nutzung des Gebäudes heranzuziehen und den Energieverbrauch um ca. 10 - 30 % zu senken. Beispielsweise lässt sich mit Hilfe von Sensoren die Präsenz in Räumen erfassen und somit eine bedarfsgerechte Beleuchtung ermöglichen. Darüber hinaus kann mit Hilfe von Temperaturfühlern die Heizung Außentemperaturgeführt betrieben werden. Durch die Nutzung einer automatischen Einzelraumregelung unter Verwendung von programmierbaren elektronischen Thermostatventilen sind Einsparungen zwischen 9 - 15 % möglich.

4.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In Vogtsburg i. K. wurden 74 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde, ausgehend vom Gebäudewärmebedarf, das Potenzial durch die energetische Sanierung für jedes Gebäude berechnet. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt. Karte 11 zeigt mit einem Ausschnitt des digitalen Zwillings die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung für einzelne Gebäude in Vogtsburg i. K..



Karte 11 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude

In Summe könnten 43 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. In Abbildung 13 sind sowohl der aktuelle Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) für die gesamte Stadt Vogtsburg i. K. grafisch zusammengefasst. Durch die weitere Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung könnten die THG-Emissionen jährlich um 3.682 t CO_{2e} gesenkt werden. Dies entspricht 13 % der gesamten THG-Emissionen der Stadt im Jahr 2021.

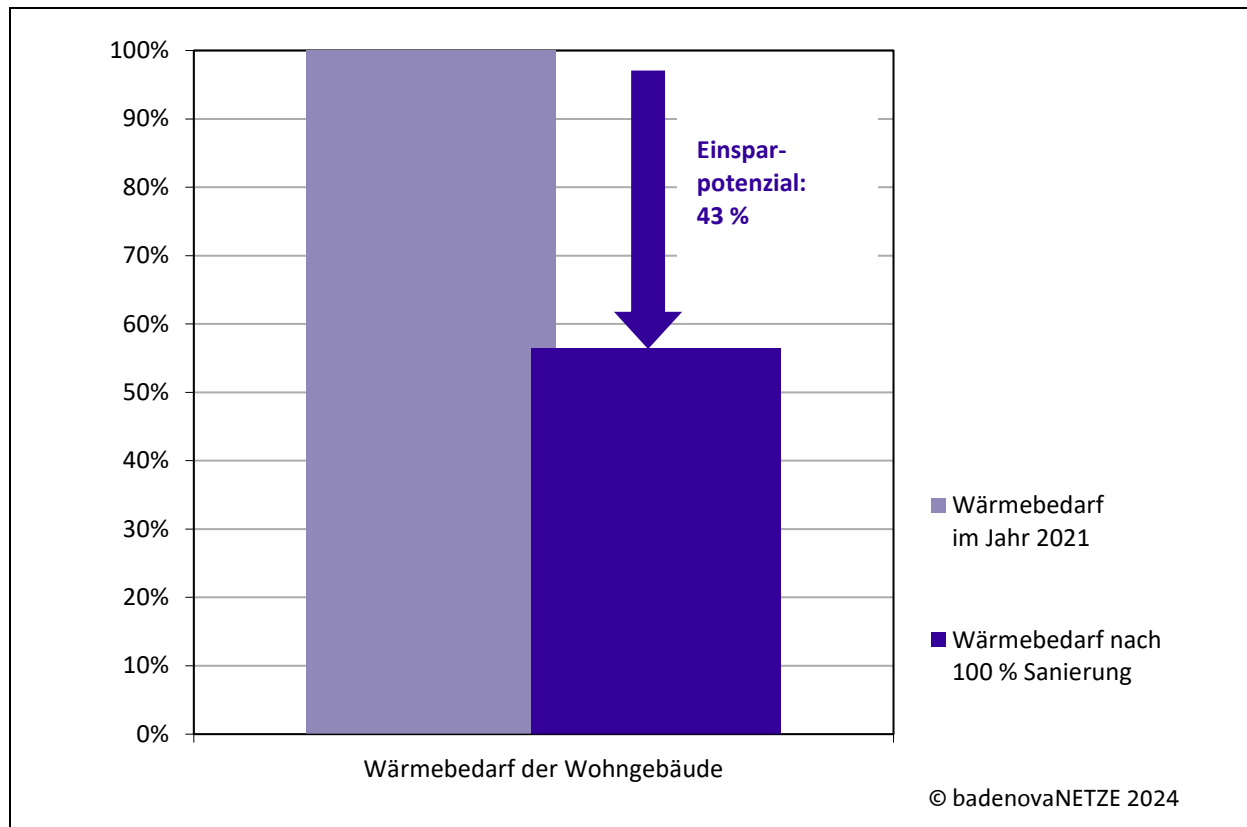


Abbildung 13 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

4.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude in Vogtsburg i. K. vorgenommen. Diese Gebäudetypisierung nach der Methodik des IWU ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands und dient als Grundlage zur Berechnung konkreter Sanierungspotenziale (IWU, 2005).

Um die Sanierungspotenziale für Gebäudeeigentümer greifbar und nutzbar zu machen, wurden für die häufigsten Gebäudetypen der Stadt sogenannte Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen erstellt. Eine Auflistung und methodische Hinweise finden sich im Abschnitt 8.5.1.

Die Gebäudesteckbriefe zeigen beispielhaft Mustersanierungen am jeweiligen Gebäudetyp auf und beschreiben somit die Potenziale zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle und zur Optimierung bzw. Umstellung der Wärmeversorgung konkret für den jeweiligen Gebäudetyp. Die jeweils vierseitigen Gebäudesteckbriefe stellen die wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude zusammen und bieten eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch energetische Modernisierung erzielbaren Energieeinsparungen. Darüber hinaus werden beispielhafte technische Anlagenlösungen und die damit einhergehenden Investitionskosten dargestellt. Auf der letzten Seite sind abschließend entsprechende Hinweise zu Förderprogrammen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zu finden.

Ziel der Steckbriefe ist es, Gebäudeeigentümern eine erste Übersicht und Hilfestellung für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems zu bieten. Im optimalen Fall wird dies gefolgt von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort.

Im Anhang 11.9 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle 13 im Rahmen des kommunalen Wärmeplans erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Stadt digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf

der Homepage der Stadt veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen den Bürgern von Vogtsburg i. K. zur Verfügung gestellt werden.

4.2.5 Einsparpotenzial der Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und THG-Bilanz der Stadt Vogtsburg i. K. weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 1.747 MWh im Jahr 2021 aus. Unter Anwendung der Studie des ITG Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen (Rehmann, et al., 2022). kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8 - 15 % angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um 140-262 MWh/Jahr gesenkt werden kann.

Zusätzlich kann der Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften durch Sanierung bzw. Dämmung der Gebäudehülle sowie durch die Umstellung auf effiziente Heizsysteme deutlich reduziert werden. Während an zahlreichen kommunalen Liegenschaften bereits energetische Gebäudesanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden oder in Vorbereitung sind, weisen mehrere Liegenschaften bezüglich eines Heizungstausches hohe Sanierungspotenziale auf.

4.2.6 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bei der Prozesswärme im Gewerbesektor bieten diverse Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, durch die der Energieverbrauch um bis zu 15 % gesenkt werden kann. Der Einsatz von energieeffizienten Anlagenkomponenten, wie drehzahlgeregelten Pumpen und Ventilatoren, regelbaren Brennern und großen Wärmeübertragungsflächen, stellen schnelle und wirkungsvolle Maßnahmen dar. Zudem können Wärme- und Dampferzeugungsanlagen modernisiert werden. Immerhin sind 80 % der industriellen Wärmeanlagen in Deutschland älter als zehn Jahre und entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung. Bei der industriellen Wärmeerzeugung werden durchschnittlich 40 % der Abwärme an die Umgebung abgegeben. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Kann die Wärme nicht im Betrieb genutzt werden, kann sie zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe auch Abschnitt 4.3.6).

Eine weitere Senkung des Energieverbrauchs gelingt durch den Umstieg auf effiziente Umwandlungs- und Erzeugertechnologien. Ein Blockheizkraftwerk folgt beispielsweise dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom. Dadurch wird die Abwärme nicht ungenutzt an die Umwelt abgegeben, sondern direkt genutzt. Auch mit Hilfe moderner Wärmepumpen, Wärmespeicher oder Solarthermieanlagen kann vorhandene Energie effizienter genutzt werden.

Die örtlichen Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe in Vogtsburg i. K. genau beziffern. Eine solche Erhebung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

4.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Um einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, sollte der verbleibende Wärmebedarf nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen möglichst treibhausgasneutral durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden daher die lokal verfügbaren erneuerbaren Energieträger auf ihre Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung untersucht und nach Möglichkeit beziffert. In diesem Kapitel 4.3 werden die Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung beschrieben. Das folgende Kapitel 4.4 widmet sich anschließend den Potenzialen zur erneuerbaren Stromerzeugung.

Die untersuchten erneuerbaren Wärmequellen auf der Gemarkung der Stadt Vogtsburg i. K. sind Biomasse, oberflächennahe Erdwärme, Tiefengeothermie, Umweltwärme, Solarthermie sowie Abwasser. Potenziale zur Nutzung von Wind- oder Wasserkraft sind nicht vorhanden.

4.3.1 Biomasse

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung innerhalb des Gemarkungsgebiets durch eine empirische/statistische Erhebung ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden die lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) in Vogtsburg i. K. beschrieben. Es wird das technische Potenzial zur Energieerzeugung anhand des Massenaufkommens der ermittelten Reststoffe quantifiziert.

4.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Die Ermittlung der Biogaspotenziale erfolgte vordergründig mithilfe statistischer Kennzahlen. Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2021 in der Stadt Vogtsburg i. K. eine Fläche von 2.056 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA 2024). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Stadt.

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Anhand der vom Statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Stadt wurde ein energetisches Potenzial der tierischen Exkremente ermittelt (vgl. Tabelle 5).

Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

Landwirtschaft	Anbaufläche (ha) (Quelle: STALA 2021)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen	195	1.091
Dauergrünlandflächen	78	361
Obstanbau	104	459
Rebland	1.481	1.934
Biotonne, Gartenabfälle	k.A.	581
Viehhaltung	Tiere (Quelle: STALA 2021)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Tierische Exkremente	Hühner, Pferde, Rinder, Schweine, Schafe	32
Unausgeschöpftes Potenzial		3.877

Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkremente in Vogtsburg i. K.

4.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Stoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Die Nutzung der organischen Abfälle der Haushalte der Stadt Vogtsburg i. K. birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 3.877 MWh/Jahr, die Verwertung in einer Biogasanlage in Vogtsburg i. K. wird jedoch in dieser Studie ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald liegt.

Betriebe mit organischen Reststoffen haben i.d.R. bereits bestehende Verwertungspfade (v.a. Verbrennung) oder die Abfälle werden außerhalb der Stadtgrenzen weiterverarbeitet.

4.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Insgesamt ergibt sich für Vogtsburg i. K. ein technisches Biogaspotenzial von 3.877 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 1.473 MWh/Jahr und einer Leistung mit ca. 217 kW_{el} entsprechen würde (vgl. Methodik 8.5.2).

Eine Investition in eine Anlage zur Nutzung oben genannter Reststoffe ist aufgrund der aufwendigen Abgasreinigung erst ab einer Mindestgröße wirtschaftlich vertretbar. Das wirtschaftliche Potenzial einer Biogasanlage in Vogtsburg i. K. sollte daher zunächst geprüft werden. Eine solche Prüfung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

4.3.1.4 Energieholz

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In Vogtsburg i. K. beläuft sich die gesamte Waldfläche auf 743 ha. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (ca. 250 fm/Jahr) und Brennholz (640 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden ca. 420 fm/Jahr stofflich genutzt. Ca. 190 fm/Jahr verbleiben als Restholz im Wald. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die kommunale Waldfläche der Stadt Vogtsburg i. K. bereits nachhaltig bewirtschaftet wird und der

ungenutzte Zuwachs der Wiederaufforstung unterliegt. Das Waldrestholz dient durch den hohen Nährstoffgehalt dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit der Wälder und verbleibt im Wald. Zusätzlich nutzbare energetische Potenziale sind daher nicht vorhanden.

4.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die in bis zu 400 m Tiefe erschließbar sind. Diese sind ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung vorgesehen. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mit einer Sole aufgenommen und in einem Kühlmittelkreislauf mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben. Dieses ermöglicht das Heizen eines Gebäudes. In Abbildung 14 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System seine Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke, größere Gebäude und Gebäudegruppen bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Bei Einfamilienhäusern sind vor allem Erdwärmesonden oder auch Kollektorsysteme sinnvoll, letzteres allerdings nur in sehr begrenztem Maße.

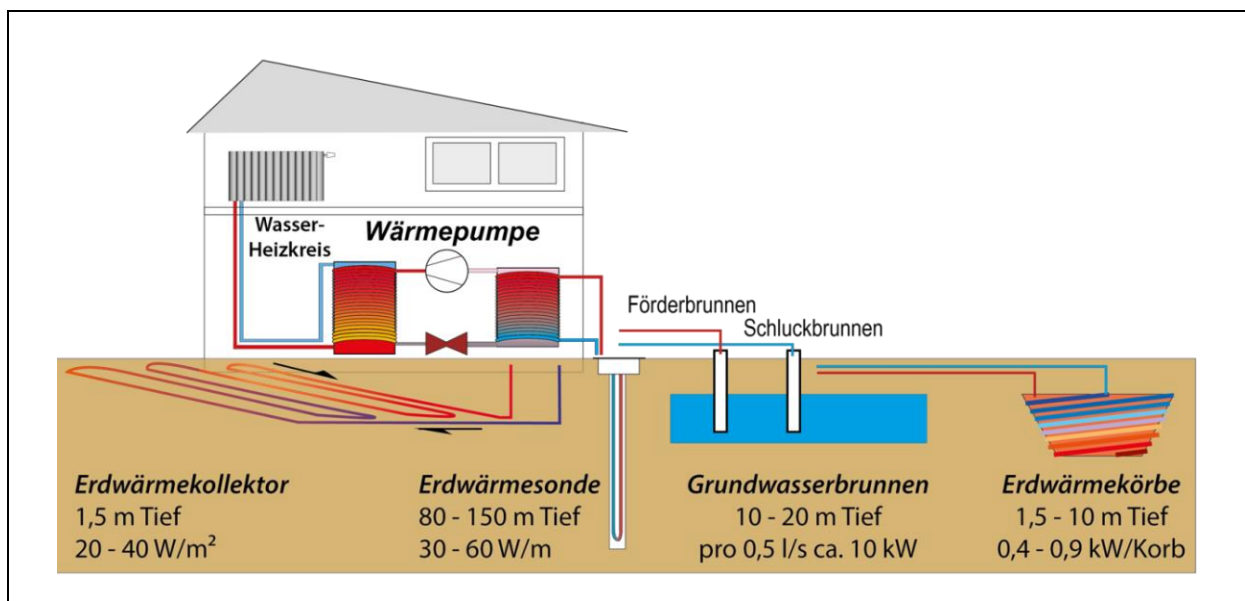


Abbildung 14 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Der tiefere Untergrund der Stadt Vogtsburg i. K. besteht überwiegend aus Vulkangesteinen des Kaiserstuhls. In den westlichen und südlichen Bereichen der Stadt, bei Burkheim, Niederrottweil und Achkarrn bilden sandig-kalkige und mergelige Tertiärgesteine den tieferen Untergrund. Insgesamt bestehen gute Bedingungen zum Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen (vgl. Abbildung 15). Allerdings wird das Abteufen in die Tertiärgesteine des Oberrheingrabens behördlich restriktiv gehandhabt. In den Talbereichen des Kaiserstuhls kann vorhandenes Grundwasser unter hohem artesischem Druck stehen. Sofern die behördliche Erlaubnis vorliegt, kann Erdwärme auf der gesamten Gemarkung mit Erdwärmesonden oder mit Kollektoren gehoben werden. In den Siedlungsgebieten sind keine Wasserschutz-zonen ausgewiesen.

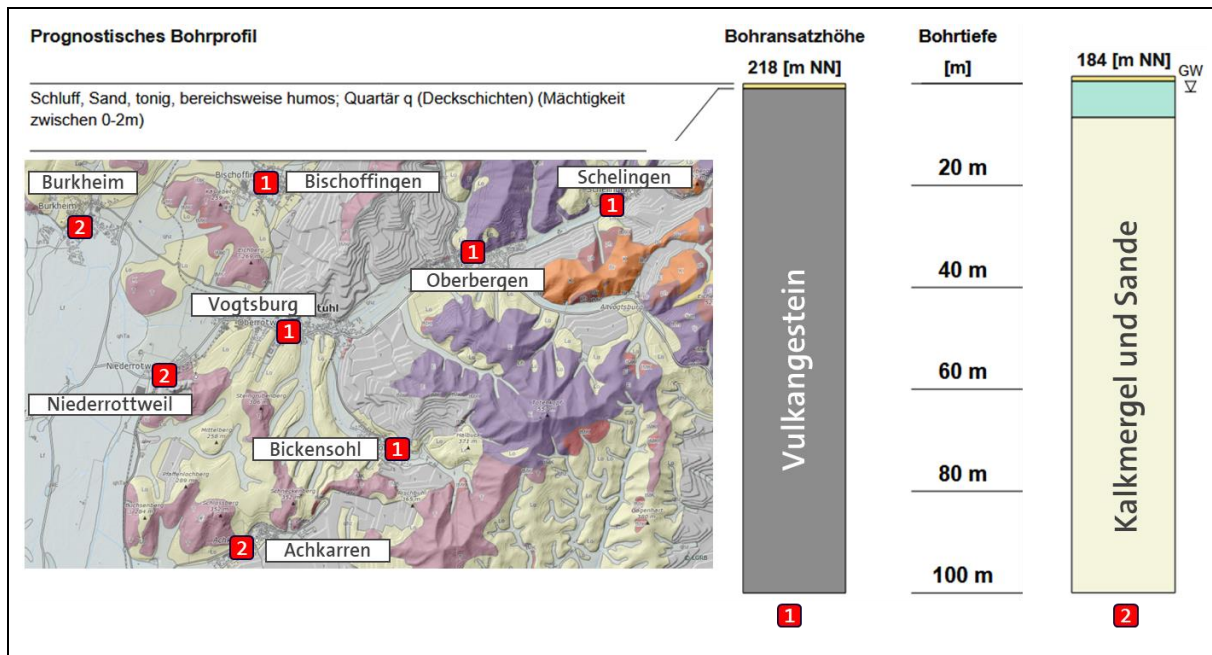


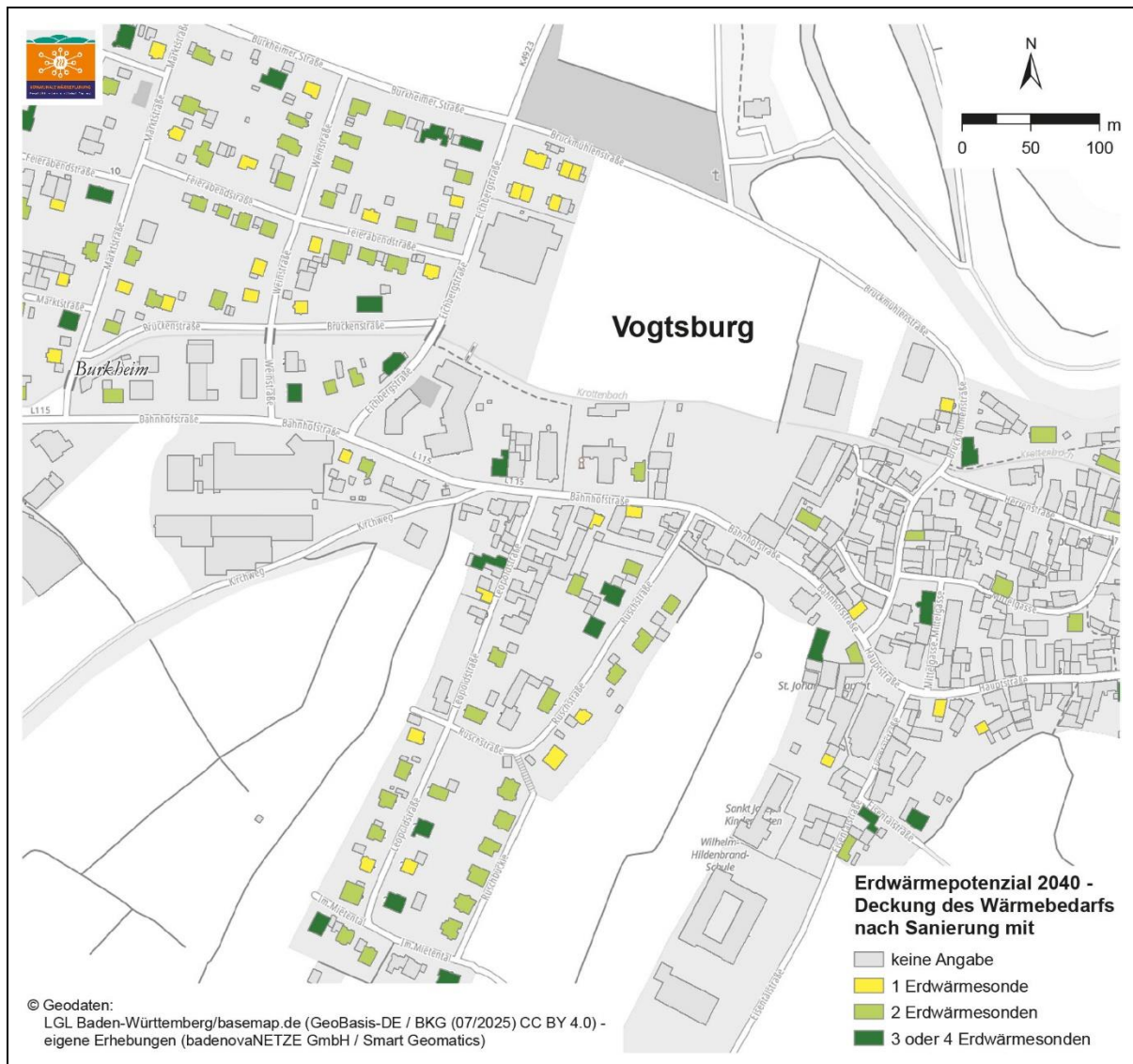
Abbildung 15 – Beispielhafte geologische Profilabfolgen bei Vogtsburg i. K. nach LGRB

4.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund von Vogtsburg i. K. ein gutes Potenzial für die Anwendung von Erdwärmesonden. Die Wärmeleitfähigkeiten des oberflächennahen Untergrundes und die geologisch bedingten thermischen Entzugsleistungen von Sonden liegen aufgrund der lithologischen Gegebenheiten im gut geeigneten Bereich (vgl. Methodik 8.5.4). Im Allgemeinen obliegt die Abteufung von Erdwärmesonden der behördlichen Einzelfallbeurteilung, da der Untergrund komplex aufgebaut ist. Das Antreffen von Anhydrit in den Tertiärgesteinen oder von Hohlräumen in den Vulkangesteinen würde das Umsetzen oder den Abbruch der Bohrung bedingen, wodurch ein wirtschaftliches Risiko gegeben ist.

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Vogtsburg i. K. aktuell bei ca. 28.363 MWh/Jahr, was ca. 45 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der Gebäudesanierungen auf ca. 87 % des dann erwarteten Wärmebedarfs.

In Karte 12 wird das Potenzial je Wohngebäude angegeben. Der Ausschnitt zeigt die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf nach Sanierung mit Erdwärmesonden decken könnten. Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbebauung. Karte 12 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäudewärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Oberrheingraben berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, sollten mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.



Karte 12 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)

4.3.2.2 Grundwasser

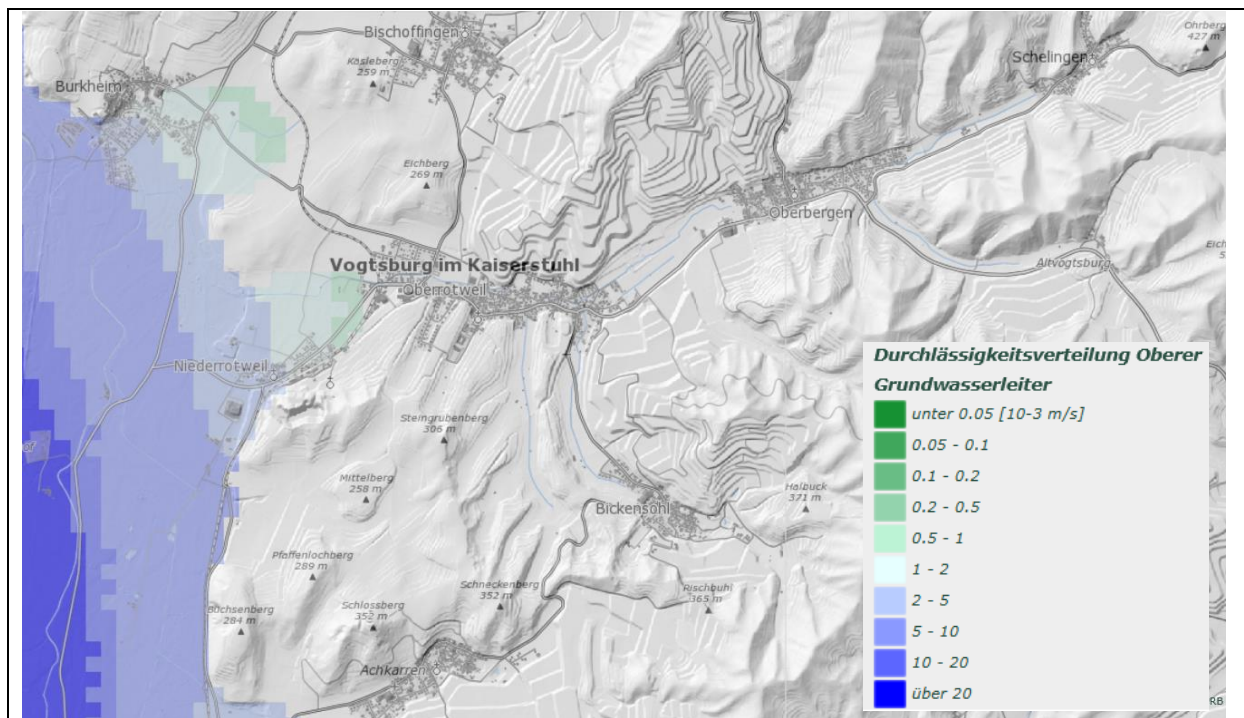
Die oberflächennahe Geologie führt auf der Gemarkung Vogtsburg i. K. nur in den westlichen Bereich bei Burkheim und Niederrottweil jungquartäre Flusskiese und Sande, in denen Grundwasser vorhanden sein kann. Für eine zentrale Wärmeversorgung könnte hier sehr bedingt auf Grundwasser als Energieträger zurückgegriffen werden. Die hydrologischen Durchlässigkeiten liegen im mäßig guten Wertebereich. Allerdings sind die Grundwasserleiter häufig zu geringmächtig. In den vulkanisch geprägten Gebieten der Stadt Vogtsburg i. K. liegen keine Grundwasserleiter vor, um diese für die Wärmeversorgung zu nutzen (vgl. Karte 13). Insgesamt liegt daher kein ausreichend nutzbares Potenzial für eine großflächige Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen in Vogtsburg i. K. vor.

4.3.2.3 Risiken der oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Vogtsburg i. K. angegeben:

- Bohr- und ausbautechnische Schwierigkeiten wegen möglicher Karsthohlräume und Spalten
- Auftreten von Anhydrit
- Zementangreifendes Grundwasser
- Gasaustritt
- Artesisch gespanntes Grundwasser

Insgesamt muss mit Bohrrisiken gerechnet werden. Insbesondere können diese wirtschaftliche Risiken nach sich ziehen.



Karte 13 – Karte der hydrologischen Durchlässigkeit in Vogtsburg i. K. und Umgebung (LGRB)

4.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Bei der Tiefengeothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die ab einer Tiefe von mehr als 400 m nutzbar sind. Dabei wird die in tiefen Erdschichten vorhandene hochtemperierte Wärme über hydrothermale oder petrothermale Verfahren durch Bohrungen erschlossen und zur Strom- oder Wärmeversorgung genutzt. Die Wärmeenergie wird dann über Wärmeüberträger auf ein Wärmenetz übertragen, um Gebäude und Industrieanlagen zu beheizen.

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte sind bei Vogtsburg i. K. nicht in ausreichender Tiefe vorhanden, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie dort nicht in Frage kommt.

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Vogtsburg i. K. vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des relativ geringen Wärmeabsatzes als unwirtschaftlich anzusehen. In Folge der hydraulischen Stimulierung, die bei petrothermalen Explorationen vorgesehen sind, könnten Mikrobeben zu Gebäudeschäden führen.

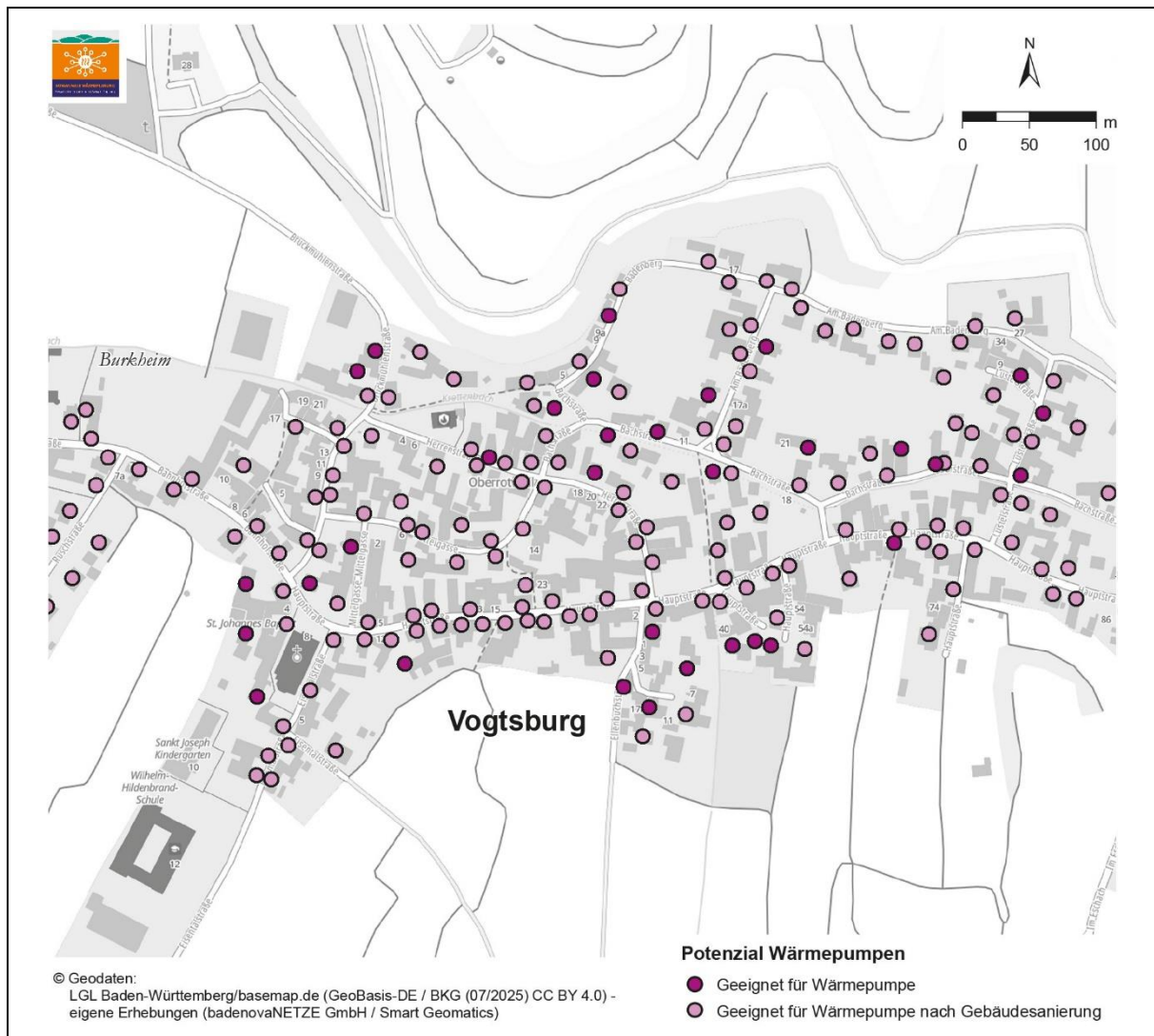
4.3.4 Umweltwärme

Umweltwärme ist die in der Umgebung gespeicherte Wärmeenergie, die aus natürlichen Quellen wie Luft und Wasser stammt. Diese Wärme kann durch Technologien wie Luft-Wärmepumpen und Wasser-Wärmepumpen genutzt werden, um Gebäude zu heizen und zu kühlen.

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 15.337 MWh/Jahr bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von ca. 25 %. Bis in das Jahr 2040 kann dieser Anteil durch die Gebäudesanierung auf ca. 25.239 MWh/Jahr gesteigert werden, was einem Deckungsanteil von bis zu 77 % bei den Privathaushalten bedeuten könnte. Dabei werden nur Wärmepumpen berücksichtigt, die bei der Wärmeversorgung der bis zum Jahr 2040 teilsanierten Gebäude eine Jahresarbeitszahl von dann mindestens 2,8 erreichen, wodurch dann mindestens ein

Drittel des Primärenergiebedarfs für die Wärmebereitstellung eingespart werden kann. Die Zahlen heben nochmals die Bedeutung der Gebäudesanierung hervor. Aktuell werden in Vogtsburg i. K. 5,5 % des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

Karte 14 zeigt in einem Ausschnitt der Stadt die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf mit einer Wärmepumpe decken könnten. Die Farbabstufungen zeigen, ob der Einsatz einer Wärmepumpe ohne weiteren, mit mittlerem oder mit hohem Sanierungsaufwand am Gebäude möglich wäre.



Karte 14 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Vogtsburg i. K.

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Auf der Gemarkung von Vogtsburg i. K. sind jedoch keine ausreichend großen Gewässer vorhanden, welche aufgrund der Entfernung zu einer möglichen Wohnbebauung bzw. Wärmesenke in Frage kommen würden. Zwar sind mit dem Burkheimer Baggersee und dem Rheinabschnitt grundsätzlich Oberflächengewässer vorhanden, jedoch aufgrund von Restriktionen etc. nicht nutzbar (vgl. 4.4.3).

4.3.5 Solarthermie

Die Stadt Vogtsburg i. K. hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei bis zu 1.143 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW 2023). Im Jahr 2021 wurden in Vogtsburg i. K. rund 3 % des Wärmeverbrauchs durch Solarthermieranlagen gedeckt.

Bei der Ermittlung der Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus Solarenergie stehen Dachflächenpotenziale im Vordergrund, da bei der Erschließung dieser Potenziale kein zusätzlicher Flächenverbrauch. Zudem kann die erzeugte Wärme direkt im Gebäude genutzt werden. Solche Anlagen sind bereits etabliert und Richtwerte für das Erzeugungspotenzial und die Wirtschaftlichkeit verfügbar, so dass sich das Potenzial auch zuverlässig ermitteln lässt.

4.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehenden Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (PV) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. Um die Potenziale zur Erzeugung von Wärme zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Das wirtschaftliche Potenzial zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie auf Dachflächen wurde anhand dieser Kennzahl berechnet. Für die Berechnung der Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen (siehe Abschnitt 4.4.3) wurden dementsprechend die Potenzialflächen für die Wärmeerzeugung vom Gesamtpotenzial abgezogen.

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (2.031 MWh) auf 3.034 MWh und damit auf insgesamt rund 5 % des gesamten Wärmeverbrauchs der Stadt. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauchs, insgesamt 813 t CO_{2e}/Jahr vermieden werden.

4.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Wärme aus Solarenergie auf Freiflächen wird in der Regel nur dort eingesetzt, wenn in der direkten Umgebung eine Wärmeabnahme oder die Einspeisung in ein Wärmenetz möglich ist. Beim Ausbau von zentraler Wärmeversorgung sollten in Zukunft solche Anlagen als eine potenzielle Wärmequelle in Betracht gezogen werden, da sie einen Beitrag zur klimaneutralen und erneuerbaren Versorgung darstellen. Um die Versiegelung neuer Flächen zu vermeiden, können auch bereits versiegelte Flächen wie Parkplätze als Potenziale betrachtet werden. Ein wirtschaftliches Potenzial lässt sich erst abschätzen, wenn genauere Angaben zu potenziellen Wärmenetzen und der zur Verfügung stehenden Flächen bekannt sind. Im Gegensatz zu PV-Freiflächen sollten Solarthermie-Freiflächenanlagen in der direkten Nachbarschaft zur Wärmesenke errichtet werden. Daraus resultieren deutlich größere Einschränkungen für die Freiflächen-Solarthermie als für die Stromerzeugung auf PV-Freiflächen.

Im Rahmen der Beschlussfassung der Teilfortschreibung Solarenergie des Regionalverbandes Südllicher Oberrhein wurden keine weiteren Flächen für die Nutzung von Flächen für die Nutzung von Solarenergie ausgewiesen. Zusätzlich wurde aufgrund der zu weiten Entfernung der zentralen Eignungsgebiete zu den FFÖ-VO-Flächen kein Potenzial erhoben. Das zentrale Eignungsgebiet in Burkheim befindet sich in eine Entfernung von > 500m zu potenziellen Flächen. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist hierdurch nicht realisierbar. Das Eignungsgebiet in Oberrotweil befindet sich in einer ähnlich weiten Entfernung. Zusätzlich werden entsprechende FFÖ-VO-Flächen ausschließlich und vollständig mit Reben bewirtschaftet und stehen damit in direkter Nutzungskonkurrenz. Somit konnte kein sinnvolles und wirtschaftlich erschließbares Potenzial für eine Freiflächen-Solarthermieanlage auf der Gemarkung Vogtsburg i. K. identifiziert werden.

4.3.6 Abwärmepotenziale

Die Untersuchung von Abwärmquellen ist ein zentrales Element der kommunalen Wärmeplanung. Abwärme, die bei industriellen Prozessen, in Rechenzentren, aus Abwasseranlagen oder in Kraftwerken entsteht, kann genutzt werden, um Gebäude zu heizen oder Warmwasser bereitzustellen, anstatt

ungenutzt in die Umwelt abgegeben zu werden. Durch die Nutzung lokaler Abwärmepotenziale können somit THG-Emissionen reduziert und die Energieeffizienz vor Ort gesteigert werden.

4.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung konnte kein relevantes Abwärmepotenzial aus gewerblichen oder industriellen Prozessen identifiziert werden. Die vorliegenden Daten lassen somit darauf schließen, dass in Vogtsburg i. K. aktuell keine wirtschaftlich nutzbaren Abwärmepotenziale vorhanden sind.

4.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Das Abwasser aus dem Kanalnetz oder im Auslauf einer Kläranlage ist eine potenzielle erneuerbare Wärmequelle. Im Winter liegt die Temperatur in konventionellen Abwasserkanälen mit 10-12 °C deutlich höher als bei anderen Wärmequellen. Im Sommer liegt die Temperatur in den Kanälen bei ca. 15-20 °C und ist damit meist kühler als die Außenluft. Somit bietet sich die Abwasserwärmenutzung nicht nur zum Heizen im Winter, sondern auch zum Kühlen im Sommer an. Die Verfügbarkeit von Abwasser als Wärmequelle bzw. -senke liegt grundsätzlich günstig, da sich das Angebot an Abwasserwärme in Siedlungsräumen sowohl zeitlich als auch räumlich mit dem Bedarf an Wärmeenergie deckt.

Um Wärme oder Kälte aus dem Abwasserkanal gewinnen zu können, gibt es verschiedene Systeme. Die gängigsten sind Kanalwärmetauscher, die direkt im Kanal installiert werden, und Bypasswärmetauscher, die nur einen Teil des Abwasserstroms entnehmen. Nutzbar wird die Wärme mittels einer Wärmepumpe, die die Abwasserwärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Die Abwasserwärme kann für die Einspeisung in örtliche Wärmenetze genutzt werden, wie es in der Ortsmitte von Vogtsburg i. K. im Wärmenetz Weiermatten bereits umgesetzt wird. Wichtige Faktoren bei der Abwasserwärmenutzung sind nach Einschätzungen der Studie des Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) die Größe des Abwasserkanals, die Durchflussrate des Abwassers im Kanal (mindestens 15 l/s), die Temperatur, die Mindestabnahme, die Verfügbarkeit des Abwassers (jahreszeitliche Schwankungen oder konstante Verfügbarkeit) und die Distanz zwischen Abwasserwärmequelle und Verbraucher (Dr. Sara Fritz, 2018).

Aufgrund zu geringer Trockenwetterabflüsse konnte für die Stadt Vogtsburg i. K. kein Potenzial zur Abwasserwärmenutzung identifiziert werden. Lediglich in Richtung Burkheim weist der Sammler einen Abfluss von > 10 l/s auf. Weitere Wärmepotenziale aus der anfallenden Abwassermenge in Vogtsburg i. K. sind nach den vorliegenden Daten nicht vorhanden, um diese zur Wärmeversorgung in wirtschaftlicher Art und Weise zu nutzen.

4.3.6.3 Abwärmepotenziale Kläranlage

Die Kläranlage Burkheim war mit ca. 426.000 MWh Gesamtelektrizitätsbedarf im Jahr 2021 der mit Abstand größte Stromverbraucher der Stadt. Der Wärmebedarf der Kläranlage lässt sich mit ca. 322.000 kWh/Jahr beziffern. Die Kläranlage befindet sich westlich des Stadtteils Burkheim und wurde 1974 in Betrieb genommen. Zur Wärmeerzeugung wird ein Gas-Öl-Kombikessel genutzt, welcher das bei der Ausfäulung der Klärschlämme entstehende Faul-/Klärgas, zur Wärmeerzeugung verbrennt. Der Heizwert des Klärgases beläuft sich auf ca. 512.000 kWh/Jahr. Zusätzlich werden jährlich rund 5.000 l Heizöl für die Wärmeerzeugung benötigt. Ca. 2/3 der erzeugten Klärgasmenge werden im Heizkessel genutzt und ca. 1/3 abgefackelt. Eine sinnvolle und wirtschaftliche Nutzung des restlichen Klärgases oder der Abwasserwärme am Auslauf der Kläranlage sind aufgrund der Entfernung zu potenziellen Abnahmestrukturen und insbesondere zum zentralen Eignungsgebiet in Burkheim nicht möglich.

4.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen sollen, wurden für den kommunalen Wärmeplan auch erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung betrachtet, die

den zusätzlichen Stromverbrauch lokal decken könnten. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biogas wurden bereits im Abschnitt 4.3.1 erläutert. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit PV-Anlagen auf Dachflächen und Freiflächen dargestellt.

4.4.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft sowie deren Potenziale wurden auf Basis von Daten aus dem Energieatlas BW (LUBW 2024) sowie aus den Angaben des örtlichen Stromnetzbetreibers ermittelt.

Im gesamten Konvoi-Gebiet der Gemeinden Breisach, Ihringen, Merdingen, Sasbach und Vogtsburg i. K. sind keine bestehenden Wasserkraftanlagen vorhanden oder im Energieatlas verzeichnet.

Zwar grenzt das Konvoi-Gebiet an den Rhein an, der grundsätzlich ein großes Gewässer mit erheblichem Durchfluss darstellt, jedoch unterliegt die Nutzung der Wasserkraft in diesem Abschnitt aufgrund der Bestimmungen des Versailler Vertrags von 1919 und der daraus hervorgegangenen internationalen Abkommen überwiegend der französischen Hoheit. Die bestehenden Wasserkraftwerke am Oberrhein werden auf französischer Seite betrieben, sodass für die Konvoi-Gemeinden Breisach, Vogtsburg i. K. und Sasbach selbst kein eigenständiges, lokal nutzbares Potenzial zur Stromerzeugung aus Wasserkraft besteht.

4.4.2 Windkraft

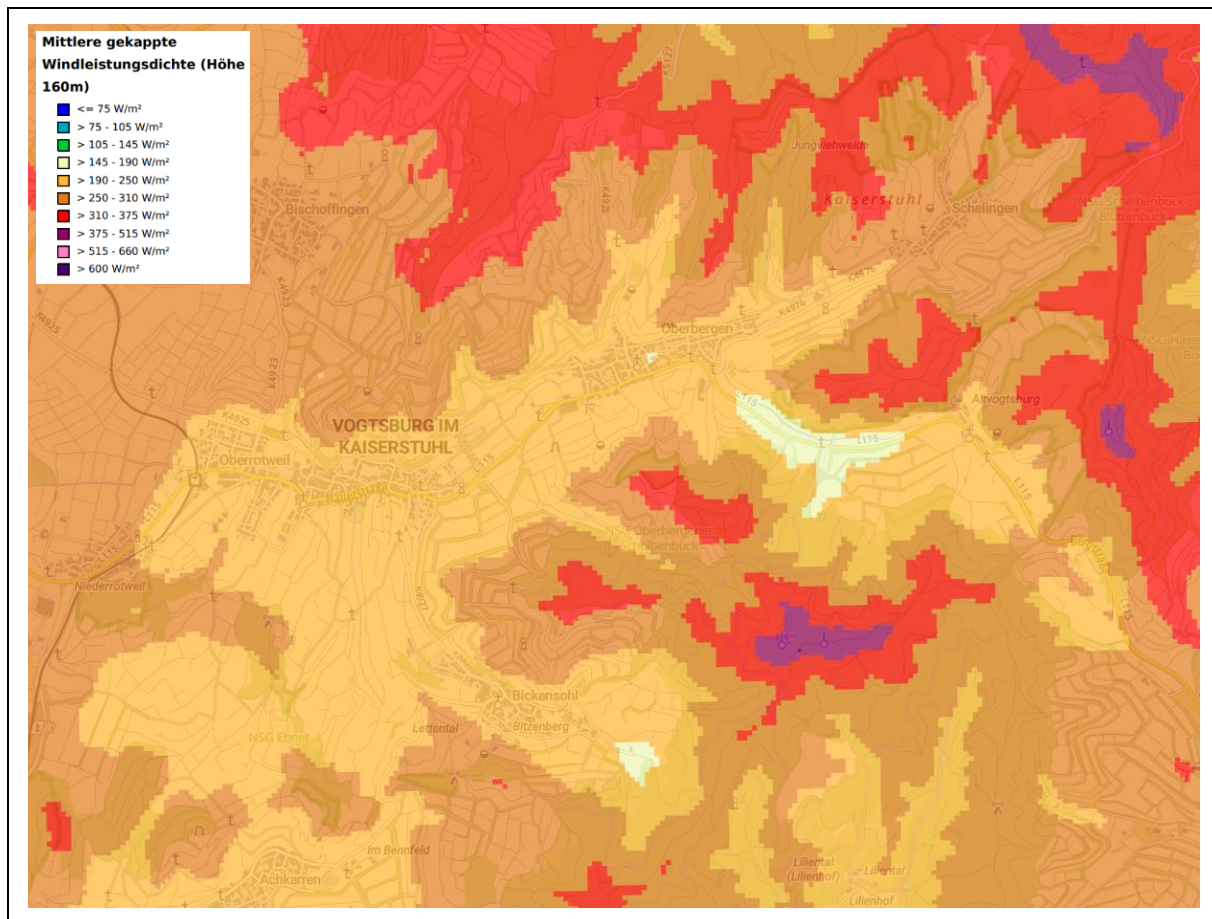
Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen in der Stadt wurde zunächst der Energieatlas BW der LUBW herangezogen. Zudem wurden die Offenlage der Teilfortschreibung „Windenergie“ des Regionalverbands Südlicher Oberrhein (RVSO) sowie bestehende Planungen der Stadt zu Windkraft einbezogen.

Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW 2024) herangezogen und bei der Windhöflichkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe vorausgesetzt (vgl. Karte 15).

Das im Jahr 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz des Bundes sieht künftig im Bereich der Windenergie verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) vor, wonach in Baden-Württemberg bis 2032 mindestens 1,8 % der Landesfläche für Windkraftanlagen auszuweisen sind. Dies bedeutet, dass jeder Regionalverband in Baden-Württemberg mindestens 1,8 % der Regionsfläche planerisch für die Windenergienutzung zu sichern hat.

Windvorranggebiete nach Regionalverbänden sind potenzielle Suchräume für Windkraftanlagen, die vom Regionalverband südlicher Oberrhein ausgewiesen wurden und sich derzeit in der Offenlage befinden. Sie können als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dienen. Für konkrete Standorte muss in jedem Fall eine genaue Einzelfallbegutachtung stattfinden.

Der Regionalverband hat keine Flächen auf der Gemarkung Vogtsburg i. K. in der Teilfortschreibung Windenergie als potenziellen Standort für eine Windkraftanlage ausgewiesen.



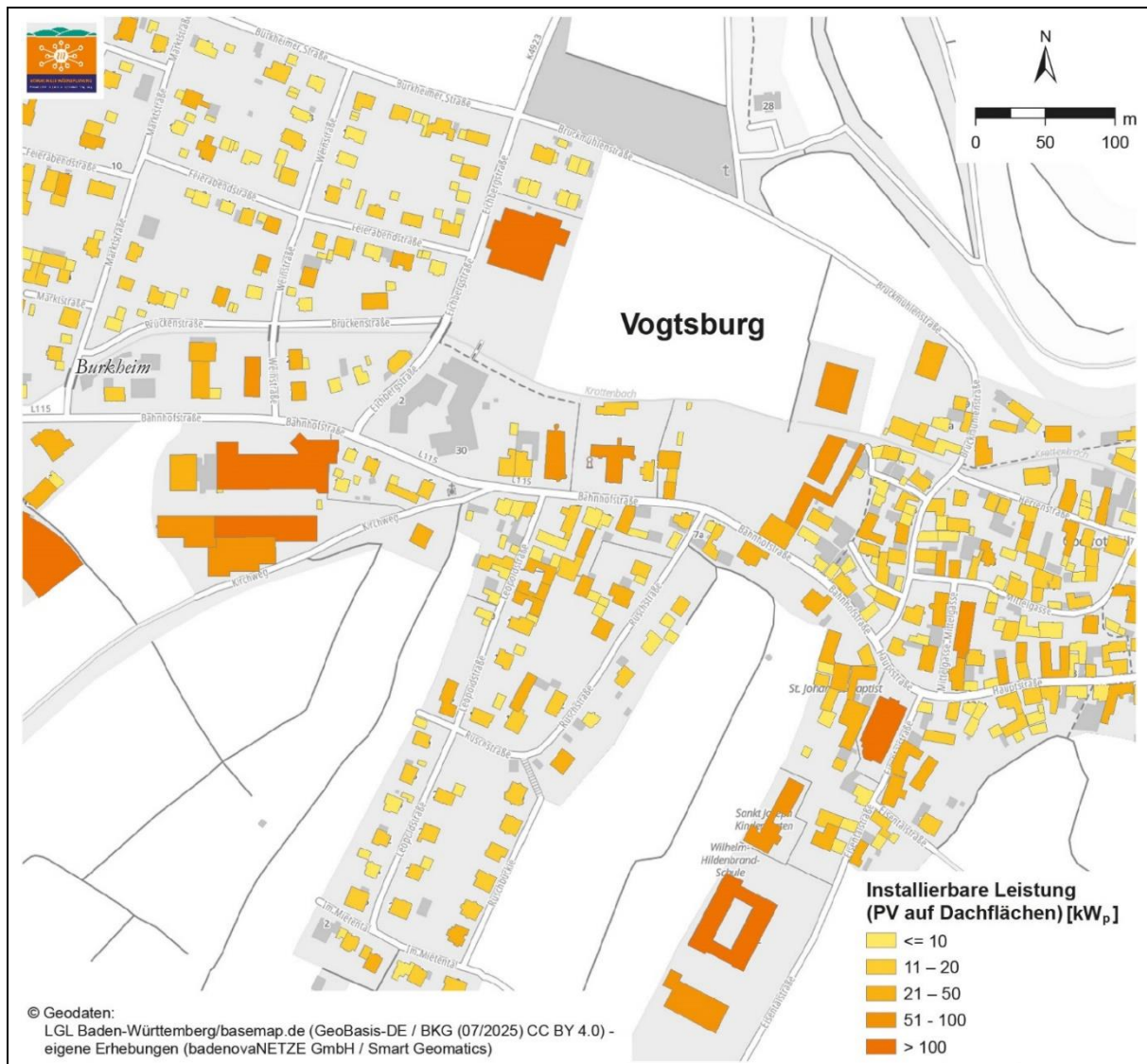
Karte 15 – Windleistungsdichte auf der Gemarkung Vogtsburg i. K.

4.4.3 Solarenergie (Photovoltaik)

Für die Ermittlung der Solarpotenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas BW der LUBW (LUBW 2024) (vgl. Abschnitt 8.4) sowie die Offenlage des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RVSO) zurückgegriffen. Es wird zwischen folgenden drei Potenzialflächen unterschieden: Dachflächen, Freiflächen und Seen.

4.4.3.1 Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen

Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit PV wurde, wie auch das Solarthermiepotezial (vgl. 4.3.5), anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Bei Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Vogtsburg i. K. können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt ca. 41.442 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht in etwa dem doppelten Stromverbrauch der Stadt im Jahr 2021.



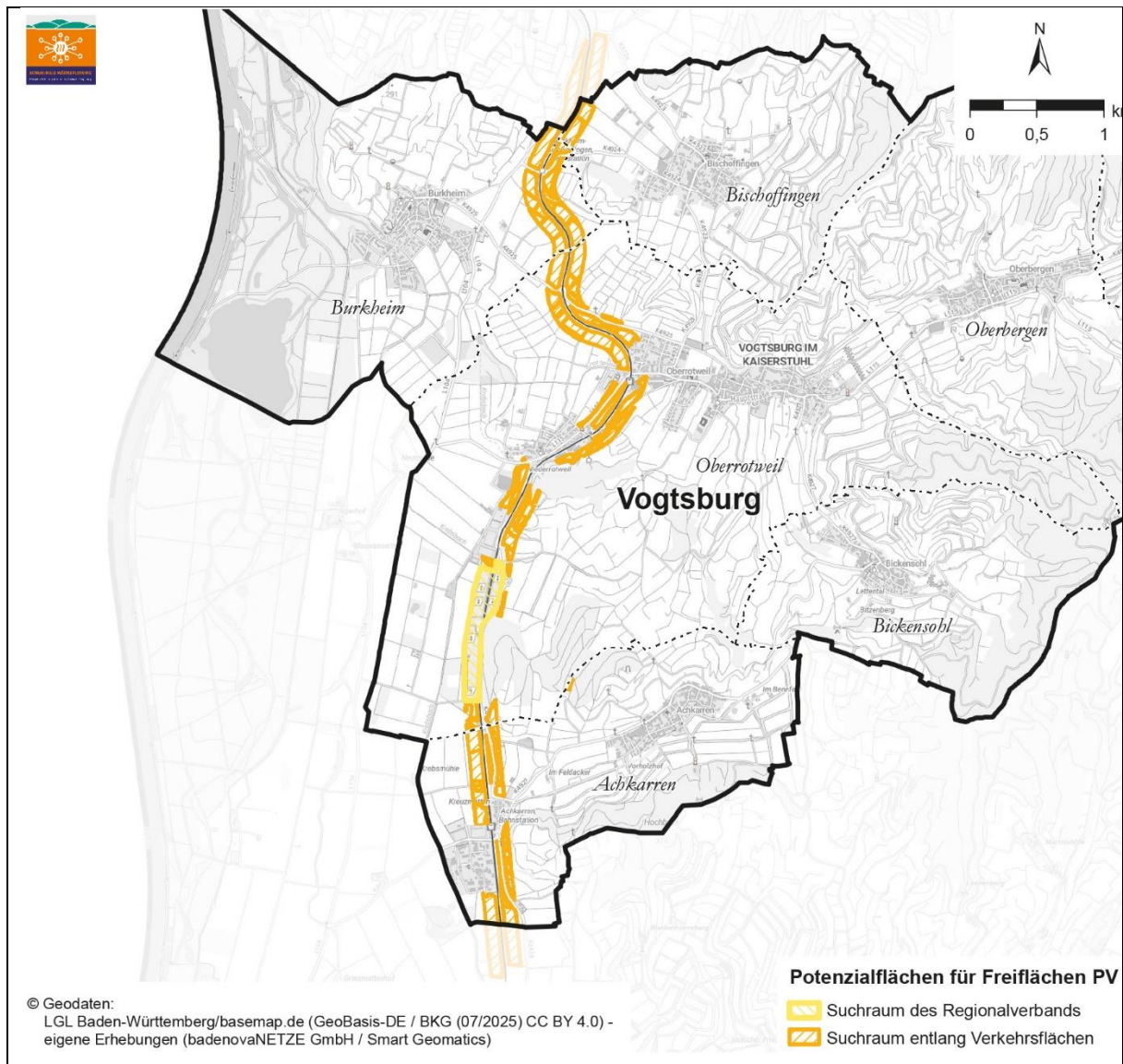
Karte 16 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Vogtsburg i. K.

4.4.3.2 Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Der Energieatlas BW listet Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW 2024), die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind. Daraus ergeben sich für Vogtsburg i. K. mehrere Flächenabschnitte entlang der Bahnlinie für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen (vgl. Karte 17). Insgesamt würde sich eine Fläche von 36 ha ergeben, mit einem Erzeugungspotenzial von 35.600 MWh/Jahr.

Für die Ermittlung der PV-Freiflächenpotenziale wurde zudem die Teilfortschreibung des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RVSO) „Solarenergie“ zurückgegriffen. Darin sind für Vogtsburg i. K. keine zusätzlichen Freiflächenpotenziale, über die Fläche des bebauten Solarparks hinaus, ausgewiesen.

Mit der bereits bestehenden Freiflächen PV-Anlage auf Gemarkung Vogtsburg i. K. wird bereits ein großes PV-Freiflächenpotenzial genutzt und jährlich ca. 8,7 MWh erneuerbarer Strom erzeugt.



Karte 17 – Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW und Regionalverband Südlicher Oberrhein

4.4.3.3 Stromerzeugungspotenziale auf Seen

Der Energieatlas BW enthält außerdem Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Seen (LUBW 2024), die für PV-Nutzung nach dem EEG geeignet sind. Auf der Gemarkungsfläche von Vogtsburg i. K. könnte lediglich der Burkheimer Baggersee mit einer Größe von ca. 40 Hektar für eine Floating-PV Anlage in Frage kommen. Bei einer realistischen Kenngröße von 1.000 kWh/kWP pro Jahr und Hektar ergibt sich ein Potenzial von etwa 6 GWh/Jahr (Flächenbegrenzung auf 15 %, etc.).

In der Zwischenzeit wird der See nicht mehr gewerblich für Kiesabbau genutzt. Jedoch ist aufgrund der starken Freizeitnutzung, angrenzendem Naturschutzgebiet und Schutz des Landschaftsbildes eine Nutzung für Floating-PV eher unwahrscheinlich.

4.4.3.4 Gesamtstromerzeugungspotenziale mit PV in Vogtsburg i. K.

Abbildung 16 zeigt das gesamte Stromerzeugungspotenzial mit PV im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Stadt Vogtsburg i. K. im Jahr 2021. Beim Dachflächenpotenzial wird eine Ausschöpfung des Dachpotenzials angenommen. Beim Freiflächenpotenzial sind potenzielle Freiflächenanlagen entlang der Bahnlinie einbezogen. Insgesamt ergibt sich bis 2040 ein Stromerzeugungspotenzial von ca. 77.042 MWh/Jahr.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen (beim Neubau oder bei der Erweiterung eines Parkplatzes ab 35 Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht), Balkonanlagen, Anlagen über Hochwasser- und Regenrückhaltebecken, Anlagen über Agrarflächen sowie Vito-PV auf bewirtschafteten Rebflächen. Diese Potenziale wurden im Rahmen der Potenzialanalyse nicht beziffert.

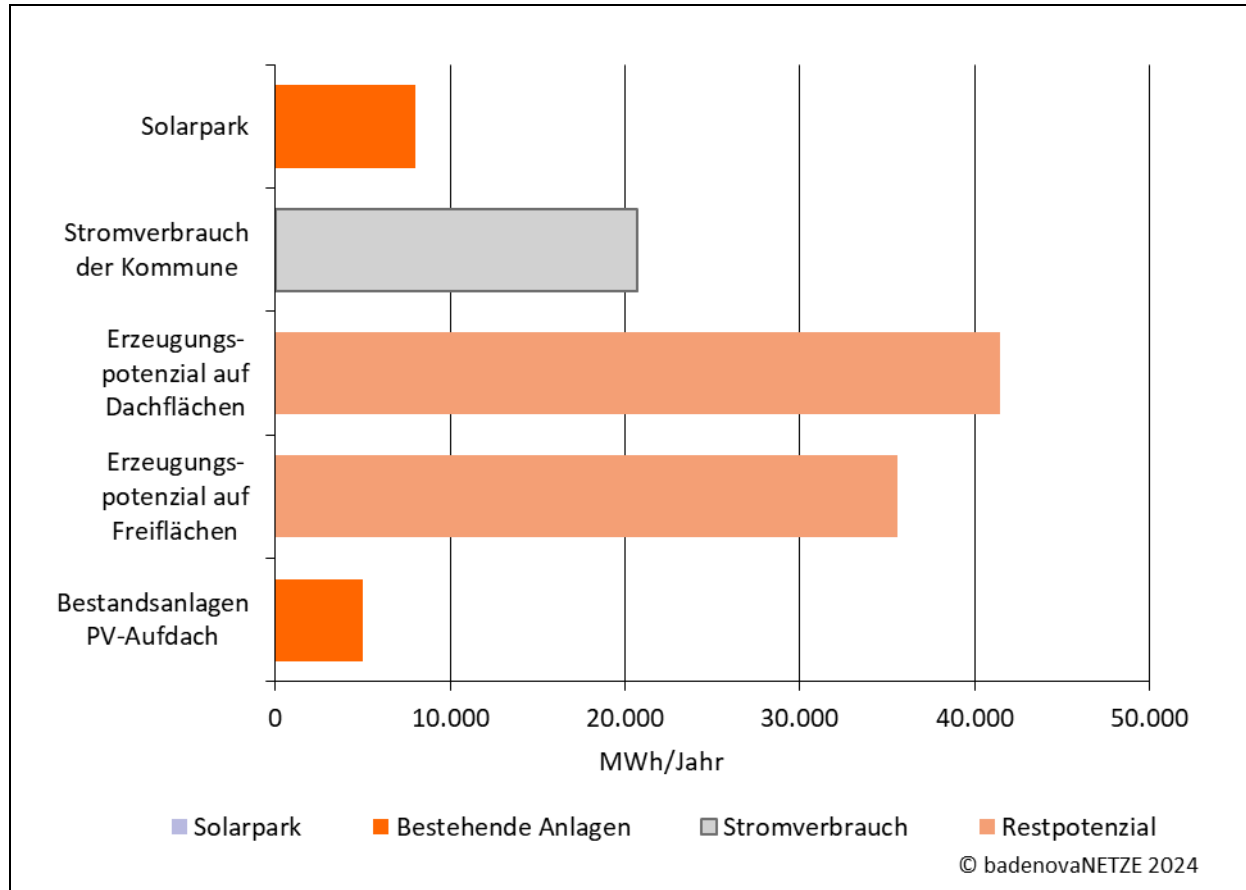


Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Vogtsburg i. K.

4.5 Erneuerbare Gase

Der Power-to-Gas Technologie (PtG) wird eine entscheidende Rolle bei der Energiewende beigemessen. In Zeiten hoher Einspeisemengen von Wind- und Solarenergie bei gleichzeitig niedrigem Bedarf, kann es zu einem Überangebot an Strom kommen. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und die Abschaltung konventioneller Grundlastkraftwerke (Kern- und Kohlekraftwerke) wird dieses Missverhältnis noch größer werden. PtG-Anlagen machen die überschüssige Energie durch die Umwandlung von elektrischer in chemische Energie speicherbar.

Da grüner Wasserstoff aktuell noch sehr rar ist und auch in naher Zukunft nicht unbegrenzt verfügbar sein wird, gilt es zunächst Wasserstoff in die Bereiche zu bringen, in denen er am sinnvollsten eingesetzt werden kann. Dies betrifft vor allem die energieintensiven industriellen Prozesse, welche auf hohe Energiedichten und hohe Temperaturen angewiesen sind. Auch im Schwerlastverkehr ist Wasserstoff eine sehr gute Alternative. Über Brennstoffzellen lässt sich der getankte Wasserstoff in Strom umwandeln, der für den elektrischen Antrieb sorgt. Brennstoffzellenfahrzeuge weisen im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen eine deutlich kürzere „Tankzeit“ und eine höhere Reichweite auf.

Außerdem ist die Speicherkapazität von Wasserstoff von zentraler Bedeutung für den Ausgleich der Stromnetzlast. An sonnigen und windigen Tagen kann Überschussstrom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Dieser Wasserstoff kann dann wiederum an Tagen, in denen Strommangel herrscht, wieder in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (vgl. Abbildung 17). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Ob die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen für die Betriebe in Vogtsburg i. K. notwendig sein wird, ist unbekannt. Dies könnte der Fall sein, wenn einzelne Prozessschritte Wärme auf hohen Temperaturniveaus benötigen.

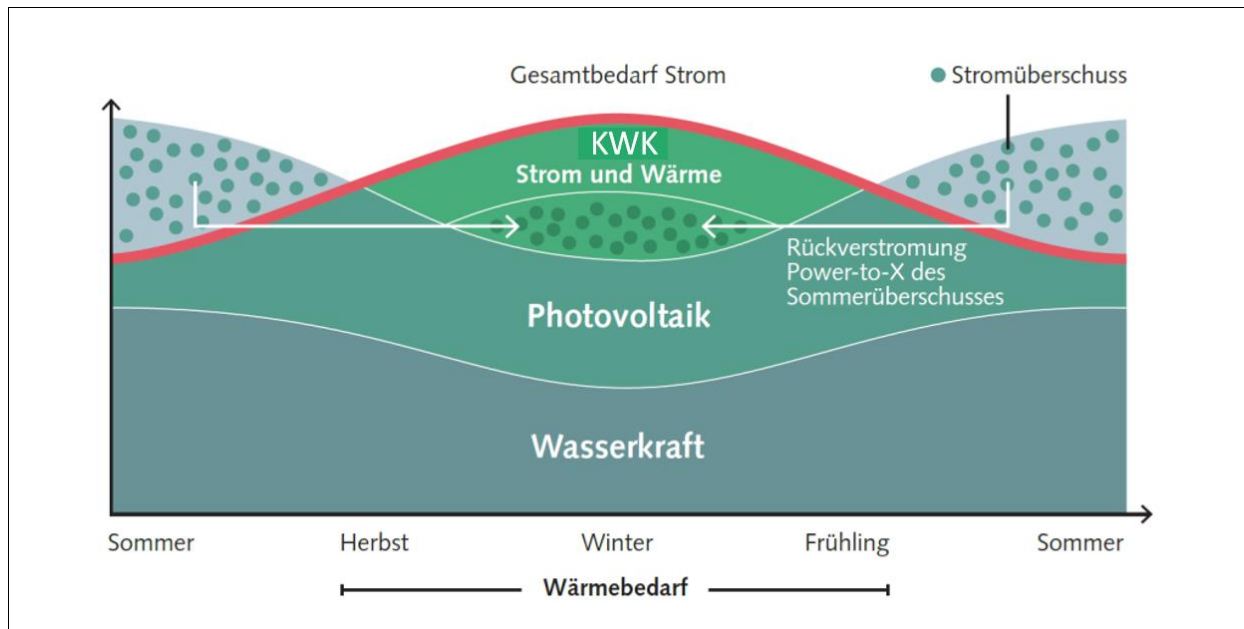


Abbildung 17 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

4.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Derzeit sind Energieüberschüsse aus erneuerbaren Gasen nicht in dem Maße vorhanden, um eine Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (PtG, vgl. Abschnitt 4.5) in großem Stil wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zu gestalten.

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es deutschlandweit etwa 24 regenerative PtG-Anlagen, weitere 23 Anlagen sind bereits in Planung. Die meisten dieser Anlagen sind Pilotanlagen und dienen zu Demonstrations- und Forschungszwecken in kleinem Maßstab.

Der Vergleich zwischen der notwendigen Elektrolyseleistung für einen vollständigen Erdgasersatz in Deutschland durch Wasserstoff und die bis 2030 vorgesehene Elektrolyseleistung, die mit staatlicher Förderung in Deutschland bzw. in der Europäischen Union (EU) aufgebaut werden soll, macht deutlich, dass mittelfristig nicht mit einer deutlichen Dekarbonisierung im Gasbereich durch Wasserstoff zu rechnen ist, auch wenn bis 2030 der Gasabsatz u.a. durch Effizienzmaßnahmen sinkt. Auch die langfristigen Perspektiven sind von hoher Unsicherheit geprägt.

Vogtsburg i. K. liegt nicht im Bereich des Wasserstoff-Projektgebiets „RHYN Interco“ der badenova im Oberrheingebiet. Im Rahmen des europäischen Kooperationsprojekts mit terranets bw (Gastransportnetzbetreiber für Baden-Württemberg) und GRTgaz (französischer Gastransportnetzbetreiber) möchte badenovaNETZE die Gasinfrastruktur in Freiburg und Kehl über den Rhein als verbindendes Element auf den Transport von Wasserstoff umstellen und, wo nötig, neue Infrastruktur ergänzen. Ziel ist es, potenziellen Großabnehmern in den Regionen Freiburg und Kehl die Möglichkeit einer leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung zu bieten. Durch eine Marktkonsultation im Herbst 2023 wurde ein signifikantes Abnahmeinteresse für H₂ von potenziellen Großabnehmern aus den Regionen gemeldet.

Die grenzüberschreitende Verbindung über den Rhein gibt dem Projekt seinen Namen: „RHYn“ ist die Abkürzung für Rhine Hydrogen Network und „Interco“ steht für Interconnection. Für die Anbindung an die französische Region Grand Est und an den European Hydrogen Backbone plant terranets bw eine rund 15 Kilometer lange Wasserstoffleitung, die den Rhein zwischen Fessenheim auf französischer Seite und Hartheim auf deutscher Seite unterqueren wird. GRTgaz stellt die Anbindung an französische Erzeugungsprojekte sowie an den europäischen H₂-Backbone sicher. Die neue Leitung soll an eine bestehende terranets bw Gasleitung, die für den Transport von Wasserstoff umgestellt werden soll, angeschlossen werden. An der Übernahmestation in March-Buchheim beginnt der Verantwortungsbe-
reich der badenovaNETZE. Von dort ausgehend stellt der Gasnetzbetreiber eine bestehende 10 km lange Erdgasleitung auf Wasserstoff um. Die Machbarkeitsanalyse zur Umstellung dieser 10 km Leitung fiel positiv aus. Die Inbetriebnahme soll Ende 2029 erfolgen., da u.a. die terranets bw, als Verteilnetzbetreiber, angekündigt hat ab 2040 nur noch Wasserstoff in den Leitungen zu transportieren. Bis dahin wird die Wasserstoffinfrastruktur sukzessive entlang der Haupttrassen und größeren Abnahmestrukturen ausgebaut. Periphere bzw. ländliche Gebiete werden vorerst in der Transformation ausgespart. Vor dem Hintergrund dieser Planungen bzw. dem Masterplan der terranets bw wird aktuell davon ausgegangen, dass die Region um Vogtsburg i. K. nicht vor 2040 mit Wasserstoff beliefert wird.



Abbildung 18 – RHYn Interco Projekt zur Wasserstoffinfrastruktur

4.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Bei der Diskussion um die Rolle von PtG in der zukünftigen Energieversorgung spielen daher Überlegungen zur sinnvollen Zuteilung eines knappen Energieträgers eine zentrale Rolle. Die höchste Priorität liegt in den Bereichen, wo Alternativen nur begrenzt oder nicht verfügbar sind. Demnach wird der Einsatz in der Industrie für die stoffliche Nutzung am höchsten priorisiert, gefolgt vom Einsatz für Hochtemperatur-Anwendungen in der Industrie und den Teilen des Verkehrssektors, die nicht durch Elektrifizierung dekarbonisiert werden können (Schiffs-, Schwerlast- und Flugverkehr). Für Niedertemperaturanwendungen wie Raumwärme und Warmwasser in privaten Haushalten und Gewerbe können Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasse eingesetzt werden. Dadurch besteht eine niedrigere Priorität für den Einsatz erneuerbarer Gase, so dass kein flächendeckender Einsatz von erneuerbaren Gasen bis zum Jahr 2040 zu erwarten ist. Zu dieser Einschätzung kommen auch folgende zwei Studien:

- RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes
- Langfristszenarien des Bundeswirtschaftsministeriums (Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017).

Die jeweiligen Prozesse und die damit verbundenen Temperaturanforderungen unterscheiden sich stark von Branche zu Branche. Abbildung 19 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

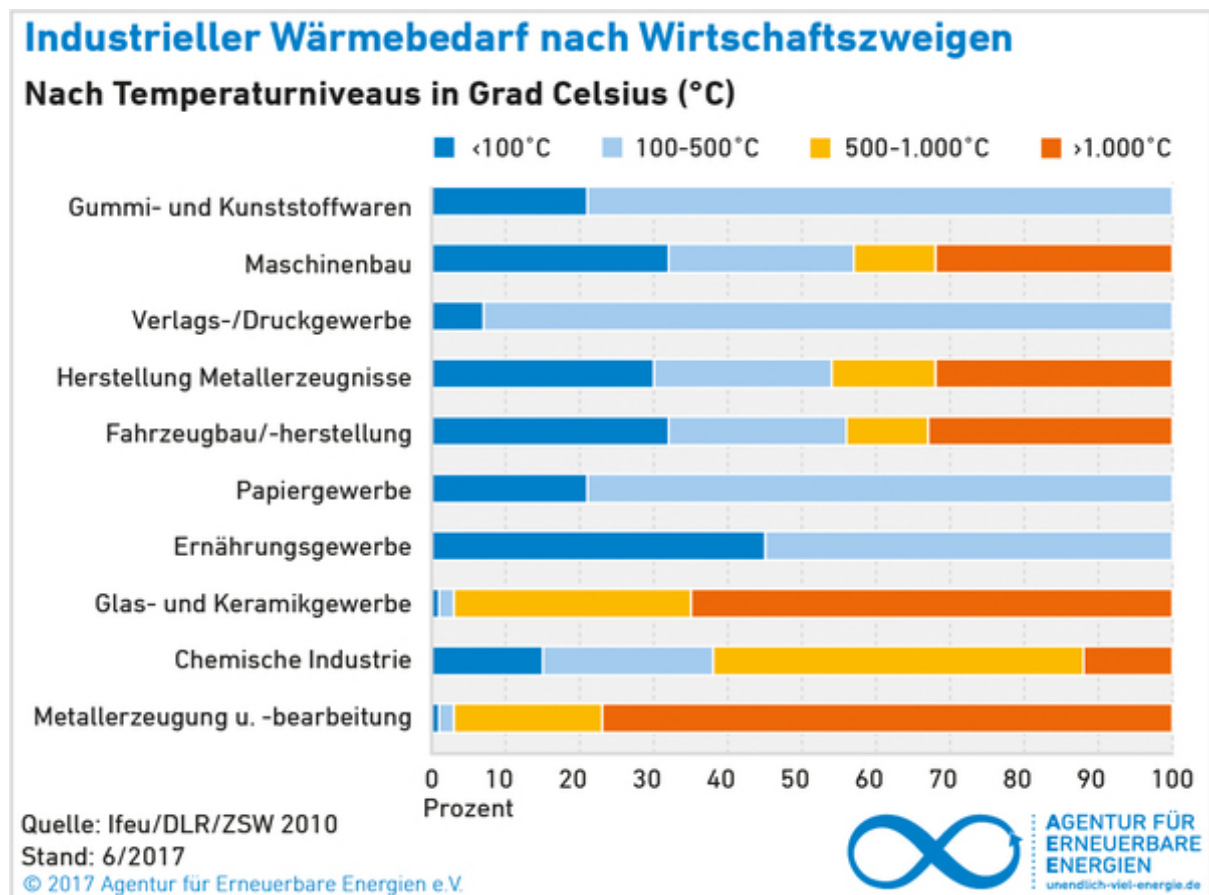


Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017).

4.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Stadt Vogtsburg i. K. über Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien verfügt.

Die Potenziale für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie die Potenziale für erneuerbare Wärme sind in Abbildung 20 und Abbildung 21 zusammenfassend dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch mehr als ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf erneuerbar zu decken.

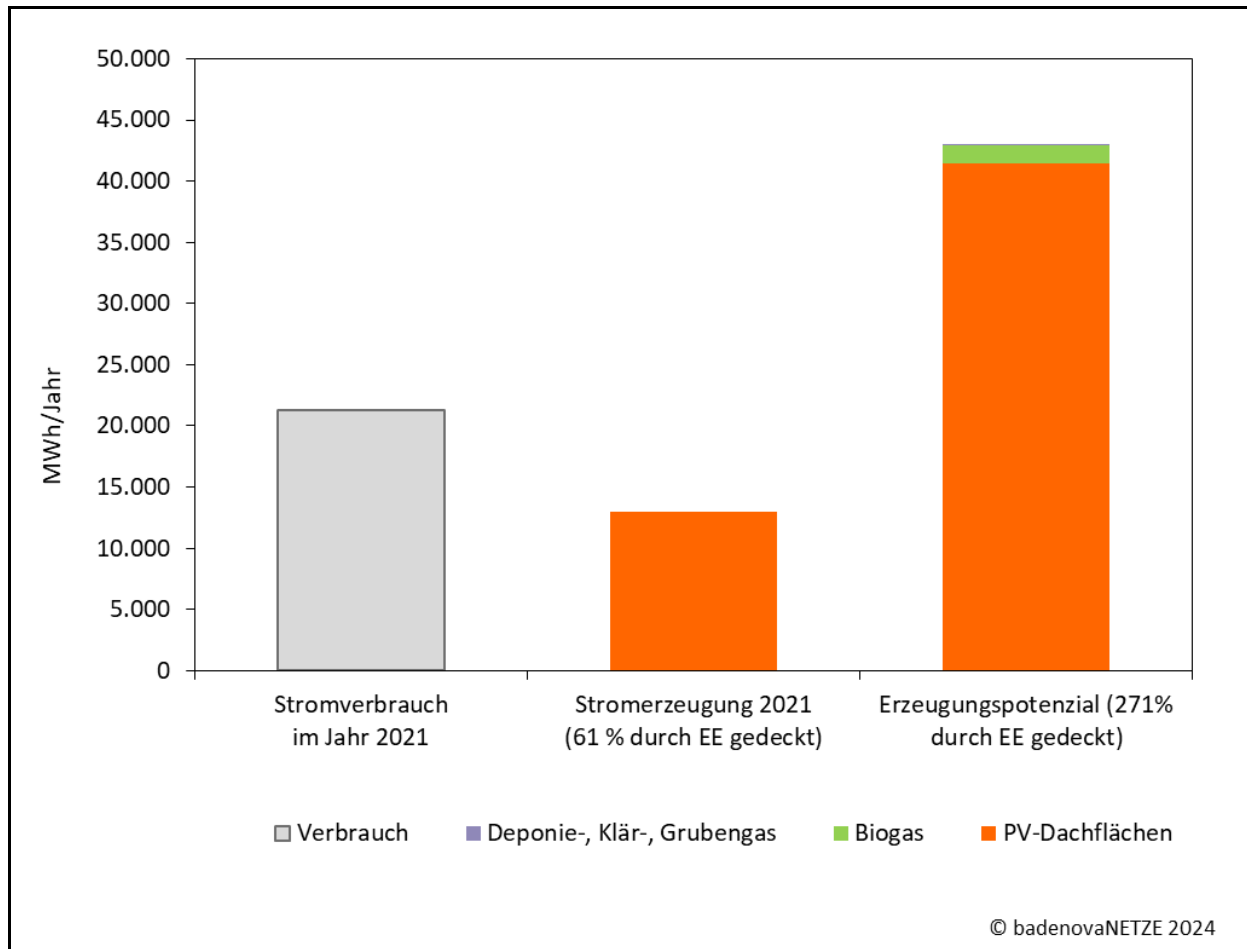


Abbildung 20 – Erneuerbare Strompotenziale in Vogtsburg i. K.

Auf der anderen Seite sind die in der Grafik zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale mit 61 % nicht ausreichend, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Stadt deutlich gesenkt werden muss, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Neben der Gebäudesanierung, den Effizienzsteigerungen und dem Austausch alter Heizanlagen müssen weitere Potenziale herangezogen werden, die in dieser Grafik bisher nicht auftauchen.

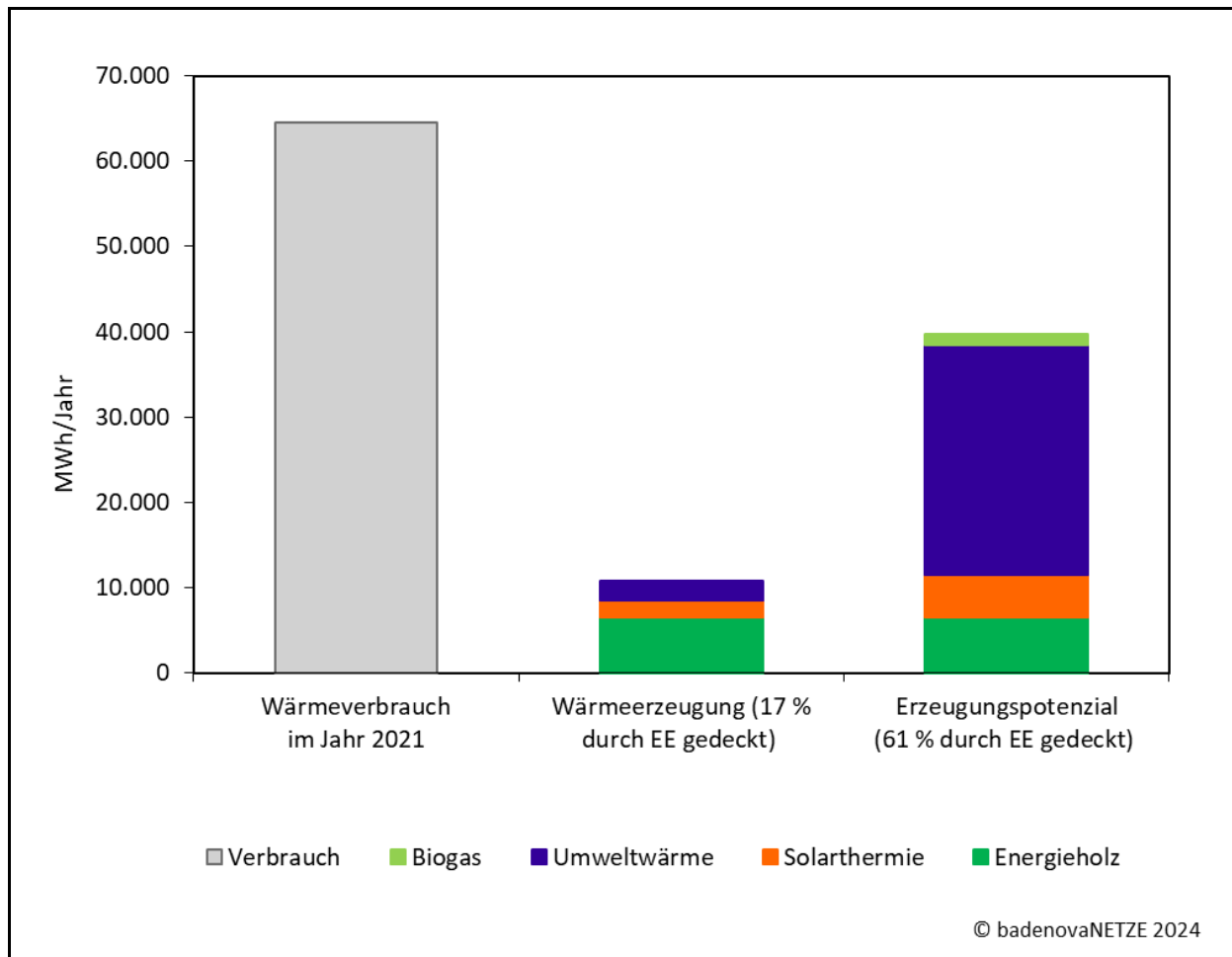


Abbildung 21 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Vogtsburg i. K.

In der folgenden Tabelle 6 sind die lokalen Potenziale zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst.

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial (pro Jahr)
Biomasse				
Biogas	X	X	X	1.473 MWh Strom. 1.263 MWh Wärme.
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches lokales Potenzial
Oberflächennahe Geothermie				
Erdwärmesonden	X			29.731 MWh (2030) / 28.597 (2040)
Grundwasserbrunnen	X	X		Kein Potenzial vorhanden
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein lokales Erzeugungspotenzial.
Solarthermie				
Dachflächen	X	X		3.034 MWh
Freiflächen		X		Erst bei der Planung eines Wärmenetzes bezifferbar. Aktuell kein realistisches Potenzial vorhanden
Umweltwärme				
Luft	X	X		27.334 MWh (2030) / 25.239 MWh (2040)
Abwärme				
Gewerbe		X		Kein Potenzial vorhanden
Abwasser		X		Kein Potenzial vorhanden
Windkraft			X	Kein Potenzial vorhanden
Wasserkraft			X	Kein Potenzial vorhanden
Photovoltaik				
Dachflächen			X	41.442 MWh
Freiflächen			X	35.600 MWh
Parkplatzflächen			X	Keine Daten
Baggerseen			X	Kein realistisches Potenzial vorhanden

Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien

5. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, der Energie- und THG-Bilanz und der ermittelten Potenziale wird im folgenden Kapitel ein Zielszenario zur perspektivischen Entwicklung des Wärmeverbrauchs und der daraus entstehenden THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 beschrieben. Dabei gilt das Ziel des Landes Baden-Württemberg, bis zum Jahr 2040 Netto-THG-Neutralität zu erreichen.

Das Zielszenario ist hier nicht als Prognose, sondern als ein möglicher Entwicklungspfad zu verstehen, um bis zum Jahr 2040 weitgehende THG-Neutralität im Gebäudebestand zu erreichen. Es wird angenommen, dass die lokalen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040 kontinuierlich weiter ausgeschöpft werden. Eine Auflistung der getroffenen Annahmen finden sich im Abschnitt 8.6 in der Methodik.

Wichtiger Bestandteil des Zielszenarios ist auch die räumliche Beschreibung der zukünftigen Wärmenetzaufbaustruktur. Hierzu wurde auf Basis der umfangreichen Datenauswertungen die Stadt Vogtsburg i. K. in Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung eingeteilt. Diese zeigen in welchen Bereichen perspektivisch eine Wärmenetzaufbaustruktur und in welchen Bereichen dezentrale Einzelheizungen aus- und aufgebaut werden sollen. Zudem wird die bevorstehende Transformation des bestehenden Erdgasnetzes und das Thema erneuerbare Gase erläutert sowie auf das Thema der THG-Kompensation eingegangen.

5.1 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um insgesamt 24 % gegenüber dem Jahr 2021. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von ca. 16 % erwartet wird. Im Gewerbesektor sinkt der Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2040 um knapp 30 %. Bei der Industrie sinkt die Raum- und Prozesswärme um etwa 13 %. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei 40 % bis im Jahr 2040. Abbildung 22 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2021 bis 2040 mit etwa fünfjährigen Zwischenschritten.

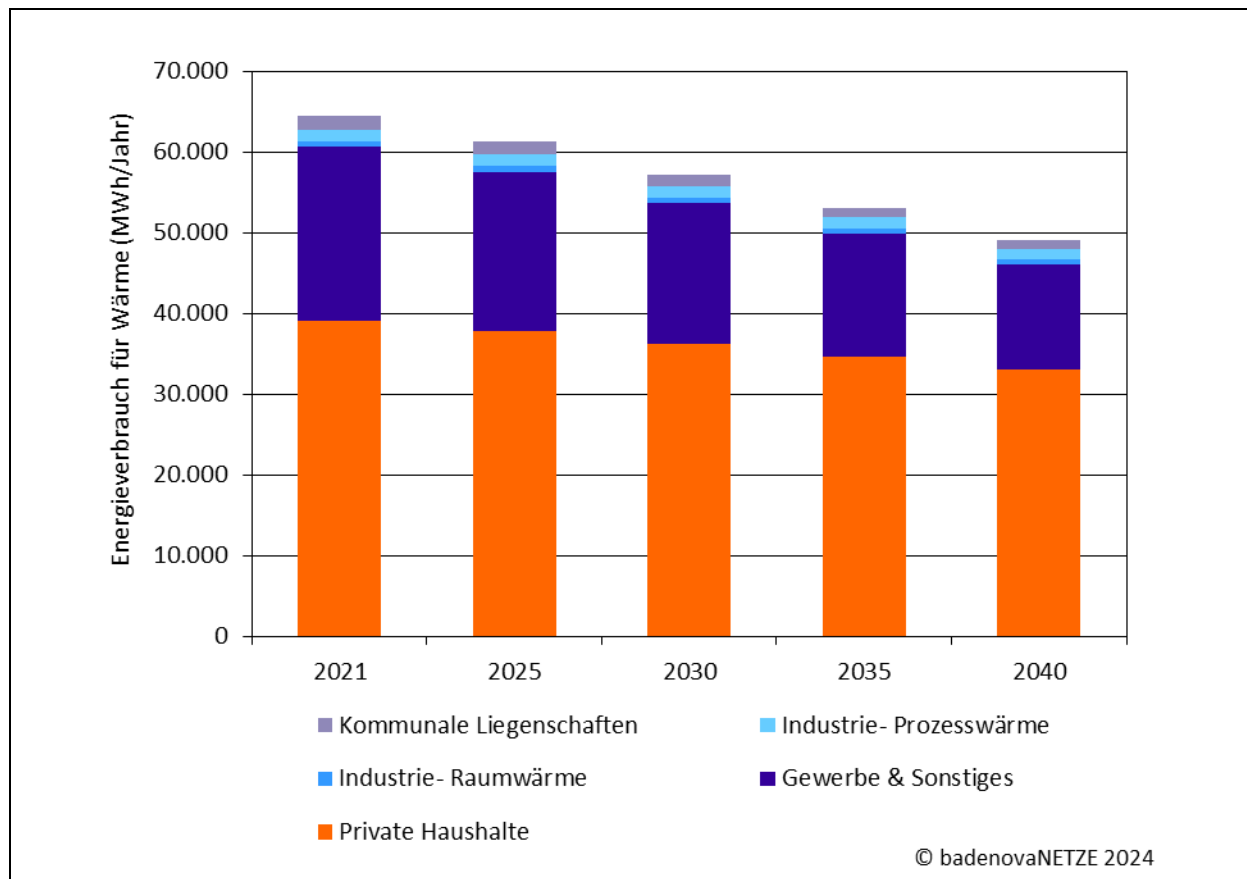


Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Sektoren im Zielszenario

5.2 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nach der Darstellung des zukünftigen Wärmeverbrauchs aller Sektoren wurden die zur Deckung benötigten Energiemengen nach Energieträgern ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (siehe Abschnitt 5.5).

Abbildung 23 zeigt, um den klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, werden im Zielszenario ab dem Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen und vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. In den Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden primär Wärmepumpen genutzt (Umweltwärme). Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung (Wärmenetz) bereitgestellt wird, steigt auf 6 % im Jahr 2040. Die zentrale Wärmeversorgung wird im Jahr 2040 durch einen Energiemix aus verschiedenen Energieträgern (Biomethan, Umweltwärme und Energieholz) sichergestellt (vgl. Abbildung 25).

Insgesamt wird deutlich, dass in Zukunft dezentrale Einzelheizungslösungen den Großteil der Wärmeversorgung in Vogtsburg i. K. ausmachen könnten, während Wärmenetze mit 6 % nur einen geringfügigen Anteil der Gebäude beheizen könnten.

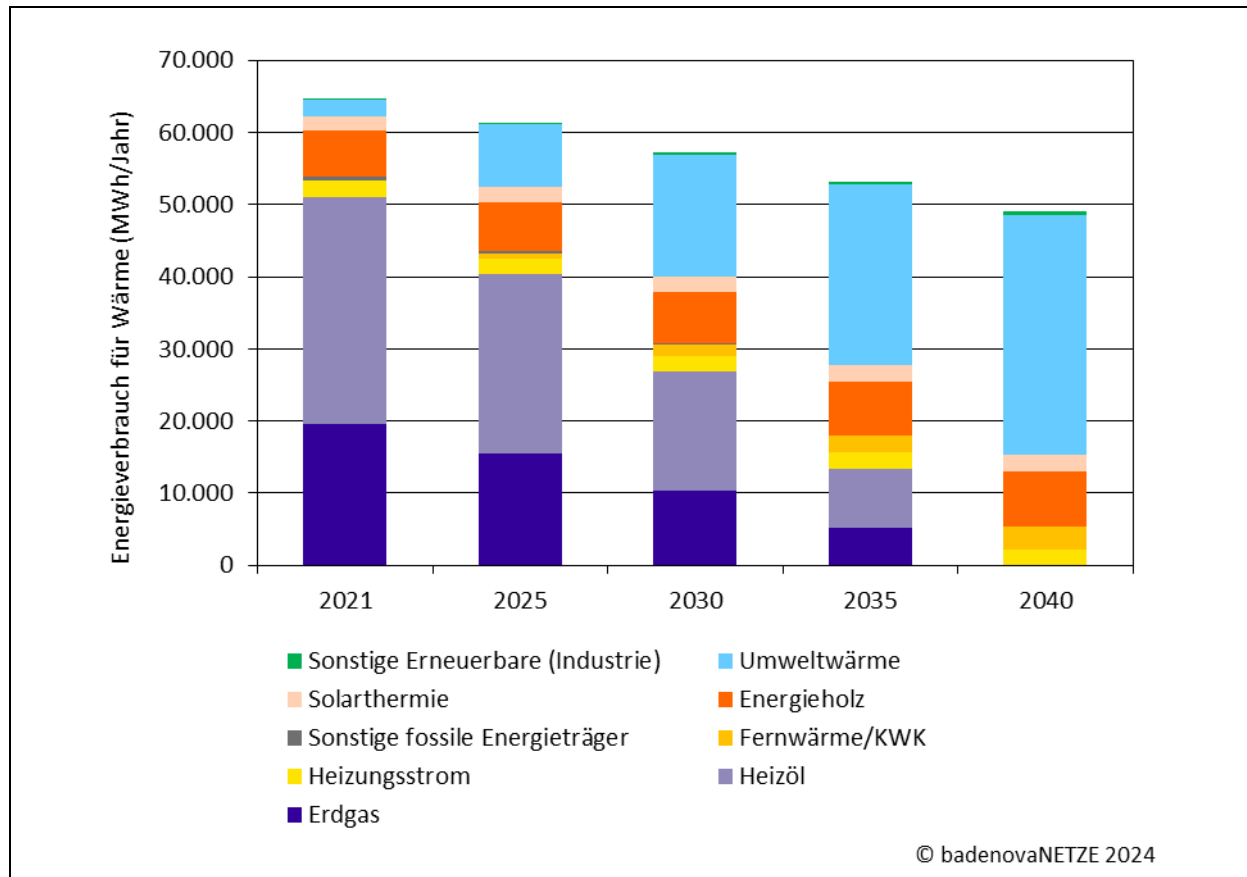


Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario

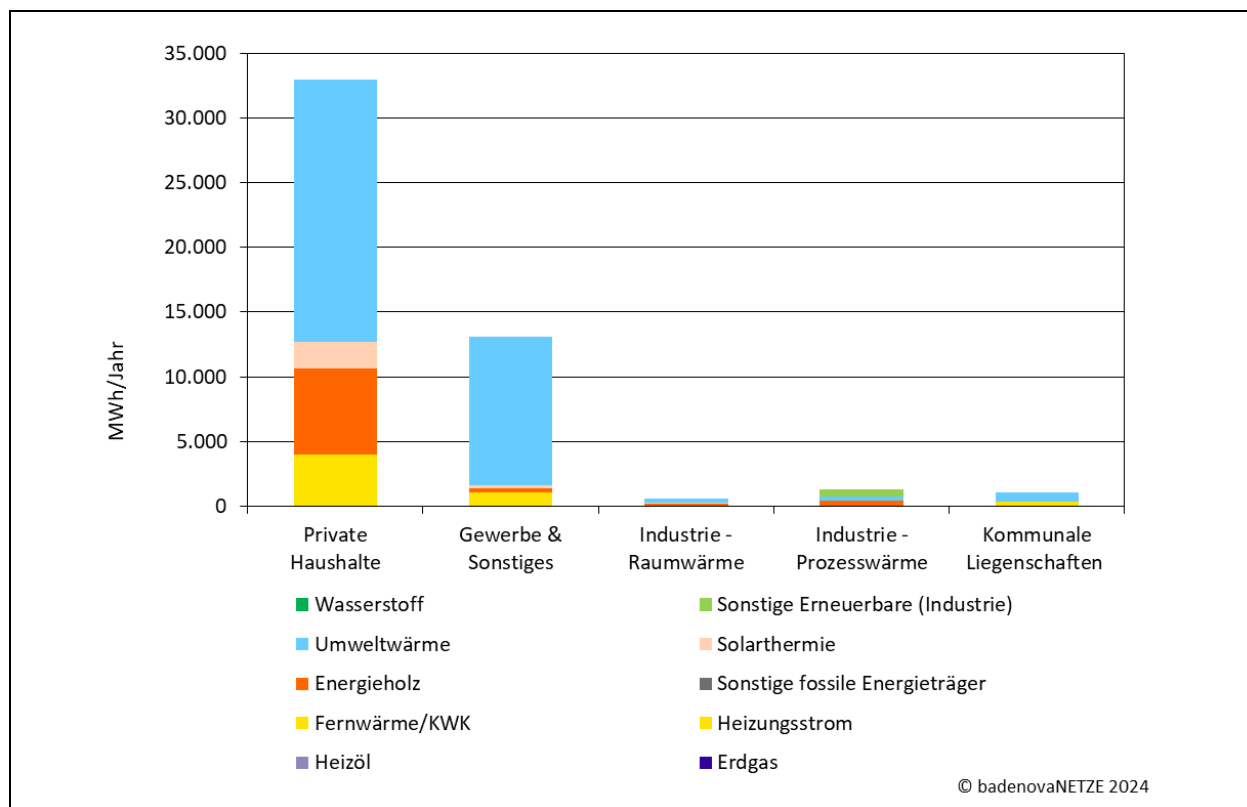


Abbildung 24 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart und Sektor im Zielszenario 2040

In Zukunft wird ein vielfältiger Mix an Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen Energieträgern notwendig sein, um Klimaneutralität bis im Jahr 2040 zu erreichen. Bei dem hier dargestellten Zielszenario handelt es sich um einen möglichen Pfad dieses Ziel zu erreichen. Sollte dieses Szenario nicht umsetzbar sein, können einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden oder in veränderten Anteilen genutzt werden. So könnte zum Beispiel Wasserstoff für gewisse Anteile der Wärmeversorgung von Gewerbebetrieben eingesetzt werden. Dies bleibt jedoch in diesem Szenario zunächst unberücksichtigt, da noch nicht abgesehen werden kann, ob und wann eine Wasserstoffinfrastruktur in Vogtsburg i. K. möglich sein wird bzw. auch wirtschaftlich umzusetzen wäre.

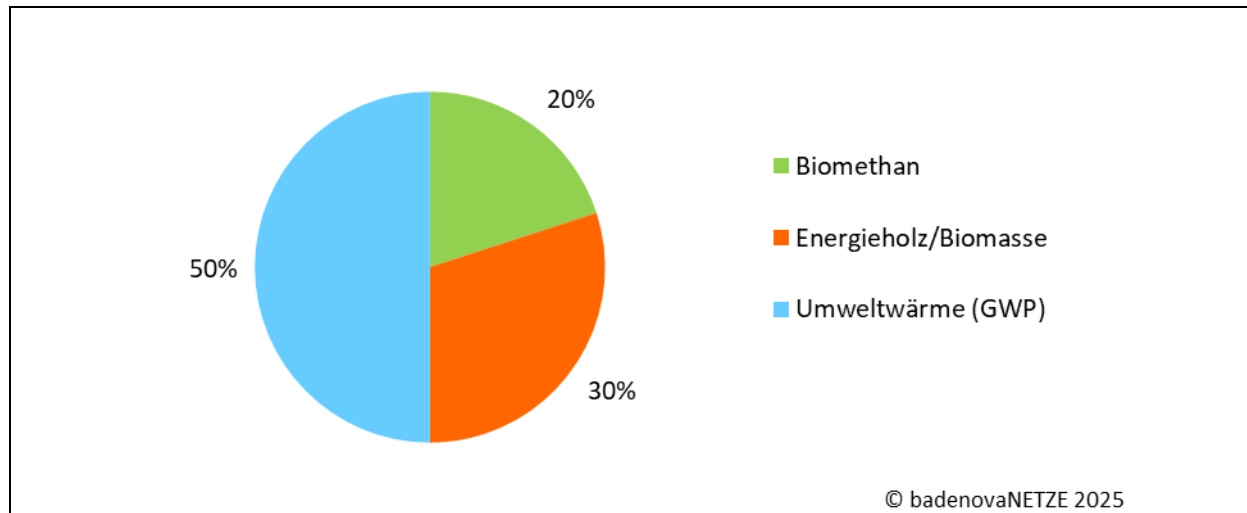


Abbildung 25 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario 2030 und 2040

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträger und Sektor für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist im Abschnitt 5.8 in Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 in Zahlen festgehalten. Zudem ist in Tabelle 7 der Energieeinsatz zur zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2030 und 2040 beziffert.

5.3 Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung in Vogtsburg i. K. im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 1.509 t CO_{2e} (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2021: 16.570 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2021 die Emissionen um insgesamt 91 % sinken müssen, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 26 stellt, analog zur Entwicklung des Energieeinsatzes zur Wärmeversorgung (vgl. Abbildung 23), die Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion des Wärmeverbrauchs und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung führen können. Verbleibende Restemissionen müssen durch entsprechende Kompensationsmaßnahme abgedeckt werden (vgl. 5.7).

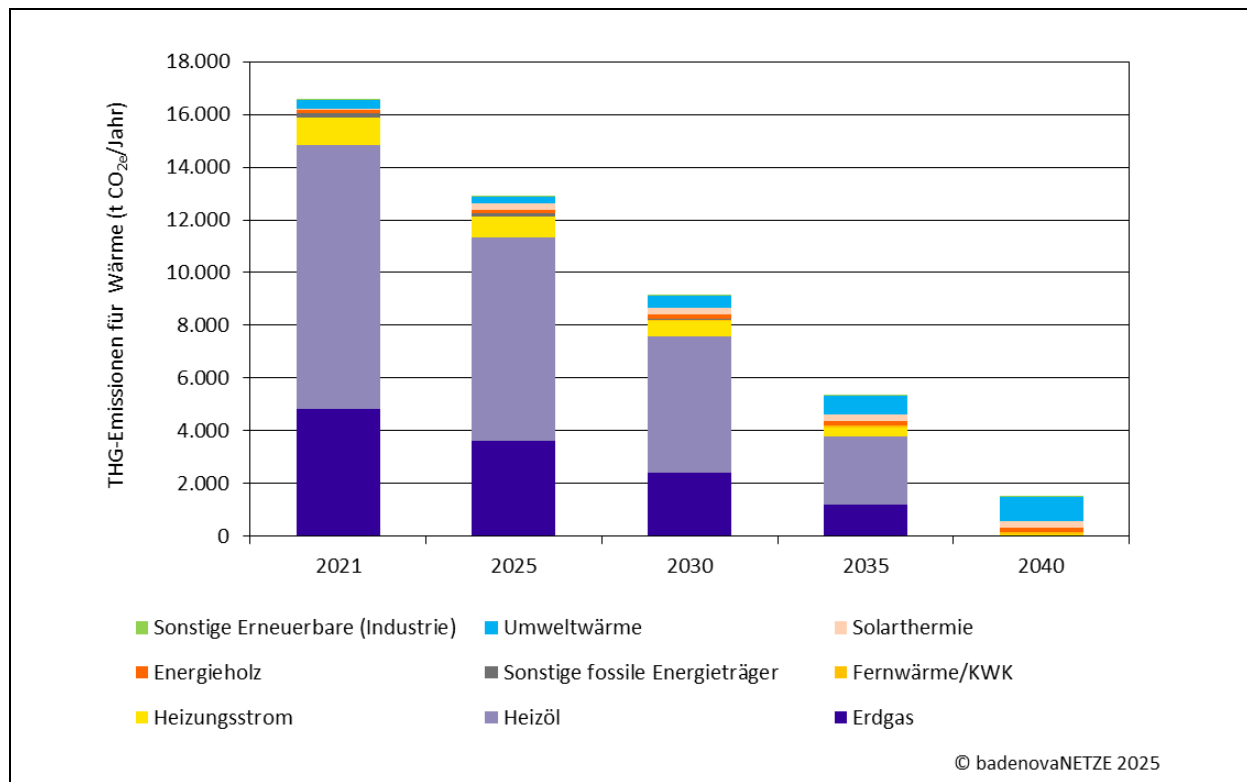


Abbildung 26 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040

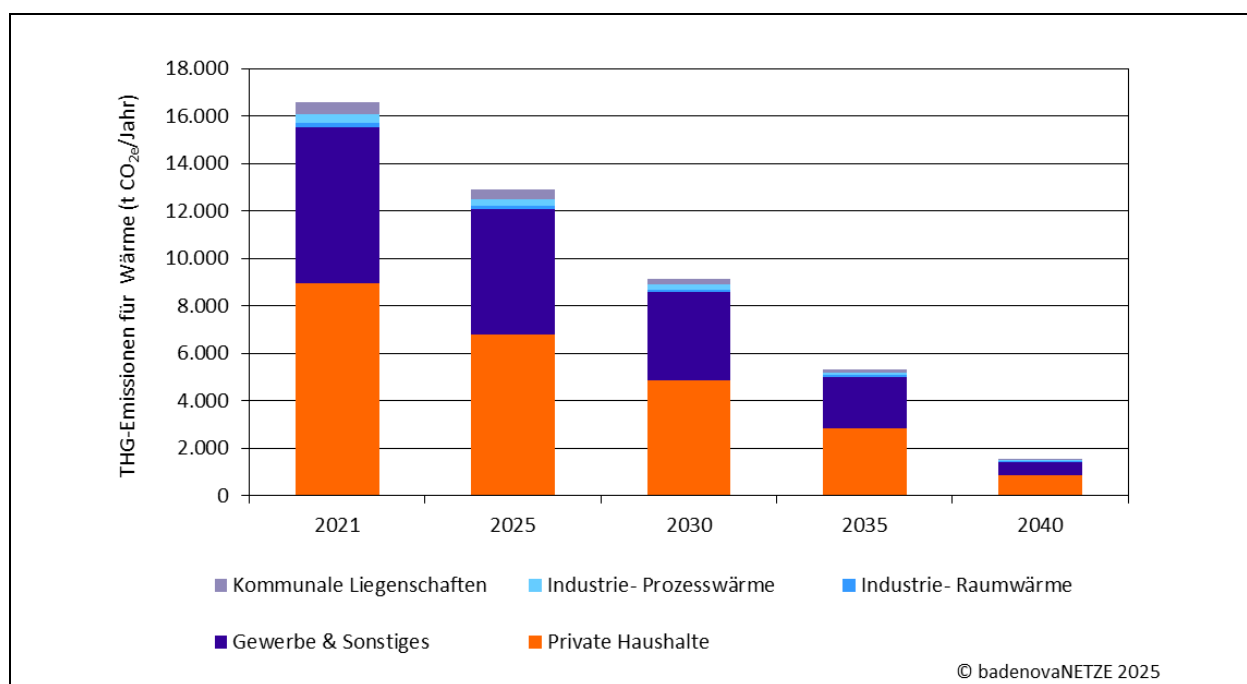


Abbildung 27 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen je Sektor im Zielszenario bis zum Jahr 2040

5.4 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen von ca. 2.831 MWh im Jahr 2021 (Stromheizungen und Wärmepumpen) auf rund

11.517 MWh im Jahr 2040 steigen wird. Der Anteil des Heizungsstroms verringert sich bis zum Jahr 2040 nur geringfügig. Dies ist zum einen durch den Einsatz von modernen strombasierten Heizungen wie Infrarotheizsystemen zu begründen. Zum anderen fehlen in den entsprechenden Gebäuden zu meist Heißwassersysteme, sodass die Umrüstung auf andere nachhaltige Energieträger hohe Investitionskosten bedingen würden und davon auszugehen ist, dass etwaige Gebäudebesitzer stromgeführte Systeme modernisieren und beibehalten werden. Etwa 81 % des genannten Stromverbrauchs wird auf Wärmepumpen entfallen. Wird zusätzlich die Elektrifizierung des Verkehrs betrachtet, wird im Zielszenario der Gesamtstrombedarf von 21.317 MWh im Jahr 2021 auf rund 33.673 MWh im Jahr 2040 ansteigen. Der Stromverbrauch im Gewerbe kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

Die Stadt Vogtsburg i. K. könnte diesen zukünftigen Stromverbrauch mit den lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen, allein durch den Ausbau der Photovoltaik bei Aufdach- und Freiflächenanlagen decken. Im Zielszenario wurde angenommen, dass wenn das ermittelte Dachflächenpotenzial für PV-Anlagen zu 50 % ausgeschöpft wird, ab 2040 der prognostizierte Stromverbrauch zu 100 % aus Solarstrom gedeckt werden kann (inkl. der Bestandsanlagen und durch den Solarpark erzeugten Strom im Jahr 2021). Hinzu kommt das Freiflächen-PV-Potenzial (vgl. 4.4.3)

Die beiden folgenden Grafiken fassen dies zusammen und stellen den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario (vgl. Abbildung 28) der potenziellen lokalen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 29) in Vogtsburg i. K. gegenüber. Der THG-Emissionsfaktor des lokalen Strommixes wird bis zum Jahr 2040 durch die erhöhte lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom stark sinken.

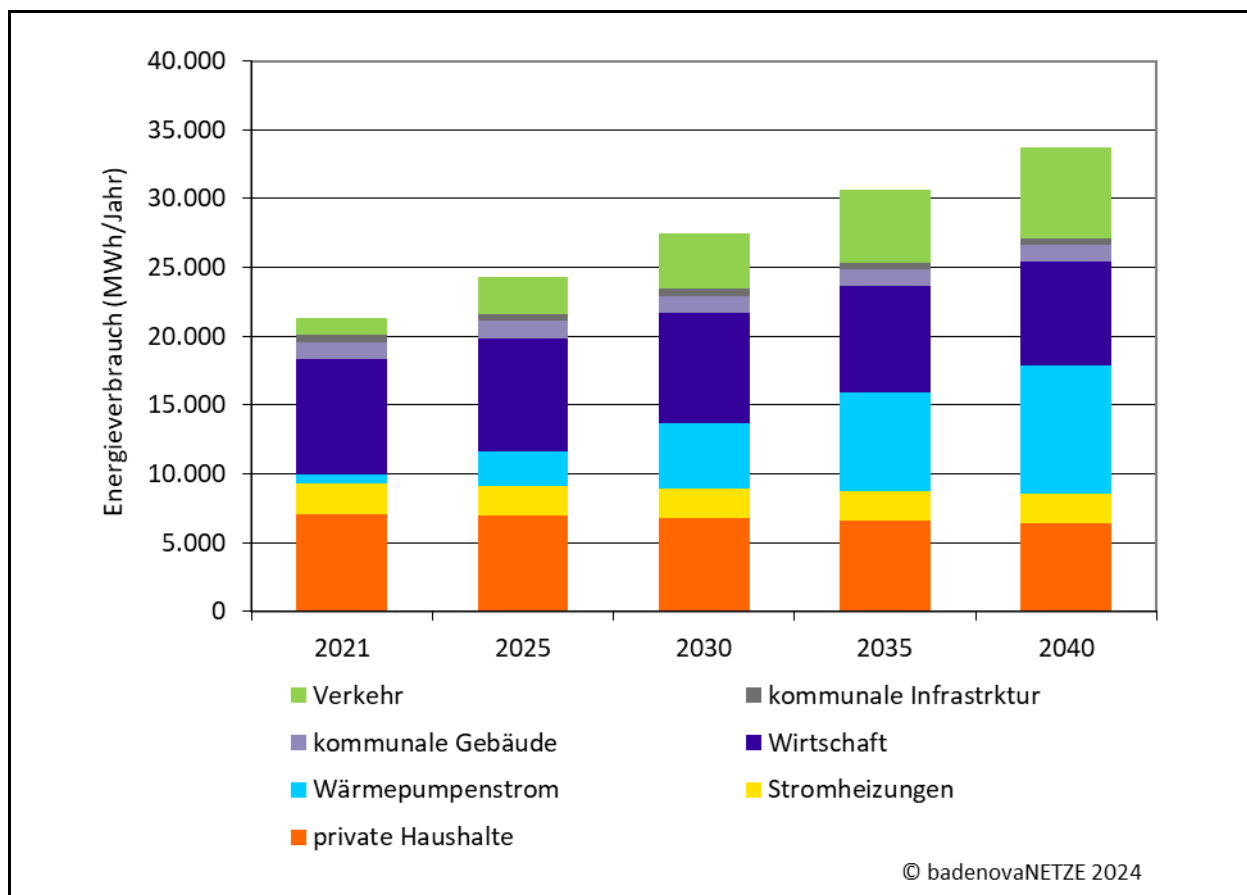


Abbildung 28 – Stromverbrauch im Zielszenario nach Sektor

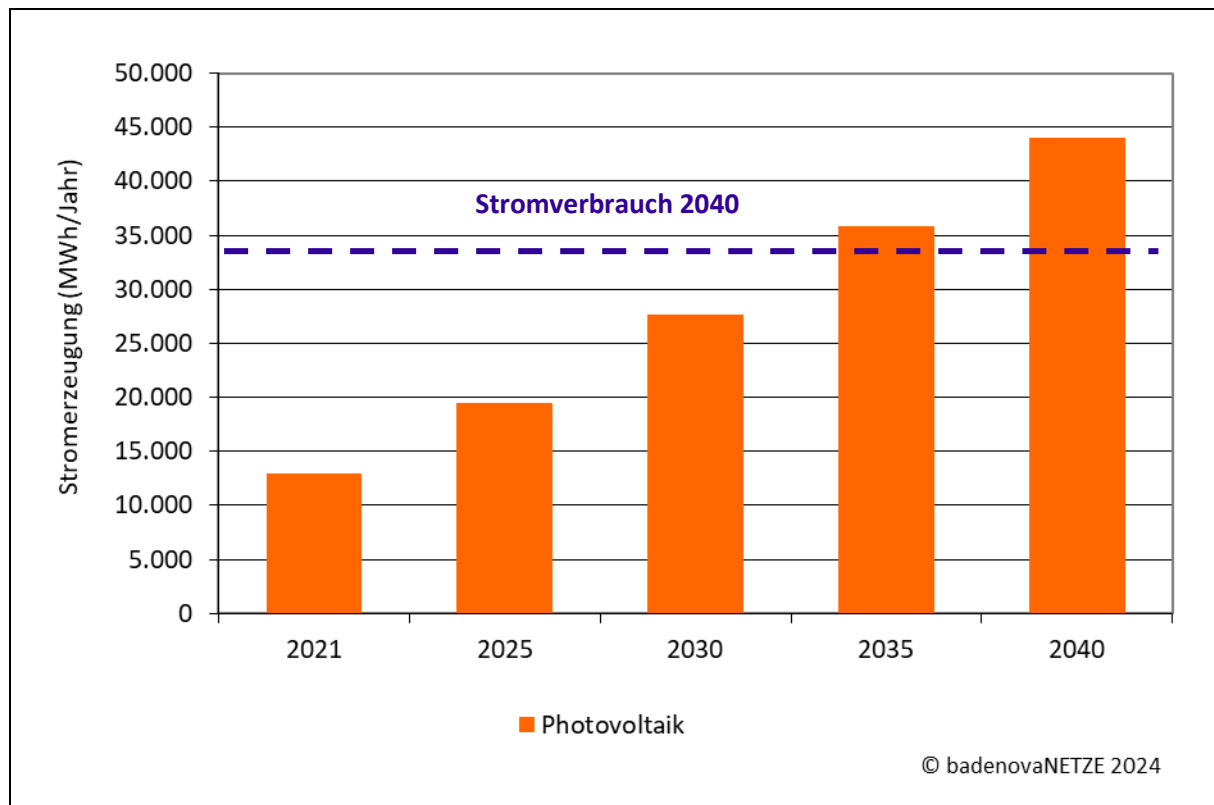


Abbildung 29 – Stromerzeugung im Zielszenario nach Energieträger

5.5 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurde die gesamte Stadt in Eignungsgebiete zur zentralen und dezentralen Versorgung eingeteilt. Bei der Einteilung der Eignungsgebiete geht es um eine erste grobe Abschätzung, wie in einem jeweiligen Gebiet die Gebäude ihren Wärmebedarf in Zukunft möglichst wirtschaftlich, ökologisch und effizient decken werden können. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird dies mit dem Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen erzielt, während bei der dezentralen Wärmeversorgung jedes Gebäude eine eigene Heizanlage betreibt. Für die Einteilung der zentralen Eignungsgebiete wurden verschiedene Kriterien herangezogen (siehe auch Abschnitt 8.6.6 für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien):

- Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene
- Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen
- Passende Energieträgerverteilung (z.B. wenige Wärmepumpen)
- Großverbraucher oder öffentliche Liegenschaften als Ankerkunden
- Siedlungs- und Besitzstrukturen (z.B. viele öffentliche Gebäude)
- Siedlungsentwicklungen
- Dichte Bebauungsstrukturen
- Lokale Potenziale erneuerbarer Energien
- (Lokale Abwärmepotenziale (nicht vor Ort vorhanden))
- Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte

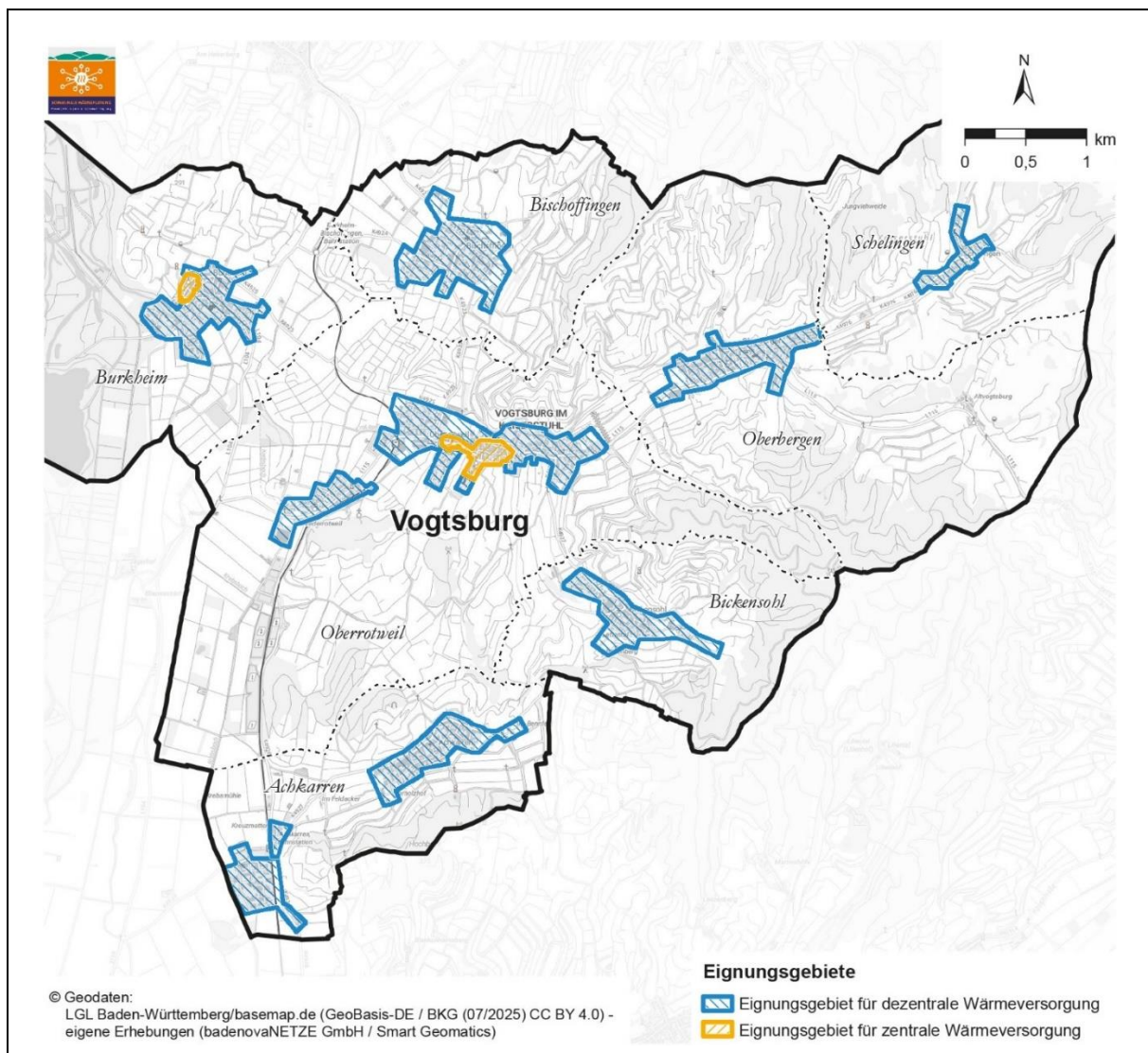
Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 18 dargestellt. In der Ortsmitte von Oberrotweil sowie in Burkheim wurde jeweils ein Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Die Ausweisung dieser Gebiete wird begründet mit einer dichten Be-

bauung, dem Alter der Gebäude, der Art und dem Alter der bestehenden Heizanlagen, der hohen Wärmedichte auf Straßenzugsebene sowie dem Vorhandensein von Ankerkunden. In den meisten Wohngebieten und Randbereichen sind vermehrt kleinere und teilweise neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung ist die Wärmedichte hier niedriger und die Gebiete sind für die dezentrale Wärmeversorgung mit Einzelheizungen geeignet. Somit eignet sich das Gemarkungsgebiet der Stadt Vogtsburg i. K. überwiegend nicht für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgungsstruktur.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden detaillierte Ortsteilsteckbriefe für die folgenden Ortsteile und Quartiere in Vogtsburg i. K. ausgearbeitet.

- Ortsteil Achkarren
- Ortsteil Bickensohl
- Ortsteil Bischoffingen
- Ortsteil Burkheim
- Ortsteil Oberbergen
- Ortsteil Oberrotweil
- Ortsteil Schelingen

Die Ortsteilsteckbriefe beschreiben jeweils den energetischen Ist-Zustand des Quartiers und erläutern die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten. Die Steckbriefe sind im Anhang unter 11.2 bis 11.8 zu finden.



Karte 18 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Stadt Vogtsburg i. K.

5.5.1 Energiespeichersysteme

Die Entwicklung des zukünftigen Energieverbrauchs wird im Zielszenario bilanziell über den Zeitraum von einem Jahr berechnet und dargestellt. Saisonale und tagesbedingte Schwankungen, wie beispielsweise der erhöhte Wärmebedarf im Winter und der daraus resultierende höhere Strombedarf durch Wärmepumpe oder die höheren Stromerträge, welche PV-Anlagen im Sommer erzeugen, werden zunächst nicht berücksichtigt. Allerdings stellen solche Schwankungen des Verbrauchs und der Verfügbarkeit durchaus große Hürden für das Gelingen der Wärmewende dar. Diese Hürden müssen bei der zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen in Vogtsburg i. K. durchaus berücksichtigt werden.

In den folgenden Abschnitten werden deshalb solche Speicher, die in Vogtsburg i. K. zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten, erläutert und deren Einsatzbereiche geschildert. Welche Technologie bei einer Maßnahme eingesetzt wird, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden.

In Abbildung 30 werden verschiedene Speichertechnologien nach ihrer Speicherkapazität und der Dauer der Speicherung dargestellt. Zusätzlich sind am oberen Rand Beispiele für die entsprechenden Kapazitäten genannt. Bei hohen Kapazitäten (großen Energiemengen), wie sie zum Beispiel eine Großstadt benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Die zukünftige Rolle dieser Gase wird in Abschnitt 5.6 erläutert. Für die Wärmewende in Vogtsburg i. K. werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange), sowie auf Grund der Sektorenkopplung, Stromspeicher entscheidend sein.

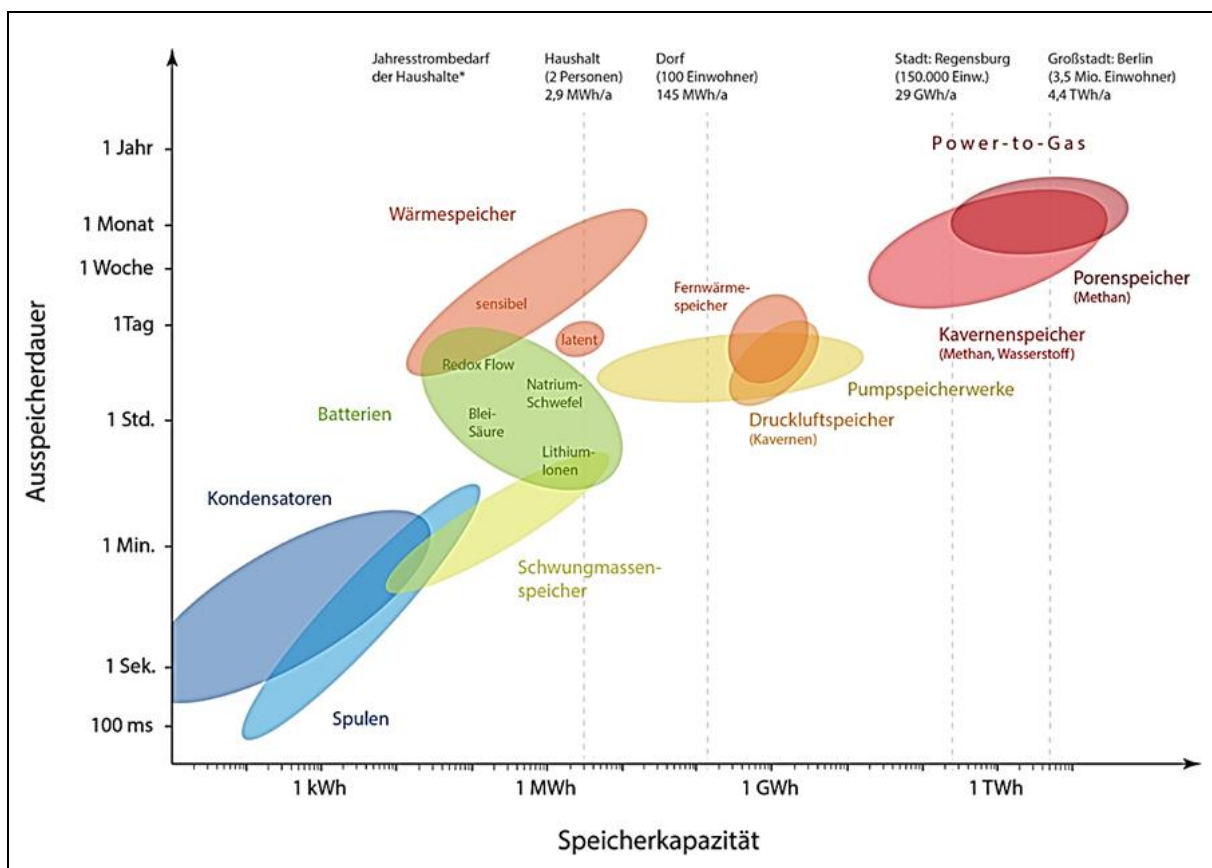


Abbildung 30 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014).

5.5.2 Wärmespeicher

Wärmespeicher können in verschiedene Speicherkonzepte unterteilt werden. Bei sensiblen Speichern erfolgt die Wärmespeicherung durch Temperaturveränderung des Speichermediums. Latente Speicher

hingegen nutzen zur Wärmespeicherung hauptsächlich den Phasenwechsel von fest zu flüssig. Bei thermochemischen Wärmespeichern (nicht abgebildet) erfolgt die Wärmespeicherung in Form einer reversiblen thermochemischen Reaktion (dena 2023). Im Folgenden werden vier gängige Arten der Wärmespeicherung beschrieben:

- **Heißwasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Beim Heißwasser-Speicher (Pufferspeicher) befindet sich das Wasser in einem isolierten Behälter, der je nach Anwendungsfall von kleinen Speichern mit wenigen Kubikmetern in Gebäuden bis hin zu Großwasserspeichern für die saisonale Wärmespeicherung in Wärmenetzen eingesetzt werden kann.
- **Kies-Wasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Bei einem Kies-Wasser-Speicher dient ein Gemisch aus Kies und Wasser als Speichermedium. Diese werden bisher überwiegend als Langzeitwärmespeicher oder Zwischenspeicher für solare Nahwärmenetze bzw. Gebäudekomplexe eingesetzt.
- **Eisspeicher (latenter Wärmespeicher)**
Der Eisspeicher besteht in der Regel aus einer Betonzisterne, die komplett unter der Erdoberfläche vergraben und nicht isoliert wird. Der erste Wärmetauscher entzieht dem Wasser seine Wärmeenergie, wodurch die Temperatur mit jedem Durchlauf sinkt und das Wasser mit der Zeit gefriert. Der Regenerationswärmetauscher führt der Zisterne hingegen Wärme zu, die er beispielsweise über eine Erdsonde oder durch eine Solarthermieranlage bezieht. Eisspeicher dienen sowohl als Wärmequelle als auch als saisonale Wärmespeicher. Es existieren technische Lösungen für kleine Gebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und größere Gebäude sowie für die Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz.
- **Sorptionsspeicher (thermochemischer Wärmespeicher)**
Die Wärmespeicherung erfolgt durch chemisch reversible Reaktionen oder den Sorptionsprozess und zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

Der Aufbau von Wärmenetzen in Vogtsburg i. K. wird auch einen Ausbau der Wärmespeicherkapazitäten bedingen, für die geeignete Fläche identifiziert werden müssten.

5.5.3 Stromspeicher

Den Stromspeichern kommt neben dem Ausbau der Stromnetze eine bedeutende Rolle in der Energiewende zu. Denn sie können grundsätzlich Schwankungen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ausgleichen: Werden PV- oder Windanlagen mit Speichersystemen kombiniert, wird nicht integrierbarer Strom gespeichert und steht bei Bedarf jederzeit zur Verfügung (dena 2022). Dadurch sind Stromspeicher in der Lage:

- Angebot und Nachfrage auszugleichen,
- zahlreiche Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistungen und Blindenergie) bereitzustellen, die die Systemstabilität unterstützen,
- inländische Wertschöpfung zu erhöhen, da nicht integrierbare Strommengen nicht exportiert werden müssen und
- die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien in den Markt zu fördern.

Durch die Nutzung eines Stromspeichers lässt sich die Eigenverbrauchquote des durch PV-Anlagen erzeugten Stroms erhöhen und somit ein Großteil der Stromkosten einsparen. Batteriespeicher können sowohl dezentral in Ein- und Mehrfamilienhäusern als auch zentral in Quartieren zum Einsatz kommen.

5.6 Transformation des Erdgasnetzes

Die im Zielbild abgebildeten Entwicklungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Vogtsburg i. K. würden auch erhebliche Auswirkungen auf die bestehende Gasinfrastruktur implizieren. Faktisch spielt Erdgas im Zielszenario im Jahr 2040 keine Rolle mehr. Wie sich die Gasnachfrage entwickeln wird, kann derzeit niemand vorhersagen. Perspektivisch könnte die bestehende Erdgasinfrastruktur, zumindest in Teilen, für die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff genutzt werden.

Der nationale Gesetzgeber hat die Erdgaskonzessionäre hierbei als entscheidende Akteure beim Hochlauf der Wasserstoffinfrastruktur erkannt und den Geltungsbereich der wegrechtlichen Gestattungsverträge nach § 46 EnWG in § 113a EnWG auf Wasserstoff „erweitert“. Somit können vorbereitende Maßnahmen zum Wasserstofftransport ergriffen und die Zielnetzplanung an diese angepasst werden. Ein Gaskonzessionsvertrag ist somit zugleich ein Wasserstoffgestattungsvertrag.

In den folgenden Abschnitten werden drei wesentliche Szenarien, zur potenziellen zukünftigen Nutzung der Erdgasnetze beschrieben:

- **Szenario 1: Das Erdgasnetz wird weiterhin in der Fläche benötigt**
Dies bedeutet, dass weiterhin eine Versorgung mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Wasserstoff) über das bestehende Erdgasnetz möglich sein wird und die Endverbraucher diesen durch Umrüstung des bestehenden Heizkessels oder Installation eines neuen Heizkessels (hybrid) verwerten können. Der Wasserstoff muss entweder über das geplante H₂-Backbone in Deutschland bis zu den Netzen transportiert werden, oder durch den Anschluss an die geplante Trasse in Frankreich/Schweiz erfolgen. Die leitungsgebundene Versorgung der Endverbraucher, über die bestehenden Erdgasnetze ist der effizienteste Weg.
- **Szenario 2: Punktuelle Erhaltung des Erdgasnetzes für Wärmenetze und die Industrie**
Im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass die Erdgasnetzinfrastruktur teilweise einen Rückzug erfährt und nur ein Teil der bisherigen Struktur erhalten bleibt. Mit dieser Struktur werden dann Heizzentralen für Wärmenetze und große energieintensive Betriebe mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Erdgas) versorgt. Anders als in Szenario 1, kann die Versorgung dieser zentralen Wärmenetze oder auch der Industrie über ein bestehendes Versorgungsnetz, wie das H₂-Backbone, oder aber auch mit zentralen Einspeisepunkten an den bisherigen Gasübergabestellen erfolgen.

Bei den Szenarien 1 und 2 lassen sich zwei technische Umsetzungsvarianten unterscheiden. Die erste Möglichkeit ist die vollständige Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes auf 100 % Wasserstoff. Dies würde nach heutigem Kenntnisstand in der Regel den Austausch oder die umfassende Umrüstung der vorhandenen Gasheizgeräte bei den Endverbrauchern erfordern, da die meisten heutigen Erdgas-Brennwertkessel nicht für den reinen Wasserstoffbetrieb geeignet sind. Die zweite Möglichkeit ist die schrittweise Zumischung von Wasserstoff zu einem anderen gasförmigen Energieträger, beispielsweise zu Biomethan. Je nach Zumischungsgrad können bestehende Gasgeräte oft weiterhin betrieben werden, wobei für höhere Anteile an Wasserstoff gegebenenfalls ebenfalls Anpassungen an Brennertechnik und Regelgeräten nötig werden.

- **Szenario 3: Geordneter Rückzug des Erdgasnetzes**
In Szenario 3 gibt es einen geordneten Rückzug des bestehenden Erdgasnetzes und die am Erdgasnetz hängenden Endverbraucher schließen entweder an ein zentrales Wärmenetz an oder rüsten auf eine dezentrale Lösung um. Auch in diesem Szenario ist eine Versorgung mit Wasserstoff durch dezentrale Lösungen wie Elektrolyseure, die regionalen Strom in Wasserstoff umwandeln und diesen dann entweder Einzelhaushalten oder kleinen Wärmenetzen zur Verfügung stellen, möglich.

Die Energieversorgung der Bürger ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Aufgabe der Daseinsvorsorge. Durch die Vergabe der Gaskonzession wird die Versorgungspflicht für Erdgas an den

Erdgasnetzbetreiber übertragen. Demnach dürfen Erdgasnetze nur dort zurückgebaut bzw. stillgelegt werden, wenn kein Erdgasbedarf mehr besteht. Für das Szenario 3 müsste sich also entweder die Rechtslage zur Versorgungspflicht ändern, oder es müssten alle Verbrauchsstellen zunächst auf eine alternative Energieversorgung umrüsten, bevor ein Rückzug erfolgen könnte.

Die vielen Unbekannten und die Vielfalt an Entwicklungsperspektiven, die von einem kompletten Stilllegen des Erdgasnetzes bis hin zu einem weiterhin flächigen Betrieb der Netze mit erneuerbaren Gasen reicht, stellen die Erdgasnetzbetreiber vor eine große Herausforderung hinsichtlich der Frage der aktuellen Investitionen und Erweiterungspläne.

Die Rahmenbedingungen, die die Transformation des Erdgasnetzes formen werden, liegen zum größten Teil weder in der Hand der Stadt noch in der Hand der Erdgasnetzbetreiber. Um geeignete Maßnahmen mit Blick auf die Transformation des Erdgasnetzes zu erarbeiten und an die sich noch in Entwicklung befindenden und sich wandelnden Rahmenbedingungen zu adaptieren, wird in den kommenden Jahren ein regelmäßiger Austausch zwischen der Stadt Vogtsburg i. K. und dem Netzbetreiber notwendig sein. Zusätzlich müssen die Entwicklungen im Erdgasnetz frühzeitig mit den Bürgern und den Betrieben der Stadt abgestimmt und kommuniziert werden, damit diese die Perspektiven zur Energieversorgung über das Erdgasnetz bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen können bzw. unter Umständen auch rechtzeitig mit Alternativen planen können.

Wasserstoffanbindung für Vogtsburg i. K.

Im Rahmen des Projekts RHYn Interco wird eine Verbindung zum European Hydrogen Backbone über eine Rheinquerung bei Fessenheim (Frankreich) bis zum Jahr 2029 hergestellt (vgl. Abbildung 18). Über diese Anbindung an den Backbone bekommt der südliche Oberrhein Zugang zu unterschiedlichen Erzeugungsschwerpunkten von grünem Wasserstoff im europäischen Ausland. Im Anschluss an die Rheinquerung werden über umgestellte Erdgasleitungen sowie neu zu errichtende Wasserstoffleitungen zunächst Großabnehmer in Freiburg angeschlossen (vgl. 4.5).

5.7 Senken für Restemissionen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bietet zwar deutliche Potenziale zur Senkung der THG-Emissionen, allerdings sind aktuell keine Energiequellen gänzlich ohne Emissionen verfügbar. Durch den Bau und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom werden heute und in Zukunft weiterhin THG in die Atmosphäre emittiert. Auch das Zielszenario für Vogtsburg i. K. zeigt: Selbst, wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die THG-Emissionen nicht vollständig auf null. Um die Klimaneutralität, wie von der EU definiert, zu erreichen, würde es deshalb in Zukunft notwendig sein, verbleibende Emissionen einer Senke zuzuführen.

Es gibt bereits verschiedene Ansätze zur THG-Kompensation. Ein häufig angewandter Ansatz besteht darin, in Projekte zu investieren, die zur Reduzierung von THG-Emissionen beitragen. Dazu gehören beispielsweise erneuerbare Energien, Energieeffizienzprojekte oder Aufforstungs- und Waldschutzprojekte. Diese Projekte tragen dazu bei, den Ausstoß von THG zu verringern oder CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen (CCS).

THG-Kompensation kann sowohl durch lokale Maßnahmen als auch durch technische Verfahren erfolgen. Momentan ist noch unklar, ob oder wie verbleibende THG-Emissionen in Zukunft kompensiert werden müssen. Eine Studie zu Entwicklungsszenarien der CO₂-Preise, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von 30 €/t im Jahr 2022 auf mind. 250 €/t im Jahr 2040). Vor diesem Hintergrund würde die Umsetzung von lokalen Kompensationsmaßnahmen die lokale Wertschöpfung unterstützen. Zudem haben solche Maßnahmen auch weitere Vorteile, in dem z.B. Flächen ökologisch aufgewertet werden und die lokale Biodiversität steigern.

An der CO₂-Kompensation und an CCS gibt es auch Kritik. Beispielsweise wird unterstellt, dass dadurch notwendige Maßnahmen verzögert oder verlagert werden und somit der Klimaschutz vor Ort nicht

effektiv genug vorangebracht wird. Zudem gibt es Zweifel an der Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Maßnahmen, da der eingesetzte Euro pro Tonne CO₂ teilweise deutlich effizienter in Klimaschutzmaßnahmen vor Ort investiert werden könnte. Auch der Vorwurf des Greenwashings steht vermehrt im Raum.

Welchen Anteil CO₂-Senken beim Erreichen des Ziels der Klimaneutralität leisten können, wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen und kann zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend bewertet werden.

5.8 Kennwerte des Zielbilds

In den folgenden Tabellen sind die wesentlichen Kennwerte des Zielbilds zusammengefasst.

Energieträger im Wärmenetz	Jahr			Einheit
	2021	2030	2040	
Energieholz	0	475	950	MWh
Biomethan	0	317	634	MWh
Umweltwärme (GWP)	0	792	1.584	MWh
Summe	0	1.584	3.168	MWh

Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040

Jahr 2021					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	13.532	3.224	2.004	851	MWh
Heizöl	13.635	16.929	116	808	MWh
Heizungsstrom	1.421	710	0	89	MWh
Wärmenetz	0	0	0	0	MWh
Kohle	39	17	35	0	MWh
Flüssiggas	375	0	0	0	MWh
Energieholz	6.090	331	0	0	MWh
Solarthermie	1.828	203	0	0	MWh
Umweltwärme	2.144	113	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	10	0	MWh
Sonstige Energieträger	0	0	11	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	39.064	21.527	2.176	1.748	MWh

Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarfe Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021

Jahr 2030					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	7.122	1.697	1.055	448	MWh
Heizöl	7.176	8.910	61	425	MWh
Heizungsstrom	1.421	710	0	47	MWh
Wärmenetz	1.200	150	0	150	MWh
Kohle	20	9	18	0	MWh
Flüssiggas	198	0	0	0	MWh
Energieholz	6.378	347	281	36	MWh
Solarthermie	1.914	213	55	0	MWh
Umweltwärme	10.757	5.510	310	311	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	253	0	MWh
Sonstige Energieträger	0	0	6	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	36.186	17.546	2.039	1.417	MWh

Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarfe Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030

Jahr 2040					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	MWh
Heizöl	0	0	0	0	MWh
Heizungsstrom	1.421	710	0	0	MWh
Wärmenetz	2.534	317	0	317	MWh
Kohle	0	0	0	0	MWh
Flüssiggas	0	0	0	0	MWh
Energieholz	6.698	365	593	75	MWh
Solarthermie	2.011	218	116	0	MWh
Umweltwärme	20.326	11.507	654	656	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	524	0	MWh
Sonstige Energieträger	0	0	0	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	32.990	13.117	1.887	1.048	MWh

Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf Wärmeversorgung, nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040

6. Kommunale Wärmewendestrategie

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie Vogtsburg i. K. bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Die Maßnahmen richten sich nach dem Handlungsraum, den Rollen und dem Wirkungsfeld der Stadt. Dabei wird es zunächst wichtig sein, die Organisation der Umsetzung des Wärmeplans sicherzustellen und den Wärmeplan in bestehende Strukturen und den Planungsaltag der Verwaltung zu integrieren.

Die wichtigsten Ziele der Wärmewendestrategie sind:

- **Energieverbrauch senken**

Um den Energieverbrauch entscheidend zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Darüber hinaus sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungs-systeme und durch korrektes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für die 13 häufigsten Gebäudetypen in Vogtsburg i. K. Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen erstellt (siehe Anhang 11.9). Die Steckbriefe zeigen detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und -technik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind.

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung**

Um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier müssen je nach Gegebenheit vorhandene erneuerbare Potenziale sinnvoll genutzt werden. Eine zentrale Rolle wird hierbei die Nutzung der Umweltwärme für Heizzwecke über Wärmepumpen sowohl in zentralen als auch dezentralen Versorgungsgebieten einnehmen. Neben der Wärmequelle Luft, die überall zur Verfügung steht, können geothermische Potenziale aus Erdwärme in den jeweiligen Einzelfällen geprüft und erschlossen werden. Neben der Umweltwärme wird es zudem die Einbindung anderer erneuerbaren Wärmequellen brauchen, damit die Transformation gelingen kann. In zentralen Versorgungsgebieten betrifft dies vor allem die Nutzung von holzbasierten Heizsystemen und Großwärmepumpen. Erneuerbare Gase wie Biomethan bzw. Wasserstoff werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem industrielle Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind.

- **Dekarbonisierung der Stromversorgung**

Das Gelingen der Wärmewende, mit Blick auf die zukünftige Rolle der strombetriebenen Wärmepumpe, ist dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Vogtsburg i. K. sollte die lokale Stromerzeugung mit PV-Anlagen ausgebaut werden. Die identifizierten Potenziale reichen für eine klimaneutrale Stromversorgung der Stadt bilanziell aus. Um die Fluktuation der erneuerbaren Energiequellen und die Winterlücke auszugleichen, werden Energiespeicher in Form von Stromspeichern benötigt. In Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber kann die Stadt dafür sorgen, dass die lokale Infrastruktur den zukünftigen Herausforderungen entsprechend ausgebaut und ertüchtigt wird.

6.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

Die kommunale Wärmewendestrategie wird durch die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure in der Stadt und mit den entsprechenden Rahmenbedingungen, die bspw. auf Bundes- und Landesebene vorgegeben werden, umgesetzt. In den nächsten Abschnitten werden fünf wesentliche Handlungsfelder der Stadt für die Wärmewende erläutert.

6.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan wurde in Abstimmung mit der Stadt erstellt, so dass das Thema und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung geordnet sind.

Durch regelmäßiges Monitoring soll in Zukunft über den Fortschritt und evtl. auftretende Hemmnisse beraten werden. Zudem können neue Maßnahmen aufgenommen werden. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungsalltag der Stadt, z.B. bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei der Verwaltung der kommunalen Liegenschaften, integriert werden.

Darüber hinaus sollte auch der Gemeinderat die Maßnahmen und die Strategie des kommunalen Wärmeplans mittragen und bei relevanten Entscheidungen entsprechend abwägen.

6.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren und Heizanlagen zu modernisieren. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen sollte die Kommune einen Plan entwickeln, um weitere geeignete Maßnahmen abzuleiten und die dafür notwendigen Finanzmittel für die zukünftigen Investitionsmaßnahmen in Ihrem Haushalt berücksichtigen zu können. Einen solchen Plan lässt sich unter anderem auch durch die Zusammenarbeit mit Energieberatern konkretisieren, z.B. können Einsparpotenziale und konkrete Sanierungsmaßnahmen für einzelne Liegenschaften mit einem Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude ausgearbeitet werden. Eventuell mögliche Förderprogramme können seitens des Energieberaters im Zuge der Beratung dargestellt und vor der Realisierung der Maßnahme beantragt werden. Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der Liegenschaften zu senken. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und besonders durch Erneuerung der Heizanlagen ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien in Vogtsburg i. K.. Zudem kann die Stadt durch die Umsetzung solcher Maßnahmen ein Vorbild für die Bürger der Stadt sein.

6.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie. Mithilfe von geförderten Machbarkeitsstudien werden Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Hinblick auf technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen. Für die zentralen Eignungsgebiete empfiehlt es sich die Machbarkeit und Umsetzbarkeit von Wärmenetzen genauer zu prüfen, um die Projekte zügig in die Umsetzung zu bringen.

6.1.4 Ausbau erneuerbarer Energien

Der nach den Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen neben dem Ausbau und der Anpassung der Energieinfrastruktur (Strom- und Gasnetz) die lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen und genutzt werden.

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann Umweltwärme aus Luft, Grundwasser und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Vor allem der PV-Ausbau bietet große Potenziale zur lokalen Stromerzeugung.

6.1.5 Information und Kommunikation

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Stadt Vogtsburg i. K. die Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Um dieses Ziel bis 2040 angehen und umsetzen zu können, ist die Kommunikation und Information aller relevanten Akteure in diesem Prozess essenziell. Die Stadt selbst kann im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz erneuerbarer Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, ob Privatgebäude oder Gewerbebetriebe, liegen nicht in der Hand der Stadtverwaltung. Darum ist hier eine gezielte Information der einzelnen Zielgruppen wichtig, um diese zu motivieren.

Im ersten Schritt bedeutet dies, die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans öffentlich zu kommunizieren und über geeignete Medien den Bürgern, Gebäudebesitzern, Interessensgruppen und dem Gewerbe zur Verfügung zu stellen.

Für Gebäudeeigentümer sind alle Informationen rund um die energetische Gebäudesanierung relevant. Hier sollten Beispiele für umgesetzte Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig sollten Informationen zu den aktuellen Fördermöglichkeiten auf der Internetseite oder über eine gezielte Beratung bereitgestellt werden. Als konkrete Maßnahme kann für ein dezentral versorgtes Einzugsgebiet eine Wärmepumpeninitiative durchgeführt werden. Hierfür kann die Stadt bspw. eine Informationsveranstaltung für Gebäudeeigentümer vor Ort initiieren.

Bei den Bürgern sollte ein Verständnis für Energie geschaffen werden und wie mit dieser nachhaltig umgegangen werden kann. Dies kann über gezielte Tipps und Maßnahmen über geeignete Medien abgerundet werden.

Gleichzeitig sollte die Stadt in Austausch mit dem örtlichen Gewerbe treten und auch hier Maßnahmen zur Gebäudesanierung und zur Energieeinsparung besprechen und unterstützend zur Seite stehen.

Nur wenn alle Zielgruppen über die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans informiert sind und alle Zielgruppen Kenntnis darüber haben, welche Maßnahmen möglich sind, kann eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans gelingen.

6.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2025

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung und Vertretern des Gemeinderats wurden folgende Maßnahmen als prioritär bewertet. Laut Gesetz soll mit der Umsetzung dieser Maßnahmen spätestens innerhalb von fünf Jahren begonnen werden.

1. Entwicklung und Umsetzung einer Sanierungsstrategie für öffentliche Liegenschaften
2. Untersuchung möglicher Flächen zur Nutzung von PV
3. Prüfung der Möglichkeiten zum Bau von Großspeicherbatterien in Verbindung mit bestehenden oder zukünftigen PV-Freiflächenanlagen
4. Durchführung einer Informationskampagne zu den Themen Wärmewende und dezentrale Heizungslösungen
5. Gezielte Beratung der Gebäudebesitzer in der Burkheimer Mittelstadt unter Berücksichtigung denkmalrechtlicher Vorgaben

In den folgenden Abschnitten werden die priorisierten Maßnahmen einzeln erläutert. Neben einer kurzen Beschreibung der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich dargestellt:

- Handlungsfeld: Kategorie der Maßnahme
- Ziele: Welcher Mehrwert soll mit der Maßnahme konkret erreicht werden?
- Beschreibung: Was ist der Hintergrund der Maßnahme? Welche Informationen sind relevant?
- Erste Handlungsschritte: Wie kann die Stadt konkret mit der Umsetzung beginnen?
- Zeitliche Einordnung: Wann soll begonnen werden? Wie lange läuft die Maßnahme? Bis wann sollte die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Für die Umsetzung verantwortliche Akteure
- Von der Umsetzung betroffene Akteure
- Kosten: Welchen finanziellen Aufwand wird die Maßnahme verursachen? Welche Fördermittel stehen für die Umsetzung zur Verfügung?
- Energie- und THG-Einsparung: Abschätzung, wie viel Energie und THG durch die Maßnahme jährlich eingespart werden kann

1	Entwicklung und Umsetzung einer Sanierungsstrategie für öffentliche Liegenschaften
Handlungsfeld: Kommunale Verwaltung	
Ziele: ▪ Erstellung eines strukturierten Prioritätenplans zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen ▪ Umstellung der Erzeugung auf erneuerbare Energieträger ▪ Reduktion des Energieverbrauchs durch Sanierungsmaßnahmen ▪ Senkung der THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	
Beschreibung: Die Stadtverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Um das Ziel einer klimaneutralen Verwaltung erreichen zu können, müssen die städtischen Liegenschaften auf einen hohen Sanierungsstand gebracht werden. Neben der energetischen Sanierung der Gebäudehülle (Fassadendämmung, Fenster, Dach bzw. Dachgeschoß, Kellerdecke und Bodenplatte) kann der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen am Heizsystem und durch moderne Gebäudetechnik reduziert werden. Ab Juni 2028 ist zudem gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) der Nachweis zu erbringen, dass bei der Installation neuer Heizsysteme mindestens 65 % der genutzten Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Insbesondere die Umstellung auf Wärmepumpensysteme erfordert häufig eine energetische Sanierung der Gebäudehülle, um die notwendige Effizienz für die Nutzung dieser Technologie zu gewährleisten. Für eine strukturierte Vorgehensweise ist es sinnvoll, zunächst einen Prioritätenplan zu erstellen. Bei der Priorisierung gilt es verschiedene Faktoren abzuwägen, bspw.: • Bestehender oder absehbarer, dringender Handlungsbedarf • Synergieeffekte: Bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier, perspektivische Anschlussmöglichkeiten an ein Wärmenetz • Energieeffizienzklasse: Gebäude mit einem besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch • Wirksamkeit: Gebäude mit einem besonders hohen absoluten Wärmeverbrauch • Vorhandene Potenziale zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energien Die Umsetzung der Maßnahmen sollte zudem durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um auch die Vorbildfunktion dieser Maßnahmen zum Tragen zu bringen. Bei priorisierten Liegenschaften ist zunächst die Erstellung eines Energiekonzepts bzw. Sanierungsfahrplans für die einzelne Liegenschaft sinnvoll. Hierbei werden verschiedene Varianten der Wärmeversorgung bzw. der Einsatz erneuerbare Energien auf ihre technische Machbarkeit, der möglichen Energieeffizienz, der Kosten (Investitionskosten und laufende Kosten) sowie die möglichen THG-Einsparungen ausgewertet. Anhand einer solchen detaillierten Variantenvergleichs kann die Stadt die bestmögliche Heizungsvariante auswählen und umsetzen.	
Erste Handlungsschritte: Erarbeitung einer Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung der Liegenschaften, Anwendung der Entscheidungsgrundlage zur Priorisierung des Sanierungsablaufs	
Zeitliche Einordnung: Kurzfristig: Start der Planungen bspw. mit der Erstellung von Sanierungskonzepten Mittelfristig: kontinuierliche Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen und der Heizungsmodernisierung	

Langfristig: Umstellung aller Liegenschaften auf klimaneutrale Heizvarianten
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Stadtverwaltung, Klimaschutzmanagement, Bauamt, Gemeinderatsgremium
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Stadtverwaltung, Nutzer öffentlicher Liegenschaften
Kosten: Kosten für ein Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude: ▪ Abhängig von der Gebäudegröße/Nutzfläche ca. 1.700 € - 8.000 € (Fördermöglichkeit über BAFA- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme: bis zu 50 % des Beratungshonorars, max. 4.000 €) Investitionskosten für einen neuen Heizkessel in der Dimension und als Beispiel mit dem Energieträger Holz: ca. 70.000 - 100.000 €. Für die Umsetzung können ebenfalls Fördermittel beantragt werden: ▪ KfW: Zuschuss Nr. 422: Heizungsförderung für Kommunen – Wohn- u. Nichtwohngebäude (bis zu 35 % der förderfähigen Kosten beim Kauf und Einbau einer neuen, klimafreundlichen Heizung) ○ BAFA- Bundesförderung für effiziente Gebäude ○ Anlagentechnik (außer Heizung) (15 % der förderfähigen Kosten bspw. für die Optimierung der Raumlufthanlagen, Einbau Regelungstechnik, Kältetechnik, Innenbeleuchtung) ○ Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle (15 % der förderfähigen Ausgaben bspw. für die Dämmung der Gebäudehülle oder Ersatz von Fenstern und Türen) ○ Fachplanung und Baubegleitung (50 % der förderfähigen Ausgaben für die energetische Fachplanung und Baubegleitung in Zusammenhang mit einer der oben genannten geförderten Maßnahmen)
Energie- und THG-Einsparungen: Zunächst keine direkte Energie und THG-Einsparung. ▪ Nach vollständiger Umsetzung könnten 480 t CO₂ pro Jahr im Bereich Wärme der kommunalen Liegenschaften eingespart werden.

2

Untersuchung möglicher Flächen zur Nutzung von PV

Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien**Ziel:**

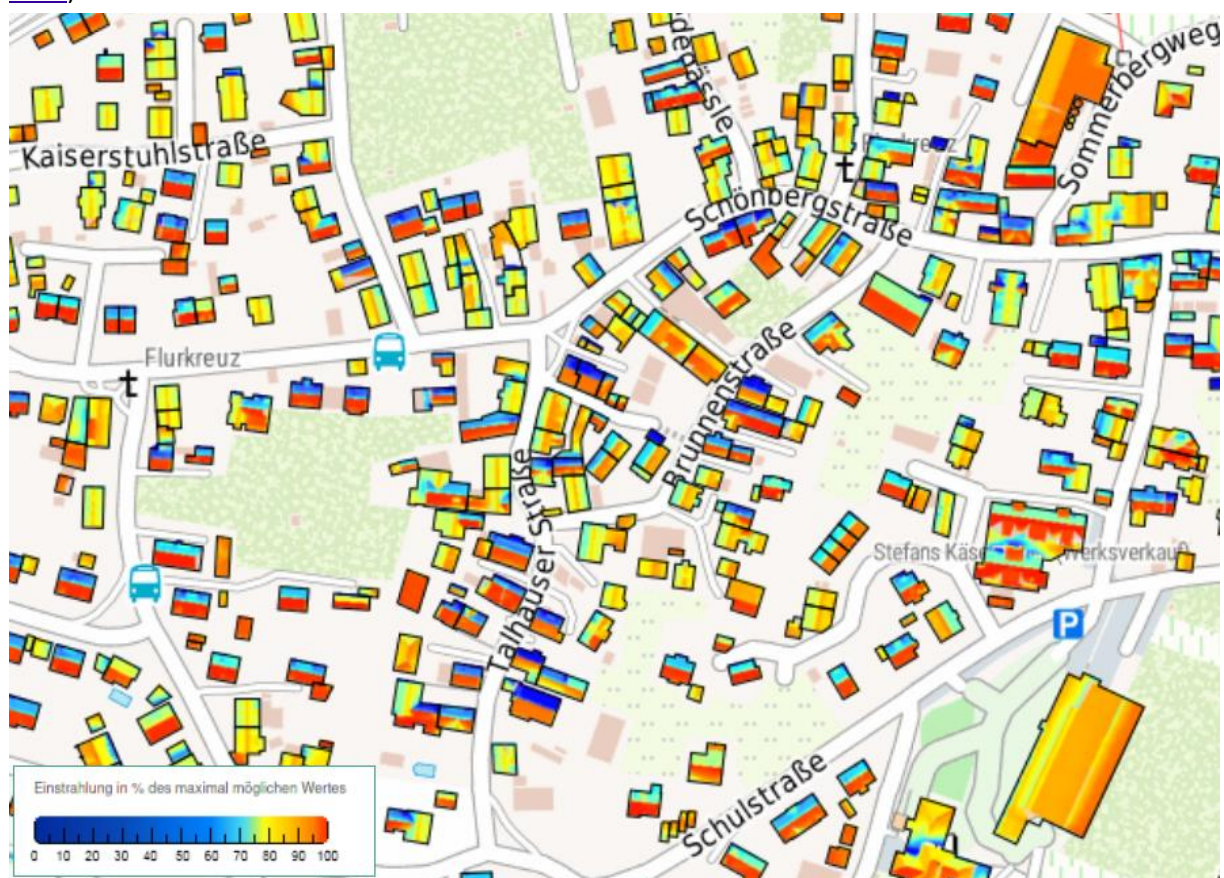
- Identifikation und Aktivierung geeigneter Dach- und Freiflächen zur Steigerung der lokalen Stromerzeugung aus Photovoltaik
- Förderung innovativer PV-Nutzungskonzepte (z. B. Vino-PV, Regenrückhaltebecken-Überdachung) zur effizienten Mehrfachnutzung begrenzter Flächenressourcen

Beschreibung:

Mit dieser Maßnahme soll die Prüfung des PV-Ausbaus vorangetrieben werden und Flächen sowohl auf innerörtlichen Dachflächen als auch auf Freiflächen außerhalb des Siedlungsbereichs (wie Vino-PV, Agri-PV, Regenrückhaltebecken) identifiziert werden.

Innerörtliche Dachflächen

Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass im Ausbau der PV auf Dachflächen in Vogtsburg i. K. noch erhebliches Potenzial besteht, um die Erzeugung von erneuerbarem Strom voranzutreiben. Durch öffentlichkeitswirksame Maßnahmen und Informationsveranstaltungen sollen Bürger dazu motiviert werden PV-Anlagen auf ihren Dachflächen zu installieren. Insbesondere gilt es, die Bürgerschaft über den ökologischen und ökonomischen Nutzen sowie die Vorteile der PV-Nutzung in Kombination mit nach nachhaltigen Heizsystemen wie bspw. der Wärmepumpe zu informieren. Einen ersten Anhaltspunkt über die solare Eignung der Dachflächen und eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit bietet der Energieatlas der LUBW (<https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflächen/solarpotenzial-auf-dachflächen>)



Quelle: Auszug der solaren Einstrahlung in Ebringen. Energieatlas LUBW.

Vino-PV

Vino-PV lässt sich dem Bereich der Agriphotovoltaik (Agri-PV) zuordnen (Bsp. unten: Vino-PV-Anlage in Munzingen). Hierbei werden Reben mit einem Systemgestell überbaut, das mit speziellen lichtdurchlässigen Photovoltaikmodulen belegt ist. Dadurch erfolgt eine klassische Doppelnutzung des Geländes: Erzeugung von erneuerbarem PV-Strom und Weinbau. Zusätzlich wird von den PV-Modulen auch ein Schutz der Reben vor Frost, Hagel, Starkregen und Sonnenbrand erwartet. Im besten Fall kann auf diese Weise auch der Erntezeitpunkt um ca. 2 - 4 Wochen nach hinten verschoben werden, sodass die Ernte zu einer kühleren Zeit im Jahr stattfinden kann und die Arbeitsbedingungen leichter werden. Durch die ressourceneffiziente Doppelnutzung der landwirtschaftlichen Flächen kann ein wirtschaftlich erhöhter Gesamtertrag durch erneuerbar erzeugten Strom sowie der Schutz der Reben erreicht werden.



Quelle: Vino-PV Anlage am Tuniberg in Munzingen. Badenova AG & Co. KG

Freiflächen-PV auf stillgelegten Rebflächen

Aufgrund eines Strukturwandels im Weinbau (Überproduktion, reduzierter Weinkonsum, gesunkene Preise für Fasswein & internationaler Preisdruck etc.) werden deutschlandweit immer mehr Rebflächen stillgelegt. Dies betrifft u.a. auch die südbadische Region und damit Winzer der Stadt Vogtsburg i. K.. Ideen für die Umnutzung der Rebflächen gibt es viele. U.a. besteht die Möglichkeit auf aufgelassenen Rebflächen Freiflächen-PV-Anlagen zu installieren. Zu beachten sind jedoch zum einen die Erfüllung ökologischer Voraussetzungen, da bspw. in Naturschutzgebieten keine Anlagen errichtet werden dürfen und in einigen weiteren Schutzkategorien nur mit Ausnahme. Zum anderen ist mit erhöhten Kosten für Installation, Wartung und Trassenverlegung sowie leistungseinschränkende Parameter für Anlagen in topografisch anspruchsvollen Lagen zu rechnen.

Zentrale Aspekte bei der Untersuchung sind u.a.:

- Sichtachse auf Weinberg/ggf. Blendwirkung → Akzeptanz + Blendgutachten
- Biotop/Biotopverbünde im Weinberg mit Trockenmauern, die aber i.d.R. ausgespart und damit berücksichtigt werden können
- EEG-Förderkulisse: Weinberge gelten i.d.R. als hervorragende Anbauflächen und damit als Vorrangflur. Dabei ist es unerheblich, ob aufgrund der Steillagen die Bewirtschaftung noch wirtschaftlich machbar ist oder nicht. Dadurch sind die Flächen nicht in einer EEG-Förderkulisse, womit ein wirtschaftliches Fundament für die Umsetzung fehlen kann.

- Netzanschlussmöglichkeiten im Weinberg meist nicht gegeben. Damit wird die Netzanbindung eine Herausforderung und evtl. auch zum Kostentreiber eines Weinberg-PV-Projekts.

Dennoch besteht eine große Chance unwirtschaftlich gewordene Anbauflächen einer PV-Nutzung zuzuführen, um nachhaltig Strom zu erzeugen, lokale Akteure wirtschaftlich zu stärken und einen Beitrag zu den klimapolitischen Zielen der Stadt sowie der Landes- und Bundesregierung beizutragen.

PV-Überdachung Regenrückhaltebecken

In Vogtsburg i. K. gibt es neben den zwei großen Hochwasser- und Regenrückhaltebecken zahlreiche kleinere Becken. Die Installation von PV-Anlagen über Regenrückhaltebecken bietet eine innovative Möglichkeit, erneuerbare Energie zu gewinnen und gleichzeitig die Flächennutzung zu optimieren. Regenrückhaltebecken dienen der Sammlung und Speicherung von Niederschlagswasser, und die Überdachung mit PV-Modulen kann diese Flächen zusätzlich nutzbar machen, ohne ihre primäre Funktion zu beeinträchtigen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen und Genehmigungs-voraussetzungen für solche Projekte sind definiert und müssen eingehalten werden, um die Sicherheit der Anlagen zu gewährleisten. Die Investitionskosten können hoch sein, daher sollte die Wirtschaftlichkeit einer solchen Maßnahme im Einzelfall geprüft werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Benennung eines Verantwortlichen zur Umsetzung der Maßnahme
2. Dachflächenscreening, u.a. über das Solarkataster der LUBW
3. Genehmigungsrechtliche und ökologische Prüfung des Aufbaus von Vino-PV-Anlagen, Freiflächen-PV auf stillgelegten Flächen inkl. Flächenscreening und PV-Überdachung von Regenrückhaltebecken
4. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Organisation und Priorisierung der Handlungsstränge

Kurzfristig: Informationsangebote für die Öffentlichkeit

Mittelfristig: Planung und Bau von Anlagen

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Stadtverwaltung, Klimaschutzmanagement, lokale Winzer, Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, Projektierer

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Winzer, Eigentümer von potenziellen Flächen, Netzbetreiber, Bürgerschaft, Gewerbebetriebe, Stadtverwaltung

Kosten:

Je nach Ausgestaltung

Energie- und THG-Einsparungen:

Durch die Errichtung einer 100 kW_p Freiflächen-Anlage könnten ca. 100 MWh erneuerbarer Strom/Jahr erzeugt werden. Dies würde einer Einsparung von ca. 40 t CO_{2e} pro Jahr entsprechen.

3	Prüfung der Möglichkeiten zum Bau von Großspeicherbatterien in Verbindung mit bestehenden oder zukünftigen PV-Freiflächenanlagen
Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien	
Ziel: ▪ Beitrag zur Netzstabilität und lokalen Versorgungssicherheit ▪ Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils von Solarstrom in Vogtsburg i. K. ▪ Bereitstellung kommunaler Flächen zur Unterstützung einer dezentralen Energiewende	
Mit dem zunehmenden Ausbau erneuerbarer Energien entstehen wachsende Schwankungen in der Stromerzeugung, da diese wetterabhängig ist. Um künftig eine stabile Stromversorgung sicherzustellen, gewinnen stationäre Großspeicher eine zentrale Rolle im Energiesystem. Sie ermöglichen es, Stromüberschüsse temporär zu speichern und gezielt zu Zeiten hoher Nachfrage oder geringer Erzeugung bereitzustellen. Damit tragen sie maßgeblich zur Netzstabilität, Spitzenlastabdeckung und Versorgungssicherheit insbesondere in ländlich geprägten Regionen mit hoher PV-Dichte wie in Vogtsburg i. K. bei. Darüber hinaus bieten Speicher einen wirtschaftlichen Vorteil bei der Vermarktung von Strom aus PV-Freiflächenanlagen. Durch Lastverschiebung kann Strom dann eingespeist oder selbst genutzt werden, wenn die Börsenpreise höher sind. In Kombination mit intelligentem Energiemanagement oder Direktvermarktung ergeben sich zusätzliche Erlösquellen. Auch eine spätere Einbindung in sogenannte Regionale Strommärkte oder Bürgerstrom-Modelle ist denkbar. Die Stadt Vogtsburg i. K. möchte deshalb die Voraussetzungen für den Bau solcher Speicher untersuchen, entweder in direkter Verbindung mit bestehenden oder geplanten PV-Freiflächenanlagen oder unabhängig davon auf geeigneten kommunalen oder privaten Flächen. Ziel ist es, eine aktive Rolle bei der Netzentlastung, Sektorkopplung und lokalen Wertschöpfung einzunehmen und frühzeitig Flächen und Partner für diese zukunftsrelevante Infrastruktur zu identifizieren.	
Erste Handlungsschritte: ▪ Sondierung geeigneter Flächen (z. B. in Verbindung mit Solarparks oder alleinstehend) ▪ Abstimmung mit Netzbetreibern zur Netzintegration ▪ Klärung der Genehmigungsfähigkeit (Baurecht, Immissionsschutz) Prüfung von Förderprogrammen (z. B. des Landes Baden-Württemberg oder EU)	
Zeitliche Einordnung: Kurz- bis mittelfristig umsetzbar (Sondierung ab sofort möglich)	
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Stadtverwaltung, Klimaschutzmanagement, Fachämter, Energieagentur Regio Freiburg, Projektentwickler, ggf. Bürgerenergiegenossenschaften, Netzbetreiber	
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Stadtverwaltung, lokale Stromverbraucher, Betreiber von PV-Freiflächenanlagen	
Kosten: Reine Flächenprüfung gering (Analyse, Gespräche, Kartierung), Fördermittelberatung	
Energie- und THG-Einsparungen: Indirekt, nicht zu beziffern	

4

Durchführung einer Informationskampagne zu den Themen Wärmewende und dezentrale Heizungslösungen

Handlungsfeld: Information, Kommunikation & Beratung

Ziel:

- Information zur Wärmewende, Heizungstausch und klimaneutralen Heiztechnologien
- Abbau von Informationsdefiziten zur Förderung von Sanierungs-/Investitionsentscheidungen
- Steigerung der Sanierungsrate und Umstellung auf erneuerbare Heizsysteme durch gezielte Beratung und Öffentlichkeitsarbeit

Beschreibung:

Die technischen und politischen Rahmenbedingungen rund um Sanierungen, Heizungstausch oder Anschluss an Wärmenetze sowie die damit verbundenen Fördermöglichkeiten sind komplex und für viele Haushalte schwer zu überblicken. Die Stadt unterstützt daher gezielt durch Beratung und Informationsangebote, um Hemmschwellen abzubauen und Sanierungen zu fördern. Dabei werden verschiedene klimaneutrale Heiztechnologien wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder Solarthermie sowie aktuelle Fördermöglichkeiten vorgestellt. Durch die Aufklärung über technische Neuerungen und wirtschaftliche Vorteile sollen Investitionsentscheidungen erleichtert werden. Zur bestmöglichen Erreichung der Zielgruppe empfiehlt sich eine Kombination aus Präsenzveranstaltungen vor Ort, Online-Veranstaltungen und Informationsmaterialien. Die Kommune kann dabei auf bewährte Formate und Kooperationen mit etablierten Partnern wie regionale Energieagenturen, lokalen Heizungsbaufirmen und Energieberatern zurückgreifen. Auch die Einbindung überregionale Kampagnen, z.B. Wärmewendewoche oder Wärmepumpentag, erhöht die Sichtbarkeit und Reichweite.

Erste Handlungsschritte:

1. Auswahl/Abstimmung geeigneter Themen, Formate und externer Anbieter bzw. Referenten
2. Planung von Veranstaltungsformaten und Terminen (vor Ort und online)
3. Entwicklung und Verbreitung zielgruppengerechter Informationsmaterialien
4. Aufbau von Kooperationen mit regionalen Partnern/Einbindung in bestehende Kampagnen

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Start mit erster Veranstaltung oder Aktion

Mittelfristig: Regelmäßige Durchführung in wiederkehrenden Abständen

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Stadtverwaltung, Klimaschutzmanagement, Energieagentur, fesa e.V., lokale Fachpartner

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbe), Fachbetriebe

Kosten:

Je nach Umfang der Kampagne und Anzahl der Veranstaltungen. Beispiel: Präsenzveranstaltung mit Fachvorträgen, Beratung und Werbung ca. 3.000 - 4.000 Euro

Energie- und THG-Einsparungen:

Indirekt über Sanierungen/Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme, Quantifizierung nicht möglich.

5

Gezielte Beratung der Gebäudebesitzer in der Burkheimer Mittelstadt unter Berücksichtigung denkmalrechtlicher Vorgaben

Handlungsfeld: Information, Kommunikation & Beratung

Ziel:

- Untersuchung der Auswirkungen des Denkmalschutzes auf die Umsetzung klimaneutraler Heizsysteme in der Mittelstadt
- Zielgerichtete Beratung der Gebäudeeigentümer zu dezentralen, erneuerbaren Heizlösungen im Einklang mit denkmalrechtlichen Vorgaben
- Befähigung der Eigentümer zur individuellen Umstellung auf klimaneutrale Wärmeversorgung

Beschreibung:

Die Burkheimer Mittelstadt ist eine denkmalgeschützte Gesamtanlage mit historischer Bausubstanz, enger Bebauung und gestalterischen Vorgaben. Neben den Anforderungen des Denkmalschutzes bestehen auch bauliche und technische Einschränkungen, die sowohl zentrale Wärmenetze als auch dezentrale klimaneutrale Heizlösungen erschweren. Dazu zählen insbesondere das Kopfsteinpflaster, schmale Gassen sowie Herausforderungen bei der Installation von Außengeräten (z. B. Wärmepumpen) oder Eingriffen in die Gebäudehülle und Dächer (z. B. für PV- oder Solarthermieranlagen).

Die Maßnahme zielt daher auf eine zweistufige Herangehensweise ab und besteht aus zwei miteinander verknüpften Bausteinen:

1. Untersuchung der denkmalrechtlichen Rahmenbedingungen

Es soll analysiert werden,

- welche konkreten Restriktionen sich aus dem Denkmalschutz für die Wärmeversorgung ergeben (z. B. bauliche Vorgaben, Einschränkungen bei Außengeräten, Gestaltungsvorgaben),
- ob es Möglichkeiten zur Flexibilisierung oder Ausnahmeregelungen für klimarelevante Maßnahmen gibt,
- welche technischen Lösungsansätze im Rahmen des Denkmalschutzes als zulässig gelten (z. B. Innenaufstellung von Wärmepumpen, Nutzung bestehender Schächte, Hybridlösungen, gemeinschaftliche Lösungen durch Insel-/ Gebäudenetze).

2. Aufbau eines individuellen Beratungsangebots für Gebäudeeigentümer

Auf Grundlage der denkmalrechtlichen Prüfung wird ein maßgeschneidertes Beratungsangebot entwickelt:

- Beratung zu geeigneten Technologien (z. B. Innenaufgestellte Wärmepumpen, Hybridheizungen, Biomasse-Lösungen im Innenbereich, Solarthermie mit gestalterischer Einbindung)
- Förderberatung und Wirtschaftlichkeitsanalysen
- Begleitende Informationsveranstaltungen zur Aufklärung und Motivation der Eigentümer

Ggfs. Vor-Ort-Besichtigungen mit Fokus auf technische und rechtliche Machbarkeit

Erste Handlungsschritte: Interne Erhebung der relevanten denkmalrechtlichen Vorgaben Entwicklung eines informativen Beratungsformats
Zeitliche Einordnung: Interne Analyse: ca. 1 Monat Beratungskampagne: zeitlich flexibel, z. B. in mehreren Phasen oder auf Anfrage
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Stadtverwaltung, Energieberater, lokale Experten, Denkmalschutzbehörde (zur Abstimmung)
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Anwohner, Stadtverwaltung, Gemeinderat, lokale Handwerksbetriebe, Energieversorger
Kosten: Je nach Umfang der Kampagne und Anzahl der Veranstaltungen. Beispiel: Präsenzveranstaltung mit Fachvorträgen, Beratung und Werbung ca. 3.000 - 4.000 Euro
Energie- und THG-Einsparungen: Aktuell emittiert die Altstadt etwa 400 Tonnen CO ₂ -Emissionen pro Jahr. Der Wärmeverbrauch im untersuchten Ortskern liegt derzeit bei etwa 2.000 MWh pro Jahr. Einsparung je nach Umfang der Maßnahme.

6.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das Wärmeplanungsgesetz gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden muss. Es spricht allerdings einiges dafür, die Fortschreibung nicht erst nach fünf Jahren anzugehen. Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Stadt und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, es ergeben sich neue Potenziale aus Abwärme oder andere Potenziale sind nach näherer Betrachtung nicht wirtschaftlich nutzbar. Zudem ist in der aktuellen Klimaschutzpolitik momentan viel in Bewegung. Politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern sich, wodurch sich die Handlungsmöglichkeiten der Akteure ebenfalls ändern können. Ist der kommunale Wärmeplan stets gepflegt und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Werkzeug für die Stadtverwaltung, der Akteure und der Bürger entwickeln.

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz, z.B. alle drei bis fünf Jahre
- Umsetzung der Maßnahmen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
 - Aufnahme neuer Maßnahmen
 - Anpassung der Maßnahmen auf aktuelle, politische oder technische Gegebenheiten
- Anpassung der Eignungsgebiete nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten
- Digitaler Zwilling
 - Pflege und Aktualisierung der Daten
 - Aufnahme neuer Gebäude
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie Erdgas- und Stromverbrauchsdaten alle drei bis fünf Jahre
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans
- Berücksichtigung von Anpassungen gesetzlicher Vorgaben für kommunale Wärmepläne

7. Ausblick

Das Land Baden-Württemberg hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dieses Ziel ist ein zentraler Bestandteil der landesweiten Klimaschutzstrategie und erfordert umfassende Maßnahmen auf kommunaler Ebene. Die kommunale Wärmeplanung stellt das Planungsinstrument für Kommunen dar, diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen und eine Strategie zum Umbau der Wärmeversorgung zu entwickeln.

Mit der Erstellung des hier vorliegenden kommunalen Wärmeplans kommt die Stadt Vogtsburg i. K. ihrer Verpflichtung nach, die lokale Wärmewende voranzutreiben. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass die Akteure und Bürger vor Ort ebenfalls die Wärmewende umsetzen können. Die geplanten Maßnahmen umfassen die energetische Sanierung bestehender Gebäude, den Ausbau erneuerbarer Energien zur lokalen Stromerzeugung, die Prüfung eines Wärmenetzes sowie die Durchführung von Informationsveranstaltungen für Bürger der Stadt.

Durch die kontinuierliche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung wird nicht nur ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet, sondern auch die Lebensqualität der Bürger nachhaltig verbessert. Die Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen trägt zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei und schützt vor den schwankenden Entwicklungen auf den globalen Energiemärkten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit der kommunalen Wärmeplanung nun

- eine umfangreiche Datenbasis für die Energieleitplanung der Kommune vorliegt,
- der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand aufgezeigt wird
- und die Wärmewende in Vogtsburg i. K. verankert wird.

Die erfolgreiche Umsetzung der geplanten Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure sowie eine kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung der Strategien und Konzepte. Nur so kann ein Beitrag zur Reduktion von THG-Emissionen geleistet werden und das ambitionierte Ziel des Landes Baden-Württemberg erreicht werden.

8. Methodik

8.1 Digitaler Zwilling

Durch das novellierte Klimaschutzgesetz des Landes ist die Stadt Vogtsburg i. K. im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu bearbeiten. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einem Geographischen Informationssystem (GIS) konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen der Gebäude der Stadt aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden. Für diesen Arbeitsschritt wurde mit dem Dienstleister Smart Geomatics Informationssysteme GmbH aus Karlsruhe zusammengearbeitet. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Stadt Vogtsburg i. K., bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet und online dargestellt werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

Während die gebäudescharfe Bearbeitung der Daten einen großen Mehrwert bei der Erstellung des Wärmeplans liefert, sind in diesem Fachgutachten und auch in den digitalen Karten/Daten alle sensiblen Daten aggregiert, um den Datenschutz zu gewährleisten. Gebäudescharfe Daten der Schornsteinfeger und der Energieversorger müssen zudem nach Erstellung des Wärmeplans der Auftraggeberin übergeben und beim Auftragnehmer selbst gelöscht werden.

8.2 Gebäudetypologie

Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand in Hinsicht auf energetischen Baustandards als homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte der verschiedenen Gebäudetypen bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch, et al., 2010).

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in elf Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 11).

Das wesentliche Kriterium zur Ermittlung des Gebäudetyps ist die Anzahl der Wohneinheiten im Gebäude. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilienhäusern und Doppel-/ Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinandergrenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinandergrenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten
- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
A: bis 1918	Fachwerkbau
B: bis 1918	Mauerwerkbau
C: 1919 - 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
D: 1949 -1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
E: 1958 -1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
F: 1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
G: 1979 -1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
H: 1984 -1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
I: 1995 -2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
J: 2002 - 2009	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)
K: 2010 - 2015	Inkrafttreten der EnEV 2009
L: 2016 - heute	Neubauten nach EnEV 2014 und GEG

Tabelle 11 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005).

8.3 Energie- und THG-Bilanz

Die THG-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Stadt eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit „Global Warming Potential“ (GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet. Im Text stehen die CO_{2e}-Werte synonym für die gesamten THG-Emissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik:

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 3.1). Dieses Tool wurde vom IFEU im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- In der THG-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine entscheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmebedarf und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie. Berechnungen zum Wärmeverbrauch stellen den Endenergieverbrauch dar.

- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und THG-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürgerinnen und Bürger der Stadt durch Fahrten über die Gemeindegrenzen hinaus Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten.

8.3.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Folgende Daten wurden für die Berechnung der Energie- und THG-Bilanz der Stadt Vogtsburg i. K. zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Der Erdgasnetzbetreiber badenovaNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung.
- Der Stromnetzbetreiber naturenergie netze GmbH lieferte Daten zum Stromverbrauch der gesamten Stadt und zum Stromverbrauch für Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.
- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des Landesamtes für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Ermittlung des Energieverbrauchs kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Diese wurden ergänzt um Daten der örtlichen Schornsteinfeger, die Angaben zu Leistung und eingesetzten Energieträgern beinhalten.
- Der Bestand an Solarthermie wurde von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten allerdings nur Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.
- Das Tool BICO2 BW ergänzt und plausibilisiert die Daten, z.B. mit Auswertungen zu den verursacherbezogenen THG-Emissionen der Stadt Vogtsburg i. K. vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg und anhand von Zahlen zu den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten der Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie verarbeitendes Gewerbe der Bundesagentur für Arbeit.

8.3.2 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der kommunalen Liegenschaften dem Bedarf für Raumwärme zuzuordnen ist, benötigt der Sektor verarbeitendes Gewerbe auch Prozesswärme und Prozesskälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme und -kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmebedarfs begrenzt.

Abwärmerelevante Unternehmen sind in der Stadt Vogtsburg i. K. nicht vorhanden.

8.3.3 THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie von den Verteilnetzbetreibern zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden von den Netzbetreibern unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählungs-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Stadt abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2021 0,472 t CO_{2e}/MWh beträgt (IFEU 2024).

8.3.4 Lokale Stromerzeugung

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche THG-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die THG-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der THG-Bilanz berücksichtigt. Für die Berechnung wurde für Strom aus PV-Anlagen ein THG-Emissionsfaktor von 0,056 t CO_{2e}/MWh (IFEU 2024) angenommen.

8.3.5 Energie und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenovaNETZE GmbH für Erdgas verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2021 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Stadt abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Stadt vorhandenen Heizanlagen an.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die für die Berechnung der THG-Bilanz angewendeten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger können der Tabelle 12 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU 2024).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)
Erdgas	0,247
Heizöl	0,318
Braunkohle	0,445
Flüssiggas	0,267
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,023
Umweltwärme	0,148

Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU 2024).

8.3.6 Datengüte der Energie- und THG-Bilanz

Eine THG-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU 2024).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüte des Verbrauchs pro Energieträger wird anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Sektoren und für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU 2024).

Die Datengüte der erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021, liegt bei 65 %, womit die Ergebnisse als relativ belastbar einzustufen sind. Tabelle 13 zeigt den jeweiligen Anteil und die Datengüte der Sektoren.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	41 %	70 %	Belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	27 %	34 %	Bedingt belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	2 %	94 %	Gut belastbar
Kommunale Liegenschaften	3 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	27 %	53 %	Relativ belastbar
Gesamt		65 %	Belastbar

Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren

8.4 Hintergrund Erneuerbare Gase

Die verschiedenen Arten von Wasserstoff unterscheiden sich in ihrer Herstellungsweise und den damit verbundenen Umweltwirkungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Wasserstofftypen sowie ihre Produktionsmethoden und Energiequellen dargestellt.

Bezeichnung	Definition/Gewinnung
Grauer Wasserstoff	▪ Gewinnung aus fossilen Brennstoffen ▪ Das am häufigsten angewandte Verfahren: Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und CO₂ (Dampfreformierung)
Roter Wasserstoff	▪ Herstellung durch Elektrolyse von Wasser ▪ Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch Strom aus Kernenergie
Grüner Wasserstoff	▪ Herstellung durch Elektrolyse von Wasser ▪ Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch erneuerbaren Strom
Blauer Wasserstoff	▪ grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung abgeschieden und mittels Carbon Capture and Storage (CCS) gespeichert wird ▪ bilanziell THG-neutrale Wasserstoffproduktion
Türkiser Wasserstoff	▪ Herstellung durch thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) ▪ Weiteres Reaktionsprodukt ist fester Kohlenstoff ▪ Voraussetzungen für die THG-Neutralität des Verfahrens: ○ Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen ○ dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs

Tabelle 14 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

8.5 Potenzialberechnungen

8.5.1 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen im Wohngebäudebereich bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude durchgeführt. Diese Gebäudetypisierung ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands der Stadt und dient als Grundlage zur Berechnung der Einsparpotenziale. Konkret wurden dafür alle Wohngebäude nach den Kategorien Gebäudetyp und Gebäudealter eingeteilt nach der Methodik des IWU (IWU, 2005).

Die häufigsten Gebäudetypen der Wohngebäude in Vogtsburg i. K. sind demnach:

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 2) Einfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 3) Einfamilienhaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 4) Einfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 5) Einfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 6) Einfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 7) Einfamilienhaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)

- 8) Einfamilienhaus Baualtersklasse K (Baujahr zw. 2010 – 2015)
- 9) Einfamilienhaus Baualtersklasse L (Baujahr ab 2016)
- 10) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 11) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 12) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 13) Reihenhaushaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 14) Reihenhaushaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 15) Reihenhaushaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 16) Reihenhaushaus Baualtersklasse L (Baujahr ab 2016)

Die oben genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt 1.555 Wohngebäude in der Stadt und damit ca. 80 % des Wohngebäudebestands ab.

Gebäude, die im Jahr 2002 oder später gebaut wurden (IWU Baualtersklassen J, K und L) werden aufgrund des ausbleibenden Sanierungsbedarf hier ausgespart und kein Gebäudesteckbrief erstellt.

Ziel der Steckbriefe ist es, eine Hilfestellung für die energetische Klassifizierung von Bestandsgebäuden zu geben und hierfür systematische Ansätze, Kriterien und typische Kennwerte zu liefern. Die Wirksamkeit von energetischen Maßnahmen wird exemplarisch demonstriert. Ausgehend von Beispielgebäuden verschiedener Größen und Altersklassen werden typische Energiekennwerte sowie das Einsparpotenzial dargestellt. Das Niveau des rechnerischen Energiebedarfs wird dabei abgeglichen, um typischerweise in Bestandsgebäuden auftretende Verbrauchskennwerte abzubilden.

Die in den Gebäudesteckbriefen dargestellten Gebäude stellen Fallbeispiele dar, deren Eigenschaften exemplarisch für den jeweiligen Gebäudetyp sind. Die von der IWU erstellte Gebäudetypologie ermöglicht einige grundsätzliche Aussagen, die Vereinfachungen und exemplarische Betrachtungen voraussetzen, dabei jedoch die Bandbreite der Praxis nicht wiedergeben können. Viele Details der möglichen Umsetzung von Energiesparmaßnahmen am konkreten Objekt lassen sich nur mit einem Experten vor Ort klären. Deshalb eignen sich die Gebäudesteckbriefe als erste Übersicht für Eigentümer und für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems, die im optimalen Fall von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort gefolgt werden.

8.5.2 Biomasse

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom aus den ermittelten Energiepotenzialen wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Volllaststunden ausgelegt. Elektrischer Wirkungsgrad von 38 %, thermischer Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

8.5.3 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW 2023).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreten. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreten und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften Dachflächen mit PV- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW 2023), die theoretisch für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und der Freiflächenöffnungsverordnung geeignet sind. Im Vergleich mit Angaben des Regionalverbands Südlicher Oberrhein wurden Flächen, die durch Restriktionen aus dem Regionalplan für PV-Anlagen nicht genehmigungsfähig wären, abgezogen. Das Potenzial wird auf Basis eines Erfahrungswertes für Freiflächenanlagen berechnet. Dieser Faktor liegt bei 1,5 MW/ha und wird mit 1.000 Volllaststunden/Jahr multipliziert. Letztere bemessen sich durch die ungefähre Globaleinstrahlung in Süddeutschland.

8.5.4 Erdwärmesondenpotenziale

Zur Darstellung des Erdwärmesondenpotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.). Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m³K

Tabelle 15 – Vorgegebene Untergrundparameter

Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen in der Stadt voraussichtlich im Bereich von 45 bis mindestens 55 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

Das Geothermiepotezial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 16 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,38 / 8,48 / 11,78
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 16 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 17 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach den Leitlinien Qualitätssicherung für Erdwärmesonden (LQS EWS) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	42,0 / 38,5 / 33,7
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 15,0$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 10,3$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 17 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 18 genannten Werte genutzt. Der Jahreszeitabhängige Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 3,375 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe (SCOP)	3,375 (n_s bei 55°C Vorlauf = 135 %)
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 18 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 19).

Parameter für Sondenbelegungsdichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5

Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot V_{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 19 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

8.5.5 Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenziale

Das Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenzial wird in einem von der badenovaNETZE GmbH entwickelten Wärmepumpenkataster auf der Grundlage folgender Parameter berechnet:

- I. Gebäudewärmebedarf auf Basis von Daten der Deutschen Gebäudetypologie (IWU)
- II. Gebäudeheizlast ohne Trinkwarmwasser (TWW)-Bedarf zur Bemessung der Wärmepumpenleistung bei Bestandsgebäuden (bei Neubauten ab 2010 mit TWW-Bedarf berechnet)
- III. Schallemissionsberechnungen in Bezug auf Kennwerte ausgewählter und markttypischer Anlagen, Gebäudeabstand und kommunaler Flächennutzung sowie deren Abgleich mit den Immissionsgrenzwerten der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- IV. Bemessung der elektrischen Anschlussleistung im Auslegungsfall anhand von Kennwerten ausgewählter und markttypischer Wärmepumpen (COP inkl. E-Stabeinsatz)
- V. Zugrundelegung von Jahresarbeitszahlen (JAZ) anhand empirischer Daten aus öffentlich zugänglichen Studien und aus Herstellerangaben
- VI. Strombedarfsberechnung auf Basis des Gebäudewärmebedarfs und der Zugrunde gelegten JAZ (in Abhängigkeit vom Gebäudealter; inkl. TWW-Bedarf)
- VII. Wärmepotenzialbetrachtung anhand der erreichten JAZ mit Betrag 2,9 im Jahr 2030 bei einer steigenden Gebäudesanierungsquote von bis zu 2 % ab 2028. Bei Wohngebäuden, die eine WP-Leistung von maximal 12,5 kW benötigen, soll die Eignung bereits bei JAZ 2,8 erreicht werden, was einem derzeitigen fossilen Primärenergiebedarf von 64 % der erzeugten kWh Wärme entspricht.

8.5.6 Grundwasserpotenziale

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung des Grundwasserpotenzials angesetzt:

- Die Schüttungsmenge liegt bei ca. 8 bis 25 l/s.
- Die jahreszeitlich differenzierte Leistungszahl der Wärmepumpe wird für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden mit mindestens 3,75 angesetzt.
- die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen.

Das lokale Potenzial lässt sich nur grob über eine Berechnungsformel zum Grundwasserandrang V' in m³/s quantifizieren.

- Es wird mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_F = 0,001$ und $0,01$ m/s gerechnet.
- Die Grundwasserabsenkung bei Entnahme variiert zwischen $s = 0,15$ und $0,5$ m je nach Schüttungsmenge.
- Die erschlossene Mächtigkeit (hM) des Grundwasserführenden Lockergesteins soll 12 m betragen, die Trichterweiten variieren zwischen 45 bis 47 m.

- Die Berechnungen der Brunnenleistung erfolgen nach Sichard (Trichterweite) und Dupuit-Thiem (Grundwasserabsenkung), wobei ersterer aus dem k_F -Wert und der fixierten Grundwasserabsenkung errechnet wird, um dann die Förderleistung des Brunnens zu ermitteln.

Die nachfolgende Tabelle 20 fasst das daraus ermittelte Potenzial für je einen einzelnen Brunnen übersichtlich zusammen.

Grundwasser Potenziale	Wert	Einheit
Einzelner Brunnen		
Tiefe (m)	12	m
Fördermenge maximal	0,025	m ³ /s
Temperatur	10	°C
Delta	4	K
Potenzial je Brunnen	419	kW
1 Brunnen		
Gesamtwärmeleistung bei COP 3,75	0,571	MW
Gesamtwärme bei 3.500 h/Jahr	1.997	MWh/Jahr

Tabelle 20 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser

8.6 Zielszenario

Das Zielszenario baut auf die Energie- und THG-Bilanz aus der Bestandsanalyse auf. Deshalb liegt auch hier der Fokus auf den energiebedingten THG-Emissionen. Die Ergebnisse des Zielbilds sind ebenfalls in die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, verarbeitendes Gewerbe und kommunale Liegenschaften aufgeteilt. Außerdem werden der Energieverbrauch und die THG-Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern ausgewiesen. Das Basisjahr ist das Jahr 2021. Das Zieljahr ist analog zum Ziel der Klimaneutralität in Baden-Württemberg das Jahr 2040 mit dem Zwischenziel 2030.

Höchste Priorität bei der Erstellung des Zielbilds hatte die Einbindung und Verwendung lokaler Daten. Bei der Entwicklung und der Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträger wurden die Ergebnisse der Potenzialanalyse eingesetzt. Die lokalen Daten wurden ergänzt durch Werte aus der Studie Baden-Württemberg Klimaneutral 2040 (Nitsch & Magosch, 2021). Diese Studie wurde ausgewählt, da sie

- eine weitreichende und zugängliche Datenbasis enthält,
- sämtliche Energieträger betrachtet,
- das Ziel der Klimaneutralität für 2040 aufweist,
- spezifisch auf das Land Baden-Württemberg ausgerichtet ist und
- eine hohe Aktualität aufweist.

8.6.1 Definition der Klimaneutralität

Das Europäische Parlament gibt folgende Definition der Klimaneutralität:

- „Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsenken herzustellen. Um Netto-

Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle THG-Emissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.“ (Europäisches Parlament, 2022)

Bei der Entwicklung des Zielbilds wird davon ausgegangen, dass die Reduktion der THG-Emissionen zur Erreichung der Klimaneutralität oberste Priorität hat. Da eine Reduktion auf null nicht realistisch ist, da auch erneuerbare Energieträger in naher Zukunft einen geringen THG-Emissionsfaktor aufweisen, müssten zur Erreichung einer Klimaneutralität Restemissionen kompensiert werden. Konkret heißt das, dass sie an einer anderen Stelle einer Kohlenstoffseneke zugeführt werden müssten.

8.6.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarienentwicklung getroffen:

- Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Der zukünftige Wärmebedarf der Wohngebäude im Bestand wurde anhand der in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale für Wohngebäude berechnet. Dabei wurde eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angesetzt. Konkret heißt das, dass jährlich 2 % der möglichen Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.
- Die Bevölkerungsentwicklung wurde anhand Prognosen des statistischen Landesamts ermittelt. Demnach wächst die Bevölkerung im Landkreis bis zum Jahr 2040 um knapp 2 %. Damit werden in Zukunft die beheizten Gebäudeflächen in der Stadt ebenfalls wachsen. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen diese Neubauten, im Vergleich zum Bestand, einen geringen Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs aus.
- Der Wärmebedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie sinkt bis zum Jahr 2040 aufgrund energetischer Sanierung der Gebäude und durch Effizienzmaßnahmen, die zu einer Reduktion des Energieeinsatzes für Prozesswärme führen (Nitsch & Magosch, 2021).
- Im Sinne einer Vorbildfunktion wurde für die kommunalen Liegenschaften ein Zielwert von 40 % Senkung des aktuellen Wärmebedarfs bis 2040 angesetzt.

8.6.3 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Da es keine zusätzlichen Potenziale von Energieholz in der Stadt gibt, bleibt der Einsatz von Energieholz in den meisten Sektoren gleich und steigt bis 2040 nur geringfügig.
- Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 steigt um insgesamt 14 % im Vergleich zu 2021. Es wird angenommen, dass bestehende Anlagen weiterhin in Betrieb bleiben. In der dezentralen Wärmeversorgung werden perspektivisch eher PV-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen bevorzugt. Für die zentrale Wärmeversorgung spielen im Zielszenario Freiflächen Solarthermieranlagen keine Rolle, da die Flächenkonkurrenz mit Hinsicht auf Landwirtschaft in Vogtsburg i. K. sehr groß ist und zudem mögliche Flächen zu weit von den zentralen Eignungsgebieten entfernt liegen.
- Entsprechend aktuellen Planungen zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur zwischen Frankreich und Freiburg wird angenommen, dass Wasserstoff bis zum Jahr 2040 in der Region verfügbar sein wird. Da Wasserstoff vorerst in der Industrie eingesetzt wird, wird im Szenario keine Wasserstoffnutzung bis im Jahr 2040 in Vogtsburg i. K. angenommen.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Gebiete mit Eignung für zentrale Wärmeversorgung werden zukünftig größtenteils über Wärmenetze (Fernwärme) versorgt. Für jedes Eignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad

von 70 % des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude bzw. der Betriebe über ein Wärmenetz definiert.

- Zur Abbildung der zukünftigen Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften wurden zunächst konkrete Projekte, die bereits absehbar sind, berücksichtigt. Die weiteren Liegenschaften wurden gemäß der Eignungsgebieten entweder der zentralen oder der dezentralen Versorgung zugeordnet.

8.6.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Analog zur THG-Bilanz der Bestandsanalyse werden die zukünftigen THG-Emissionen in den Szenarien anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die hier angewendeten Emissionsfaktoren stammen aus dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg der KEA-BW (Perters et al., 2023). Diese stehen für die Strom- und Wärmeerzeugung zur Verfügung. Werte für Energieträger, die nicht im Technikkatalog enthalten waren, wurden anhand weiterer Quellen ergänzt. Die für das Zielszenario verwendeten Emissionsfaktoren sind in folgenden zwei Tabellen dargestellt.

Erzeugungsart	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)	
	2030	2040
Strommix Deutschland	0,270	0,032
Photovoltaik	0,036	0,030
Biogas	0,092	0,087
Klärgas	0,048	0,046

Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Perters, et al., 2023)

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh) im Jahr	
	2030	2040
Erdgas	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311
Fernwärme ¹	0,030	0,028
Energieholz	0,022	0,022
Solarthermie	0,025	0,025
Geothermie	0,078	0,071
Umweltwärme ²	0,066	0,010

Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Perters, et al., 2023)

¹ Eigene Berechnung anhand des Energieträgermixes für die zentrale Wärmeversorgung in Vogtsburg

² Eigene Berechnung anhand der Entwicklung des Emissionsfaktors für den deutschen Strommix

8.6.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Zur Berechnung des zukünftigen Stromverbrauchs wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Stromverbrauch der privaten Haushalte berücksichtigt den Bevölkerungszuwachs als auch den allgemein leichten Rückgang des Stromverbrauchs im privaten Sektor (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021).
- Der Stromverbrauch für den Sektor Wirtschaft wird in diesem Szenario auf Grund der unvorhersehbaren Einflussfaktoren über die Jahre stabil gehalten. Der Stromverbrauch kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

8.6.6 Zukünftige Versorgungsstruktur

Für die Einteilung der Eignungsgebiete wurden folgende Kriterien herangezogen und bewertet:

- **Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene:** Der Wärmeverbrauch auf Straßenzugsdichte ist ein maßgeblicher Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes. Im Rahmen der Ausweisung der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung wurde der Mindestwert von 3 - 4 MWh/m/Jahr angesetzt.
- **Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen:** Oftmals werden Heizanlagen 20 bis 30 Jahre lang betrieben. Sind die Heizanlagen in einem Gebiet überwiegend weniger als 10 Jahre alt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Gebäude in den kommenden 5 bis 10 Jahren an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Sind die Heizungen bereits älter als 15 Jahre, wird ein Anschluss ans Wärmenetz wahrscheinlicher und begünstigt damit eine potenziell hohe Anschlussdichte. Diese ist ebenfalls ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.
- **Passende Energieträgerverteilung** (z.B. wenige Wärmepumpen): Für ein Gebäude, das bereits mit erneuerbarer Wärme beheizt wird, bietet ein Wärmenetzanschluss wenige Vorteile, da die gesetzlichen Vorgaben bereits erfüllt werden. Zudem bietet der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten, in denen noch viele fossile Energieträger eingesetzt werden, ein größeres Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen.
- **Lokale Abwärmepotenziale:** Wird überschüssige Wärme lokal erzeugt, kann diese ausgekoppelt und über ein Wärmenetz für die Beheizung weiterer Gebäude genutzt werden. In der Stadt Vogtsburg i. K. sind keine entsprechenden Potenziale vorhanden.
- **Lokale Potenziale erneuerbarer Energien:** Die Potenzialanalyse zeigt auf, dass viele Gebäude ihren Wärmebedarf perspektivisch mit einer Wärmepumpe (Luft, Grundwasser oder Erdwärme) decken können. Diese Gebäude können demnach dezentral versorgt werden. Auch bei der Ausweisung der Wärmenetzgebiete ist ein entscheidender Faktor, wie viel erneuerbare Energien für ein potenzielles Wärmenetz lokal zur Verfügung steht.
- **Großverbraucher als Ankerkunden:** Großverbraucher nehmen in der Regel eine große Menge Wärmeenergie ab und sorgen damit für eine höhere Wärmeabnahme pro Trassenmeter. Zudem sind sie sichere und meist ganzjährige Abnehmer der Wärme, wodurch sich das Risiko für den Wärmenetzbetreiber reduziert, und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird. In manchen Fällen können Großverbraucher auch Produzenten von Abwärme sein, die wiederum in das Wärmenetz eingespeist werden kann.
- **Siedlungs- und Besitzstrukturen:** Siedlungsstrukturen sind stark mit der Wärmedichte verbunden, denn dichtbesiedelte Räume weisen in der Regel höhere Wärmedichten auf. Zur Bestimmung des Wärmepumpenpotenzials eines Gebäudes sind der Gebäudetyp und das Gebäudealter wichtige Faktoren. Die Siedlungsdichte gibt Hinweise auf mögliche Restriktionen durch Schallemissionen, die dem Einsatz von Wärmepumpen widersprechen können. Besitzstrukturen sind beim Ausbau von Wärmenetzen relevant, weil sie ein Indikator für die Anschlussrate sein können. Ob eine kommunale Liegenschaft an ein Wärmenetz angeschlossen

wird, kann die Kommune selbst entscheiden. Baugenossenschaften und andere institutionelle bzw. gewerbliche Gebäudeeigentümer bieten Potenziale zum Anschluss mehrerer, in der Regel großer Gebäude oder Gebäudekomplexe, und können somit einen Wärmenetzausbau begünstigen.

- **Siedlungsentwicklungen:** Bei der Einteilung der Eignungsgebiete werden bestehende Planungen für Baugebiete sofern möglich, berücksichtigt. Neubauten sind aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zur Wärmedämmung in der Regel nicht für den Anschluss an ein konventionelles Wärmenetz geeignet, da diese Gebäude eine geringere Vorlauftemperatur benötigen. Dennoch können Neubaugebiete zentral versorgt werden. So können sie beispielsweise mit Kaskaden (Nutzung des Wärmerücklaufs) an ein konventionelles Wärmenetz angeschlossen werden oder durch den Aufbau von Niedertemperaturnetzen. Diese Möglichkeiten sollten in Zukunft bei der Planung neuer Baugebiete untersucht werden.
- **Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte (z.B. öffentliche Gebäude):** Kommunale Liegenschaften bieten in vielen Fällen günstige Bedingungen als Ausgangspunkte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Auf den Grundstücken oder in den Gebäuden kann zumindest ein Teil der Technik für ein Wärmenetz untergebracht werden (z.B. Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher).

9. Glossar

Abwärme	Die bei einem wärmetechnischen Prozess entstehende, aber bei diesem nicht genutzte Wärme bezeichnet man als Abwärme. Sie ist ein Nebenprodukt eines Herstellungsprozesses.
Batterie	Ein Erzeuger, in dem elektrochemische Energie kleiner Elemente in elektrische Energie umgewandelt wird, so dass ein elektrisches Gerät auch ohne Netzan-schluss betrieben werden kann.
Biomethan	Biomethan (auch Bioerdgas genannt) ist ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Gasgemisch, welches aus Biogas gewonnen wird. Es entsteht durch die Aufbe-reitung von Rohbiogas mittels CO ₂ -Abscheidung und Reinigung. Das so aufbe-reitete Biomethan kann dann ins Erdgasnetz eingespeist werden.
Blockheizkraftwerk	Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme. Ein Verbrennungsmotor treibt einen Generator an wodurch Energie erzeugt wird. Die dabei entstehende Wärme erhitzt Wasser, dies kann wieder-um genutzt werden.
Brennstoffzelle	Ein technisches Gerät, das aus Wasserstoff und (dem in der Luft enthaltenen) Sauerstoff Wasser erzeugt, wobei bei diesem Prozess nutzbare elektrische Energie in Form von Strom erzeugt.
CO₂-neutral	Es sagt aus, dass die Verwendung eines Brennstoffs oder auch eine menschli-che Aktivität keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmo-sphäre hat und insofern nicht klimaschädlich ist.
Dezentrale Energie-versorgung	Privathaushalte versorgen sich selbstständig mit Strom. Zum Beispiel durch eine PV-Anlage.
Eigenverbrauch	Der Eigenverbrauch ist der Anteil, der in einer eigenen Anlage erzeugten elektrischen Energie, die selbst verbraucht wird.
Emission	Ist der Ausstoß von gasförmigen Stoffen, welche Luft, Boden und Wasser ver-unreinigen.
Energieholz	Altholz oder jegliches andere Holz, welches zu Hackschnitzeln oder Holzpellets verarbeitet werden, um diese wiederrum in Heizungsanlagen in Energie um-zuwandeln.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
Energieverbrauch	Unter Energieverbrauch versteht man meistens den Verbrauch von Energie-trägern wie den Brenn- und Kraftstoffen Benzin, Heizöl und Erdgas, also von materiellen Substanzen, oft aber auch von elektrischer Energie, im letzteren Fall also von einer durchaus abstrakten (nicht direkt sinnlich erfassbaren) Größe.
Erdwärmesonde	Dies ist eine Sonde, welche zur Gewinnung von Erdwärme in den Boden ein-gelassen wird, um oberflächennahe Geothermie zu nutzen.

Erneuerbare-Energien-Gesetz	Das deutsche Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
European Hydrogen Backbone	Die Initiative European Hydrogen Backbone (EHB) besteht aus einer Gruppe von 33 Energieinfrastrukturbetreibern, welche die gemeinsame Vision eines klimaneutralen Europas haben, das durch erneuerbare Energien und CO ₂ -armen Wasserstoff ermöglicht wird.
Fernwärme	Zentral erzeugte Wärme, die über ein Leitungsnetz zu den jeweiligen Gebäuden/Abnehmern gebracht wird.
Festmeter	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Fossile Energie	Sind Braunkohle, Steinkohle, Erdöl usw.
Gebäude-Energie-Gesetz	Das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) führt die Energieeinsparverordnung, das Energieeinspargesetz sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen und hat den möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden sowie die steigende Nutzung der erneuerbaren Energien zum Ziel.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie wird der Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen eingeteilt, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
Geothermische Energie	Die direkte oder indirekte Nutzung von Wärme aus dem Erdreich (Erdwärme) wird als Geothermie bezeichnet. Es handelt sich um eine Form erneuerbarer (regenerativer) Energie, die insbesondere in Form von Niedertemperaturwärme bereits heute verbreitet genutzt wird.
Heizwärmebedarf	Beziffert die Menge an Heizwärme, die ein Gebäude über einen bestimmten Zeitraum benötigt
Kilowatt	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von PV-Anlagen gemessen wird.
Kilowattstunde	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln wird etwa 1 kWh Strom benötigt.
Kohlendioxid	Kohlendioxid (CO ₂) ist ein Gas, welches bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Kraft- und Brennstoffe entsteht. In der Regel wird nahezu der gesamte Kohlenstoffgehalt von Brennstoffen und Kraftstoffen bei der Verbrennung in Kohlendioxid umgesetzt; allenfalls kleine Anteile werden zu Ruß oder zum sehr giftigen Kohlenmonoxid
Kraft-Wärme-Kopplung	Dies ist die gleichzeitige Gewinnung von elektrischer und thermischer Energie in einem Kraftwerk. Die thermische Energie ist dabei ein Nebenprodukt bei der Herstellung von elektrischer Energie.
Megawattstunde	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)

Nahwärme	Wenn Wärme von einem zentralen Wärmeerzeuger zu Verbrauchern transportiert wird, die Entfernungen aber relativ klein sind (meist unter 1 km, kürzer als bei Fernwärme), spricht man von Nahwärme. (Rechtlich handelt es sich aber auch hier um Fernwärme.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
oberflächennahe Geothermie	Die oberflächennahe Geothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus geringen Tiefen bis zu einigen hundert Metern.
Ökostrom	Elektrische Energie, die nachweisbar auf ökologisch vertretbare Weise aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird.
Pelletheizung	Eine Heizungsanlage, die mit festem Brennstoff aus Biomasse in Pelletform betrieben wird.
Photovoltaik (PV)	Ein technisches Verfahren, um Energie von Licht (also eines Teils der Strahlung der Sonne) mit Hilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie umzuwandeln.
Power-to-Gas	Power to Gas ist ein Konzept, dessen zentraler Bestandteil die Erzeugung von EE-Gas (z. B. Wasserstoff oder Methan) mit Hilfe elektrischer Energie ist.
Power-to-Heat	Power to Heat bedeutet zunächst einmal nur die Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie. Allerdings wird er üblicherweise nicht für jede Erzeugung von Elektrowärme benutzt, sondern nur im Zusammenhang mit der Nutzung von zeitweise anfallenden Überschüssen an elektrischer Energie.
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Prozesswärme	Wärme, die für die Durchführung von bestimmten technischen Prozessen (insbesondere in der Industrie) benötigt wird.
Solkataster	Solkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen oder Solarthermieranlagen geeignet sind.
Solarthermie	Die Gewinnung von Wärme aus der Sonneneinstrahlung mit Hilfe von Sonnenkollektoren.
Stickstoffoxide	Stickstoffoxide ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO _x -Emissionen.
Strommix	Der Strommix beschreibt die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschland-

	weit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und PV-Anlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
Technisches Potenzial	Das technische Potenzial ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist.
Tiefengeothermie	Die Tiefengeothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus Tiefen ab 400 m.
Über Normalnull	Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Umgebungswärme	Energie, die sich durch tägliche Sonneneinstrahlung und den Wärmefluss im Erdinneren, natürlicherweise in der Umwelt befindet. Sie wird zum Beispiel in Flüssen, Seen sowie in der Luft oder dem Erdreich gespeichert. Sie wird zum Teil als erneuerbare Energiequelle genutzt.
Volatilität	Die Anfälligkeit eines bestimmten Gutes für Schwankungen. In der Energiebranche spricht man von Volatilität der Erneuerbaren Energien, da die Stromerzeugung aus bestimmten Erneuerbaren Energien witterungsbedingt sowie Jahres und tageszeitlich bedingt Schwankungen unterworfen ist.
Wärmebedarf	Ist der Bedarf der Wärme welches ein Haus verbraucht.
Wärmebrücke	Bezeichnung für eine Stelle in der Bausubstanz, die mehr Wärme ableitet als ihre umgebenden Flächen.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
Wärmeschutzverordnung	Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ mit ganzheitlichen Planungen begriffen.
Wirtschaftliches Potenzial	Das wirtschaftliche Potenzial ist der Anteil des technischen Potenzials, den man erhält, wenn die Gesamtkosten (Investition, Betrieb und Entsorgung einer Anlage) für die Energieumwandlung einer erneuerbaren Energiequelle berechnet und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

10. Literaturverzeichnis

Agentur für erneuerbare Energien, 2017. INDUSTRIELLER WÄRMEBEDARF NACH WIRTSCHAFTSZWEIGEN. [Online].

Busch, M., Botzenhart, F., Hamacher, T. & Zölitz, R., 2010. GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. In gis.SCIENCE, 3/2010 S. 117-125.

Christ, O. & Mitsdoerffer, R., 2008. Regenerative Energie nutzen - Wärmequelle Abwasser. WWT - Wasserwirtschaft Wassertechnik (05/2008): M6 - M12. [Online].

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005. Energie aus Abwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer, Bern/Osnabrück.: s.n.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena), 2023. Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen. [Online] Available at: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf

Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2022. Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten. [Online] Available at: <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/>

Dr. Sara Fritz, D. M. P. i., 2018. Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende, Heidelberg: ifeu.

Europäisches Parlament, 2022. Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?. [Online] Available at: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet>

Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017. Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Günther, D. et al., 2020. Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.

Holm et al., 2024 „Klimaziellücke im Gebäudesektor: Untersuchung der Auswirkungen des aktuellen GEG-Kompromisses auf die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Deutschland“, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU), 2012. Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BiCO₂ BW: Endbericht. Heidelberg. [Online].

Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2024. BiCO₂ BW: Version 3.1. Heidelberg: s.n.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, DarmGemeinde, DarmGemeinde: s.n.

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial. [Online] Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. Windenergie in Baden-Württemberg. [Online] Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2023. Solarenergie in Baden-Württemberg. [Online] Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. Freiflächen. [Online] Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022. Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021. Stuttgart. [Online] Available at: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Erneuerbare-Energien-2021-barrierefrei.pdf

Ministerium für Umwelt, K. u. E. B.-W., 2018. Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS). [Online] Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>

Nitsch, J. & Magosch, M., 2021. Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMA-NEUTRAL 2040. [Online] Available at: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutralen_BW.pdf

Peters, D. M. et al., 2023. Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg (Version 1.1). Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Powerloop, K. L. -, 2020. Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere, saubere und bezahlbare Energiezukunft. [Online] Available at: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Berlin: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB), 2021. LGRB-Kartenviewer - Layer: Aufschlusssdatenbank/Bohrdatenbank (ADB). [Online] Available at: <https://maps.lgrb-bw.de/>.

Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. KURZFRISTIG UMZUSETZENDE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND QUARTIEREN, Whitepaper, Berlin: s.n.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2024. Struktur- und Regionaldatenbank. [Online] Available at: <https://www.statistik-bw.de>

Sterner, M. & Stadler, I., 2014. Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen, Berlin: VKU Verlag GmbH.

WBGU, 2011. Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Berlin: WBGU.

11. Anhang

In diesem Anhang befinden sich folgende Dokumente:

- Ortsteil-Steckbriefe der Gemarkungen mit folgenden Inhalten:
 - Beschreibung des energetischen Ist-Zustands der Gebäude und der Heizanlagen.
 - Darstellung und Beschreibung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsgebiete.
 - Lokal verfügbare Wärme und Stromerzeugungspotenziale, Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Ein beispielhafter Steckbrief

Zusätzlich werden diesem Fachgutachten folgende Dokumente separat als PDF beigelegt:

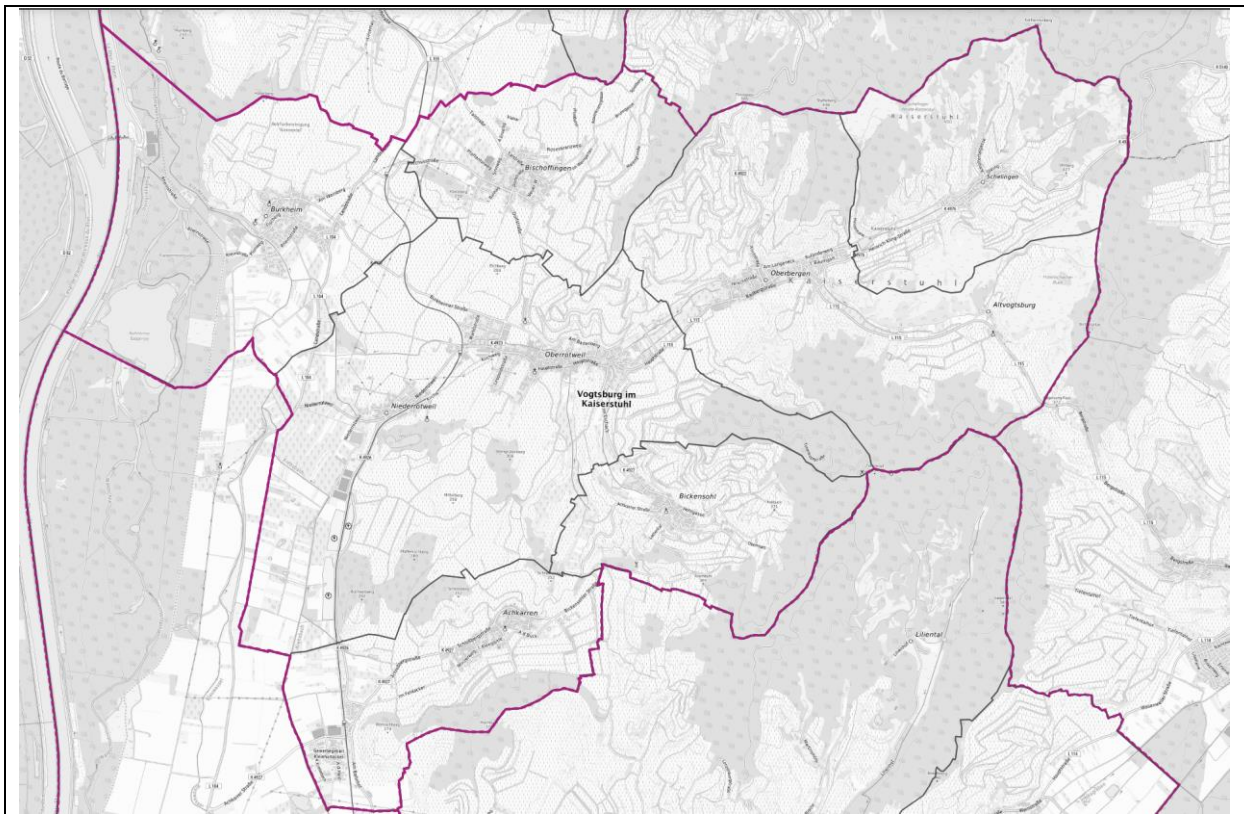
- Detaillierte Karten
 - Dachflächenpotenziale für Solarthermie- und PV-Anlagen
 - Erdwärmepotenziale
 - Wärmepumpenpotenzial (Luft-Wasser-Wärmepumpe)
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Steckbriefe der häufigsten Gebäudetypen

11.1 Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

Im Rahmen der Erstellung der Ortsteilsteckbriefe für die Stadt Vogtsburg i. K. wurde sich an den Gebiets- bzw. Gemarkungsgrenzen orientiert.

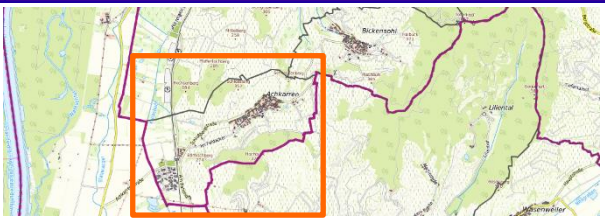
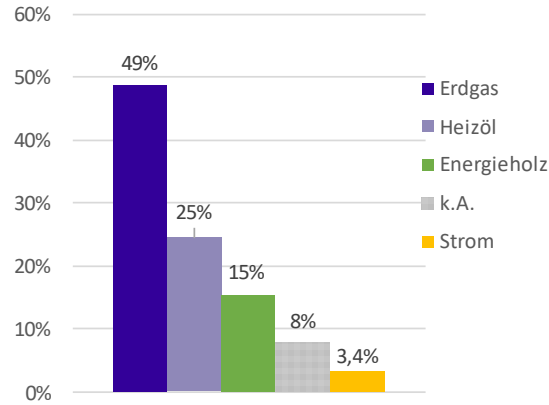
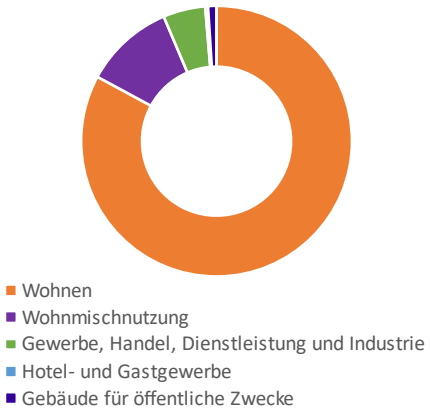
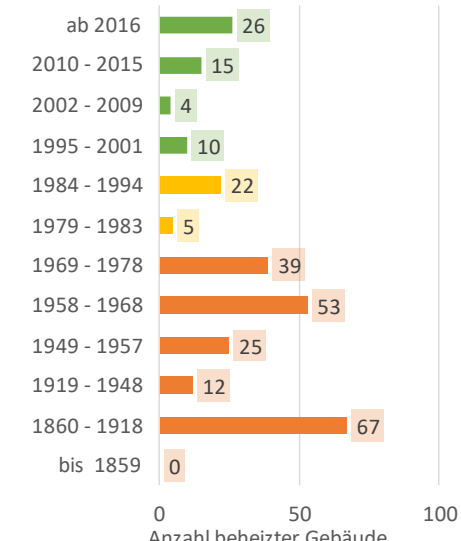
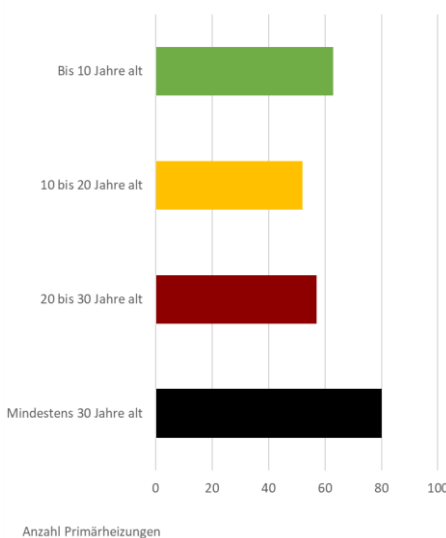
Für Vogtsburg i. K. wurden daher vier Ortsteilsteckbriefe erstellt und wie folgt unterteilt:

- Achkarren
- Bickensohl
- Bischoffingen
- Burkheim
- Oberbergen
- Oberrotweil
- Schelingen



Karte 19 – Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

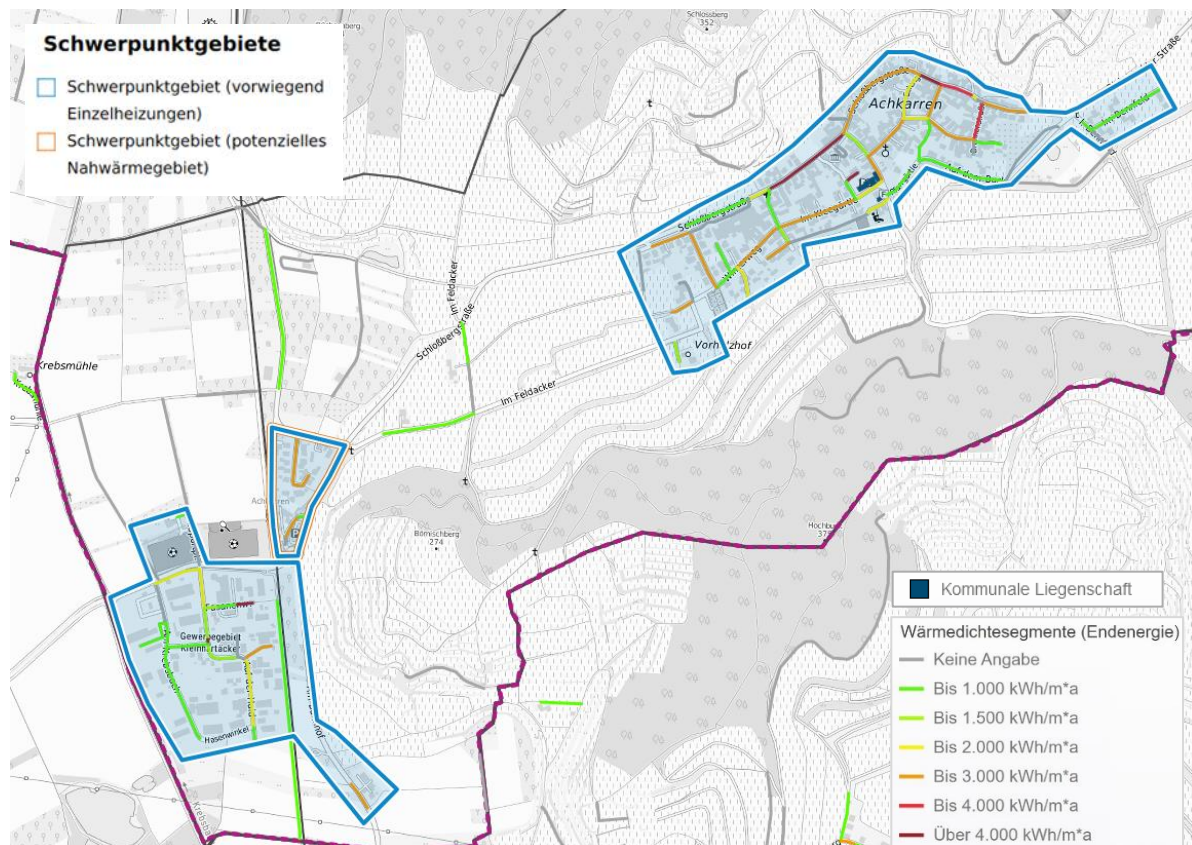
11.2 Steckbrief Ortsteil Achkarren

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	299																																					
Wärmeverbrauch 2021	9,8 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	49 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu 75 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. Holz spielt mit 15 Prozent ebenfalls eine wichtige Rolle.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>49%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>25%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>15%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>8%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>3,4%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	49%	Heizöl	25%	Energieholz	15%	k.A.	8%	Strom	3,4%	Der überwiegende Teil der Gebäude in Achkarren besteht aus Wohngebäuden, aber auch aus Gebäuden des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie.  <table><thead><tr><th>Nutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>~75%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>~15%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>~5%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>~2%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>~3%</td></tr></tbody></table>	Nutzung	Anteil (%)	Wohnen	~75%	Wohnmischnutzung	~15%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%	Hotel- und Gastgewerbe	~2%	Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%												
Energieträger	Anteil (%)																																					
Erdgas	49%																																					
Heizöl	25%																																					
Energieholz	15%																																					
k.A.	8%																																					
Strom	3,4%																																					
Nutzung	Anteil (%)																																					
Wohnen	~75%																																					
Wohnmischnutzung	~15%																																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%																																					
Hotel- und Gastgewerbe	~2%																																					
Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 72 Prozent der beheizten Gebäude in Achkarren wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>26</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>15</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>4</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>10</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>22</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>5</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>39</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>53</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>25</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>12</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>67</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	26	2010 - 2015	15	2002 - 2009	4	1995 - 2001	10	1984 - 1994	22	1979 - 1983	5	1969 - 1978	39	1958 - 1968	53	1949 - 1957	25	1919 - 1948	12	1860 - 1918	67	bis 1859	0	Etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen in Achkarren sind älter 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>~60</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>~50</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>~60</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>80</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	~60	10 bis 20 Jahre alt	~50	20 bis 30 Jahre alt	~60	Mindestens 30 Jahre alt	80
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	26																																					
2010 - 2015	15																																					
2002 - 2009	4																																					
1995 - 2001	10																																					
1984 - 1994	22																																					
1979 - 1983	5																																					
1969 - 1978	39																																					
1958 - 1968	53																																					
1949 - 1957	25																																					
1919 - 1948	12																																					
1860 - 1918	67																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	~60																																					
10 bis 20 Jahre alt	~50																																					
20 bis 30 Jahre alt	~60																																					
Mindestens 30 Jahre alt	80																																					

Eignungsgebiete in Achkarren

Zentrale Wärmeversorgung:

Im Ortsteil Achkarren wurde aufgrund zu geringer Wärmedichte und fehlender Ankerkunden, bei der Wärmeversorgung kein zentrales Eignungsgebiet definiert.



Dezentrale Wärmeversorgung:

Insgesamt ist die Wärmedichte im Ortsteil Achkarren vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

Weitere Optionen:

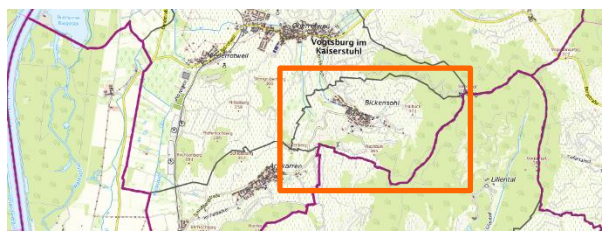
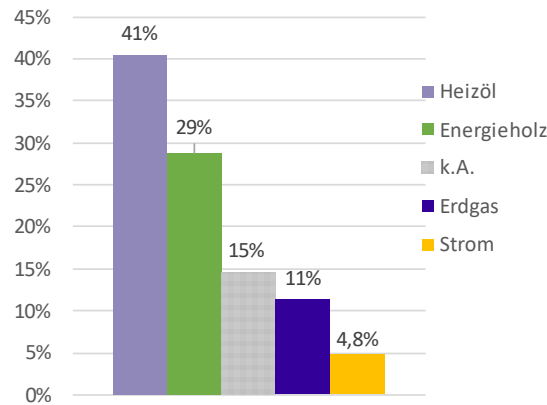
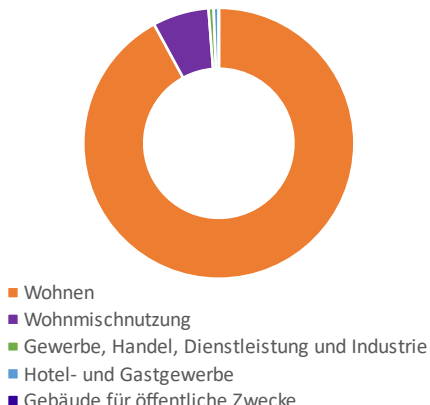
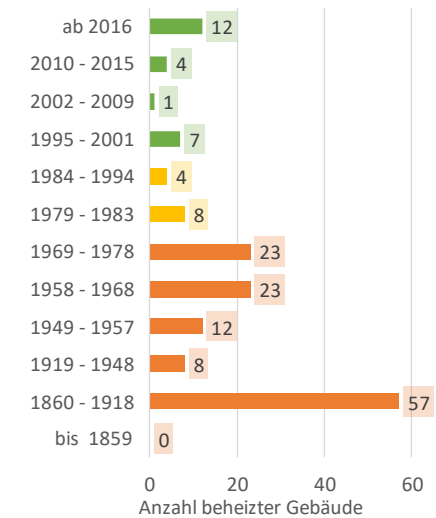
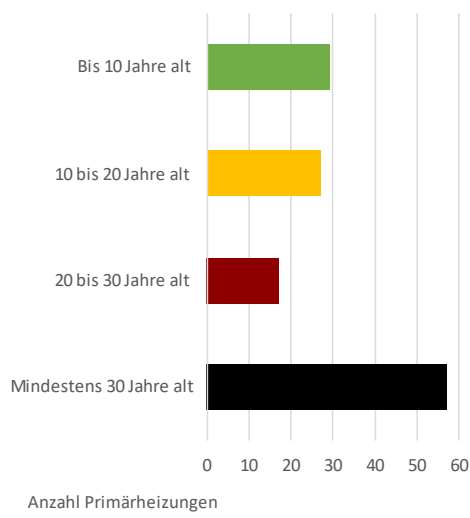
Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen

die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

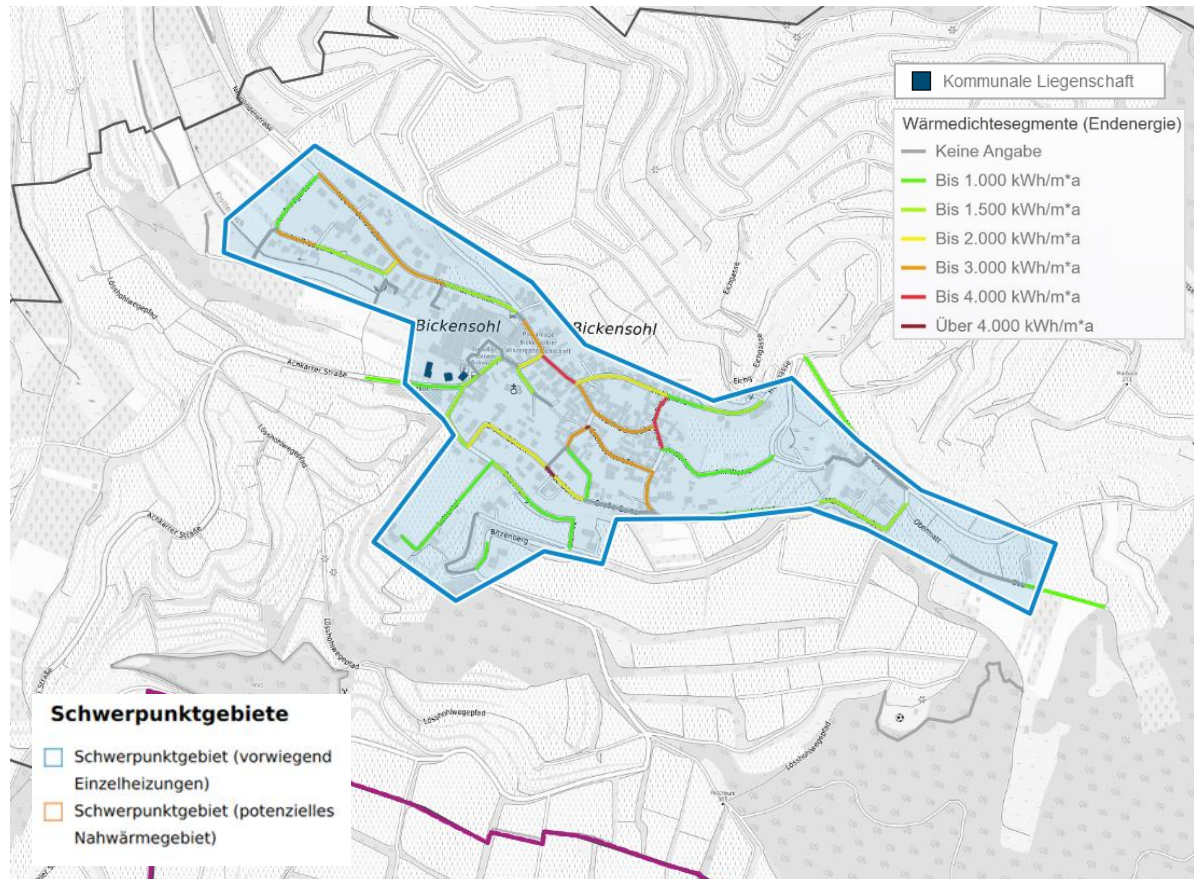
11.3 Steckbrief Ortsteil Bickensohl

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	166																																					
Wärmeverbrauch 2021	5,1 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	51 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu 52 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. Holz spielt mit 29 Prozent ebenfalls eine wichtige Rolle.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Heizöl</td><td>41%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>29%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>15%</td></tr><tr><td>Erdgas</td><td>11%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>4,8%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Heizöl	41%	Energieholz	29%	k.A.	15%	Erdgas	11%	Strom	4,8%	Der überwiegende Teil der Gebäude in Bickensohl besteht aus Wohngebäuden, aber auch aus Wohnmischnutzung.  <table><thead><tr><th>Nutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>~85%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>~10%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>~3%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>~1%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>~1%</td></tr></tbody></table>	Nutzung	Anteil (%)	Wohnen	~85%	Wohnmischnutzung	~10%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~3%	Hotel- und Gastgewerbe	~1%	Gebäude für öffentliche Zwecke	~1%												
Energieträger	Anteil (%)																																					
Heizöl	41%																																					
Energieholz	29%																																					
k.A.	15%																																					
Erdgas	11%																																					
Strom	4,8%																																					
Nutzung	Anteil (%)																																					
Wohnen	~85%																																					
Wohnmischnutzung	~10%																																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~3%																																					
Hotel- und Gastgewerbe	~1%																																					
Gebäude für öffentliche Zwecke	~1%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 82 Prozent der beheizten Gebäude in Bickensohl wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>12</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>4</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>1</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>7</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>4</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>8</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>23</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>23</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>12</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>8</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>57</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	12	2010 - 2015	4	2002 - 2009	1	1995 - 2001	7	1984 - 1994	4	1979 - 1983	8	1969 - 1978	23	1958 - 1968	23	1949 - 1957	12	1919 - 1948	8	1860 - 1918	57	bis 1859	0	Etwa 60 Prozent aller Heizungsanlagen in Bickensohl sind älter als 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>~28</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>~28</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>~18</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>~58</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	~28	10 bis 20 Jahre alt	~28	20 bis 30 Jahre alt	~18	Mindestens 30 Jahre alt	~58
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	12																																					
2010 - 2015	4																																					
2002 - 2009	1																																					
1995 - 2001	7																																					
1984 - 1994	4																																					
1979 - 1983	8																																					
1969 - 1978	23																																					
1958 - 1968	23																																					
1949 - 1957	12																																					
1919 - 1948	8																																					
1860 - 1918	57																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	~28																																					
10 bis 20 Jahre alt	~28																																					
20 bis 30 Jahre alt	~18																																					
Mindestens 30 Jahre alt	~58																																					

Eignungsgebiete in Bickensohl

Zentrale Wärmeversorgung:

Im Ortsteil Bickensohl wurde aufgrund zu geringer Wärmedichte, fehlender Ankerkunden und hohem Holzanteil bei den primären Heizsystemen, bei der Wärmeversorgung kein zentrales Eignungsgebiet definiert. Der Stadtteil ist nur im Nord-Westlichen Teil mit Erdgas erschlossen, weshalb der Anteil von heizöl- und holzbasierten Heizsystemen dominiert.



Dezentrale Wärmeversorgung:

Insgesamt ist die Wärmedichte im Ortsteil Bickensohl vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.

- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

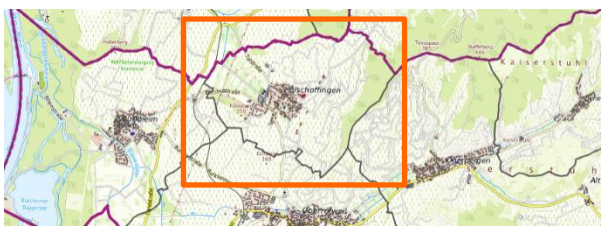
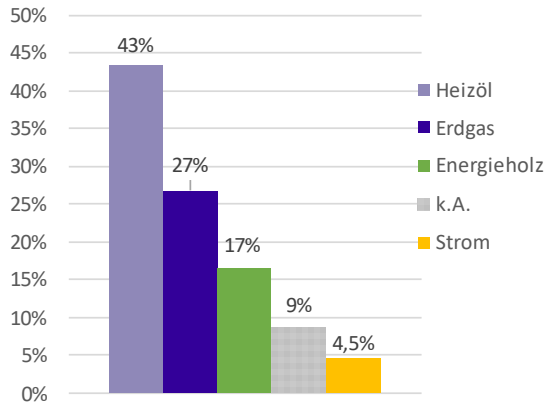
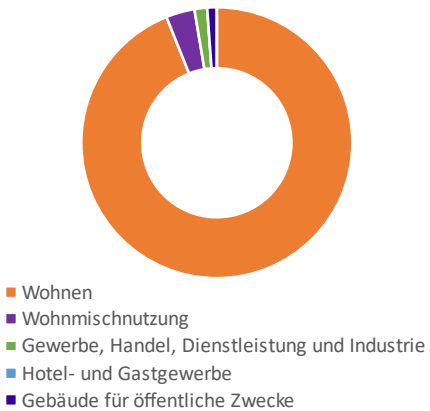
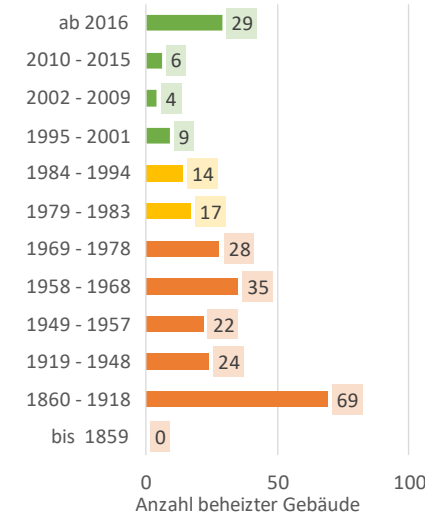
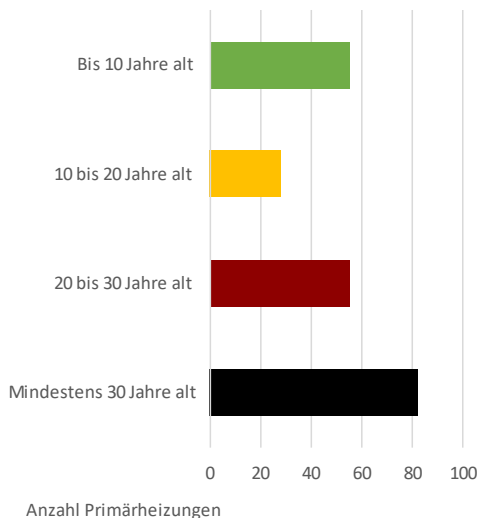
Weitere Optionen:

Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

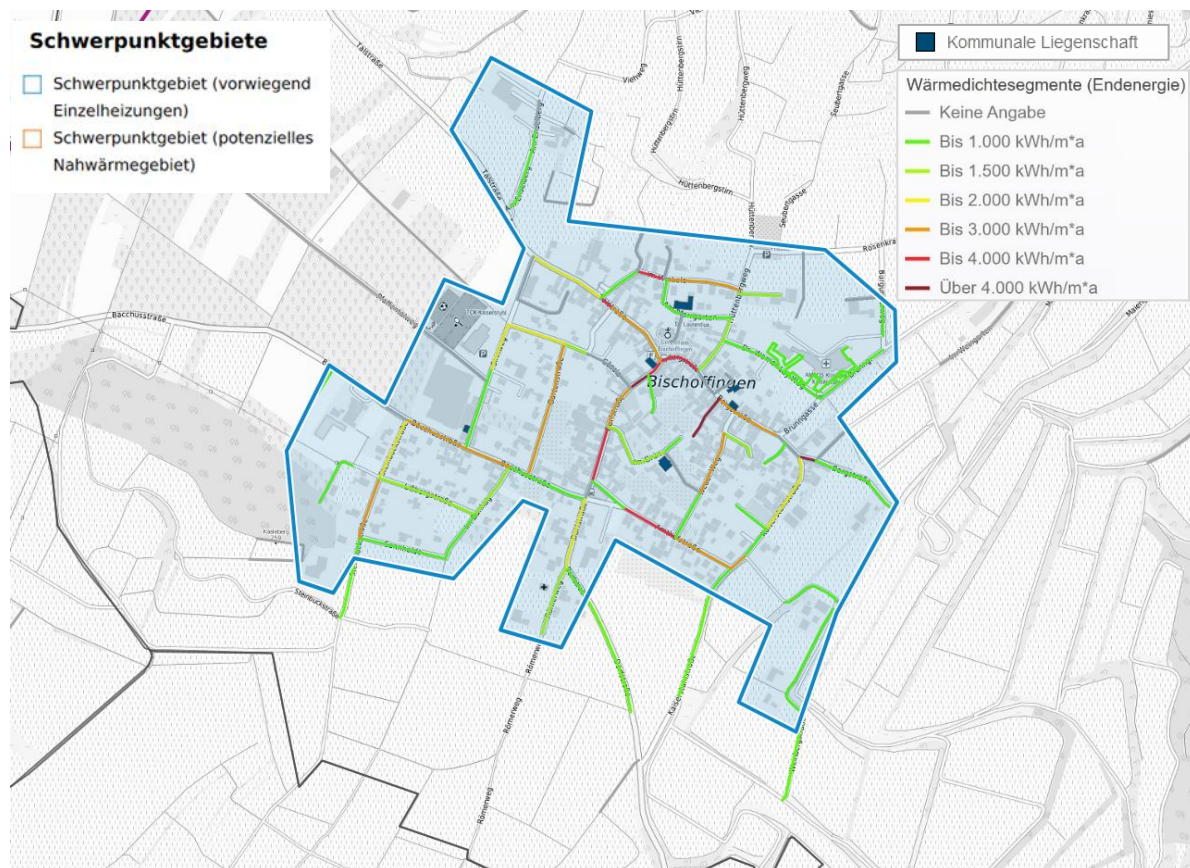
11.4 Steckbrief Ortsteil Bischoffingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	265																																					
Wärmeverbrauch 2021	8,2 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	50 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu 70 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. Holz spielt mit 16 Prozent ebenfalls eine wichtige Rolle.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Heizöl</td><td>43%</td></tr><tr><td>Erdgas</td><td>27%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>17%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>9%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>4,5%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Heizöl	43%	Erdgas	27%	Energieholz	17%	k.A.	9%	Strom	4,5%	Wohngebäude stellen den Großteil der Gebäude in Bischoffingen dar.  - Wohnen - Wohnmischnutzung - Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie - Hotel- und Gastgewerbe - Gebäude für öffentliche Zwecke																								
Energieträger	Anteil (%)																																					
Heizöl	43%																																					
Erdgas	27%																																					
Energieholz	17%																																					
k.A.	9%																																					
Strom	4,5%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 76 Prozent der beheizten Gebäude in Bischoffingen wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>29</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>6</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>4</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>9</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>14</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>17</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>28</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>35</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>22</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>24</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>69</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	29	2010 - 2015	6	2002 - 2009	4	1995 - 2001	9	1984 - 1994	14	1979 - 1983	17	1969 - 1978	28	1958 - 1968	35	1949 - 1957	22	1919 - 1948	24	1860 - 1918	69	bis 1859	0	Etwa 60 Prozent aller Heizungsanlagen in Bi-schoffingen sind mindestens 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>55</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>30</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>55</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>80</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	55	10 bis 20 Jahre alt	30	20 bis 30 Jahre alt	55	Mindestens 30 Jahre alt	80
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	29																																					
2010 - 2015	6																																					
2002 - 2009	4																																					
1995 - 2001	9																																					
1984 - 1994	14																																					
1979 - 1983	17																																					
1969 - 1978	28																																					
1958 - 1968	35																																					
1949 - 1957	22																																					
1919 - 1948	24																																					
1860 - 1918	69																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	55																																					
10 bis 20 Jahre alt	30																																					
20 bis 30 Jahre alt	55																																					
Mindestens 30 Jahre alt	80																																					

Eignungsgebiete in Bischoffingen

Zentrale Wärmeversorgung:

Im Ortsteil Bischoffingen wurde aufgrund zu geringer Wärmedichte und fehlender Ankerkunden, bei der Wärmeversorgung kein zentrales Eignungsgebiet definiert.



Dezentrale Wärmeversorgung:

Insgesamt ist die Wärmedichte im Ortsteil Bischoffingen vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

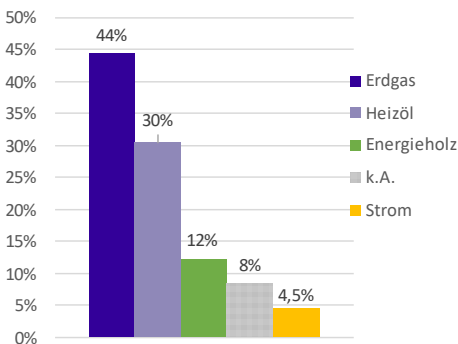
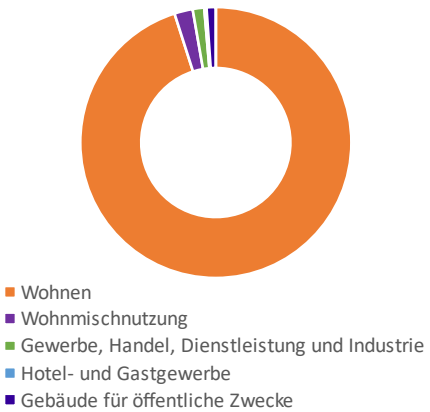
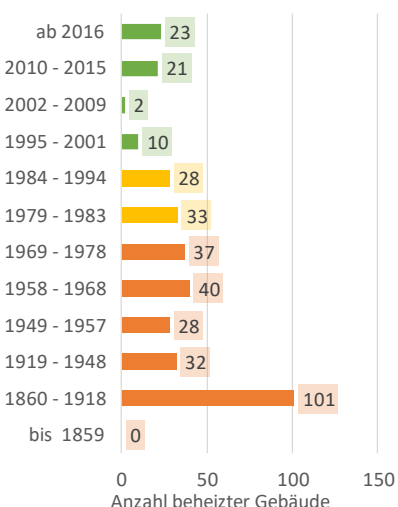
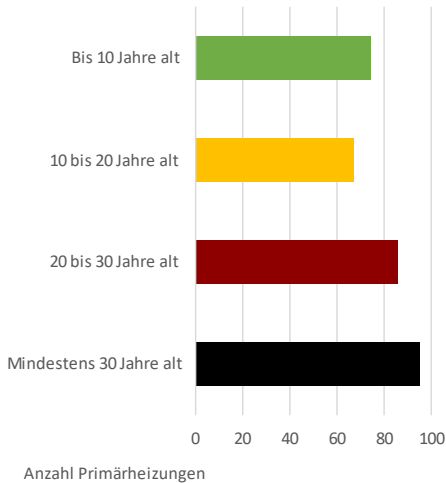
Weitere Optionen:

Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

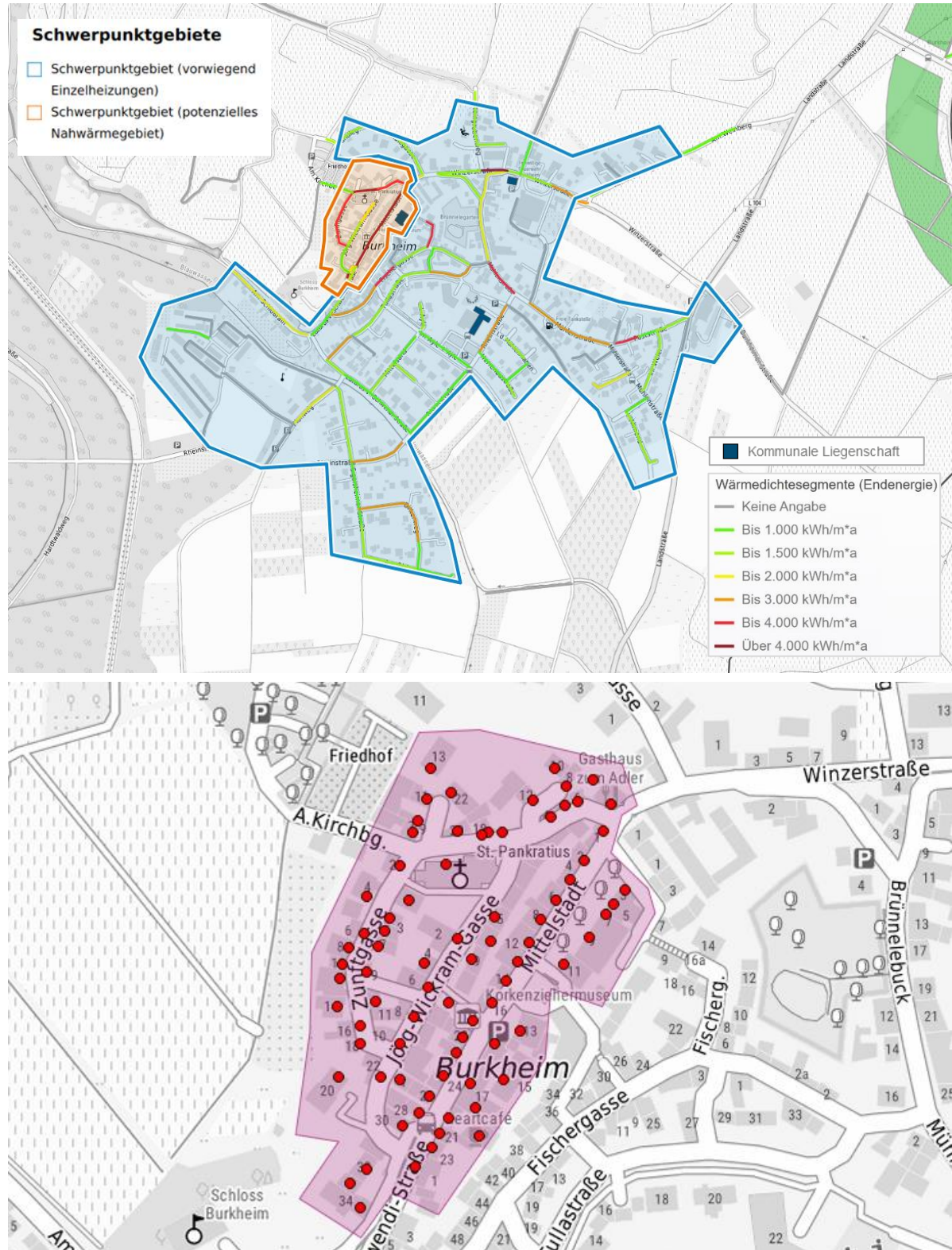
Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

11.5 Steckbrief Ortsteil Burkheim

Beschreibung des Ortsteils		Lage:
Anzahl beheizter Gebäude	368	
Wärmeverbrauch 2021	10,0 GWh	
Einsparpotenzial Sanierung	51 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu rund 75 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. 		Wohngebäude stellen den Großteil der Gebäude in Burkheim dar. 
Gebäudealter		Heizungsalter
Etwa 76 Prozent der beheizten Gebäude in Burkheim wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut. 		Etwa 56 Prozent aller Heizungsanlagen in Burkheim sind mindestens 20 Jahre alt. 
Eignungsgebiete in Burkheim		

Zentrale Wärmeversorgung:

Auf der Gemarkung von Burkheim wurde in der Mittelstadt ein zentrales Eignungsgebiet definiert. Das Eignungsgebiet beinhaltet u.a. Burkheimer Rathaus. Die vorhandenen Wärmeliniendichten von teils $> 4.000 \text{ kWh/trm}$ sind ausreichend, um den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes vorr. zu ermöglichen. Das Eignungsgebiet wird zu über 70 % mit fossilen Energieträgern beheizt.

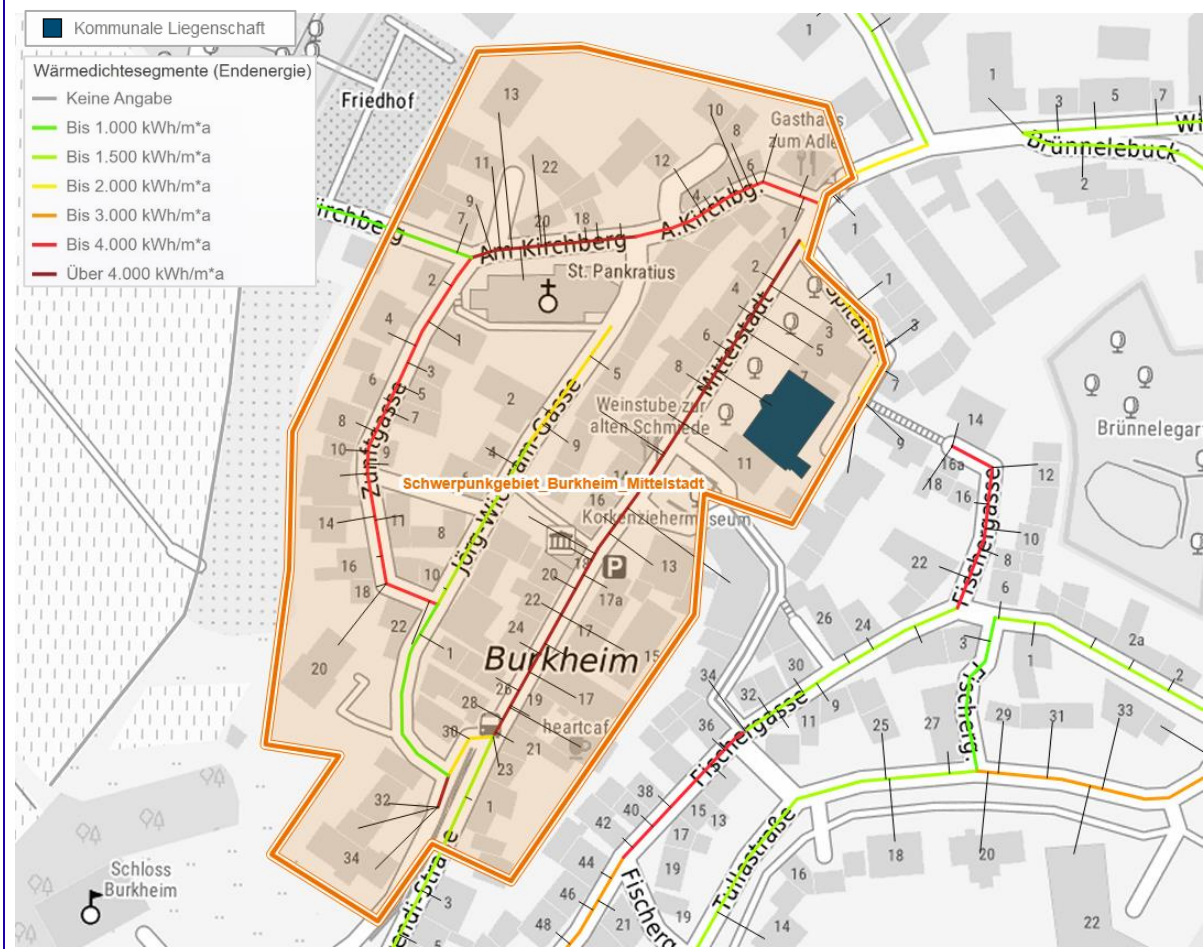


Strukturdaten und Eigenschaften des zentralen Eignungsgebiets

- Historische Altstadt, Denkmalgeschützte Gebäude, Fachwerkhäuser, Kopfsteinpflaster, Unsanierter Gebäudebestand, Enge Straßen und Gassen
- 79 Gebäude: (71 Wohngebäude, drei gewerbliche Gebäude, drei Gebäude mit Wohnmischnutzung, Rathaus Burkheim, ein sonstiges Gebäude)
- Endenergieverbrauch: ca. 2.150 MWh/Jahr (davon 89 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend versorgt mit Erdgas (57 %); Holzzentralheizung (12,6 %); Heizöl (23,3 %); Heizstrom (6,5 %); Holzpellets (0,8 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): ca. 2 MW
- Hauptleitungslänge: 894 m; Länge Hausanschlüsse: 788 m; Hausanschlüsse: 79 (rote Punkte in Grafik oben)
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 1.071 MWh/Jahr (48 %) Endenergie
- Mögliche Energieträger für eine zentrale Wärmeversorgung:
 - Holzbasiertes Heizsystem/ Großwärmepumpe
 - Dezentrale Wasserstoffeinspeisung in Bestanderdgasnetz mittels Trailer Beladung

Mögliche Hindernisse für eine zentrale Wärmeversorgung

- Hohe Kosten für Wärmenetz-Leitungsverlegung → impliziert höhere Wärmepreise
- Standortfindung Heizzentrale
- Geringer Sanierungsstand der Gebäude aufgrund von Denkmalschutz → Hohe spezifische Wärmeverbrauchswerte der Gebäude führen zu hohen Wärmekosten



Dezentrale Wärmeversorgung:

Eine dezentrale Versorgung der Burkheimer Mittelstadt mittels Wärmepumpen scheint nur bedingt möglich, da zum einen das historische Stadtbild durch das Aufstellen von Wärmepumpen gefährdet ist. Zum anderen können Immissionsschutzrechtliche Aspekte, aufgrund der engen Bebauung, einer flächendeckenden Installation von Wärmepumpen entgegenstehen. Zudem sind die vielen Gebäude unsaniert, historisch und denkmalgeschützt, sodass der Betrieb einer Wärmepumpe wirtschaftlich in Frage zu stellen wäre.

Außerhalb der Mittelstadt ist die Wärmedichte gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

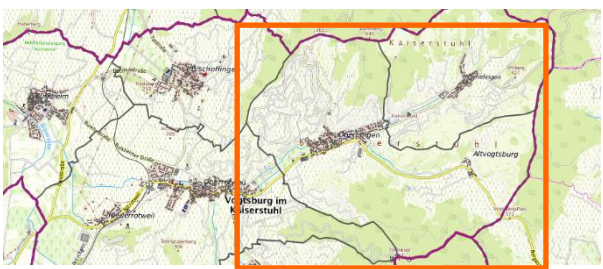
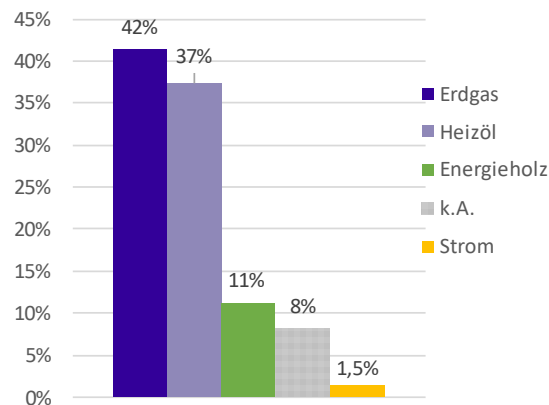
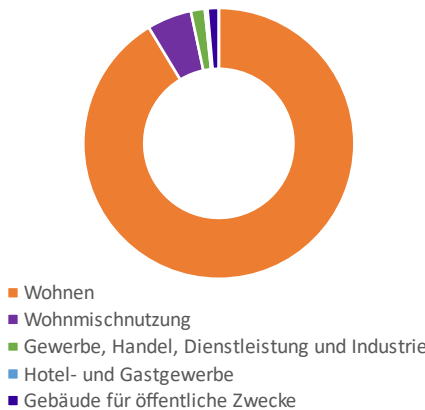
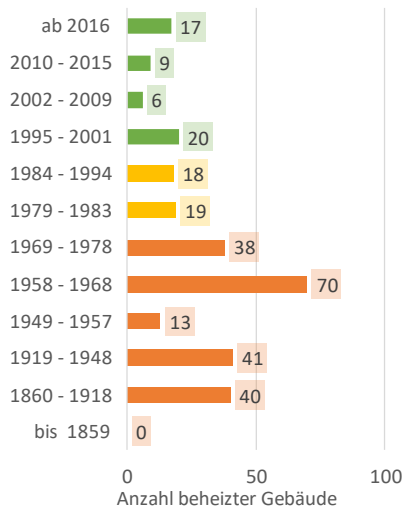
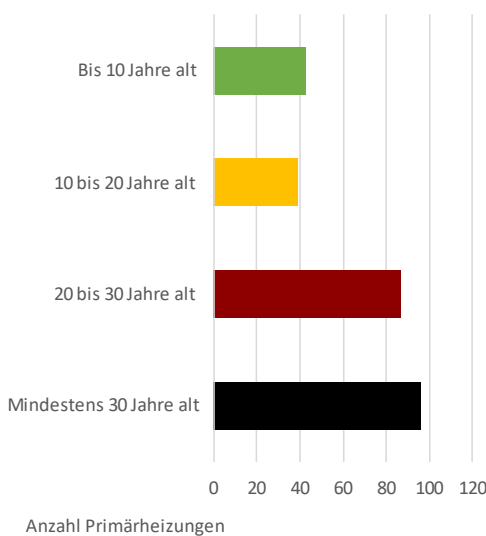
Weitere Optionen:

Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieanlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

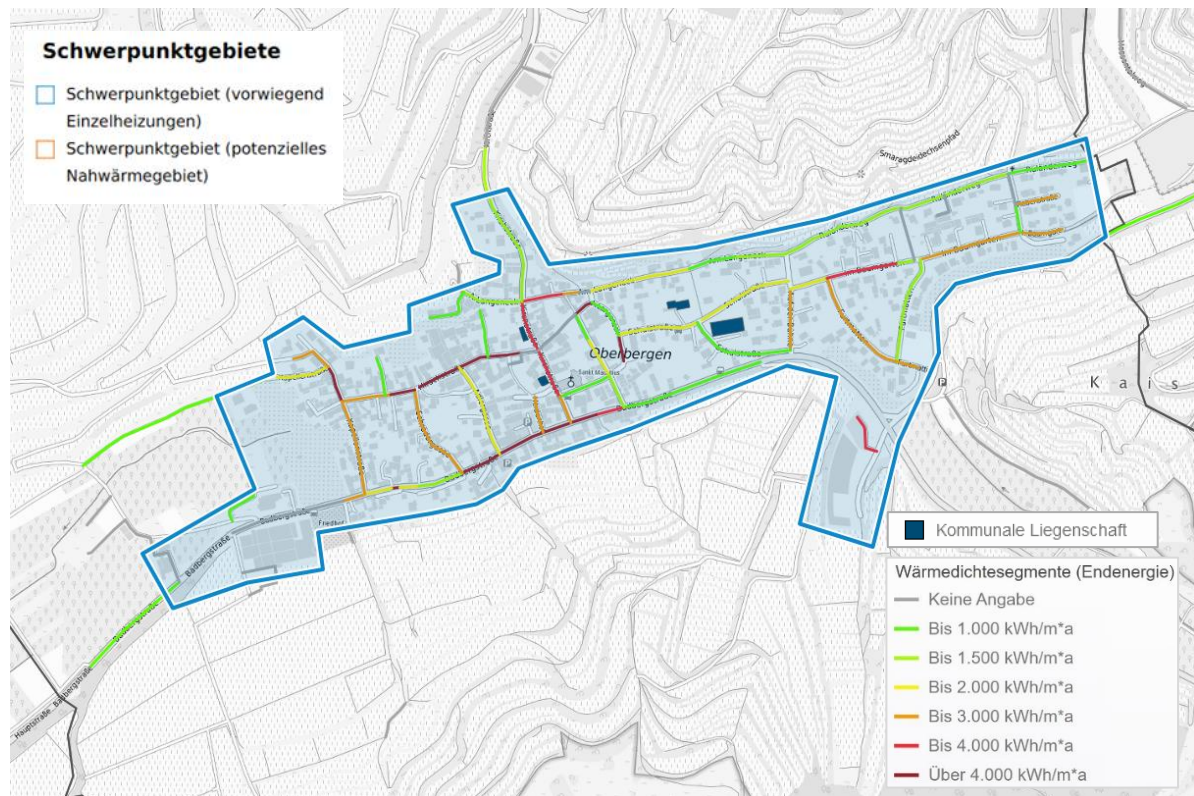
11.6 Steckbrief Ortsteil Oberbergen

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	301																																					
Wärmeverbrauch 2021	11,8 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	47 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu 80 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>42%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>37%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>11%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>8%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>1,5%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	42%	Heizöl	37%	Energieholz	11%	k.A.	8%	Strom	1,5%	Wohngebäude stellen den Großteil der Gebäude in Oberbergen dar.  <table><thead><tr><th>Nutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>~80%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>~10%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>~5%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>~2%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>~3%</td></tr></tbody></table>	Nutzung	Anteil (%)	Wohnen	~80%	Wohnmischnutzung	~10%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%	Hotel- und Gastgewerbe	~2%	Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%												
Energieträger	Anteil (%)																																					
Erdgas	42%																																					
Heizöl	37%																																					
Energieholz	11%																																					
k.A.	8%																																					
Strom	1,5%																																					
Nutzung	Anteil (%)																																					
Wohnen	~80%																																					
Wohnmischnutzung	~10%																																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%																																					
Hotel- und Gastgewerbe	~2%																																					
Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 76 Prozent der beheizten Gebäude in Oberbergen wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>17</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>9</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>6</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>20</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>18</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>19</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>38</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>70</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>13</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>41</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>40</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	17	2010 - 2015	9	2002 - 2009	6	1995 - 2001	20	1984 - 1994	18	1979 - 1983	19	1969 - 1978	38	1958 - 1968	70	1949 - 1957	13	1919 - 1948	41	1860 - 1918	40	bis 1859	0	Etwa 70 Prozent aller Heizungsanlagen in Oberbergen sind mindestens 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>~40</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>~40</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>~85</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>~95</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	~40	10 bis 20 Jahre alt	~40	20 bis 30 Jahre alt	~85	Mindestens 30 Jahre alt	~95
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	17																																					
2010 - 2015	9																																					
2002 - 2009	6																																					
1995 - 2001	20																																					
1984 - 1994	18																																					
1979 - 1983	19																																					
1969 - 1978	38																																					
1958 - 1968	70																																					
1949 - 1957	13																																					
1919 - 1948	41																																					
1860 - 1918	40																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	~40																																					
10 bis 20 Jahre alt	~40																																					
20 bis 30 Jahre alt	~85																																					
Mindestens 30 Jahre alt	~95																																					

Eignungsgebiete in Oberbergen

Zentrale Wärmeversorgung:

Im Ortsteil Oberbergen wurde aufgrund zu geringer Wärmedichte und fehlender Ankerkunden, bei der Wärmeversorgung kein zentrales Eignungsgebiet definiert.



Dezentrale Wärmeversorgung:

Insgesamt ist die Wärmedichte im Ortsteil Oberbergen vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

Weitere Optionen:

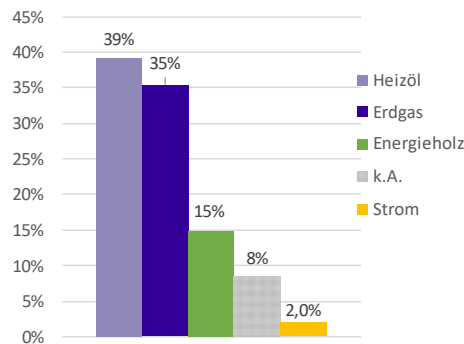
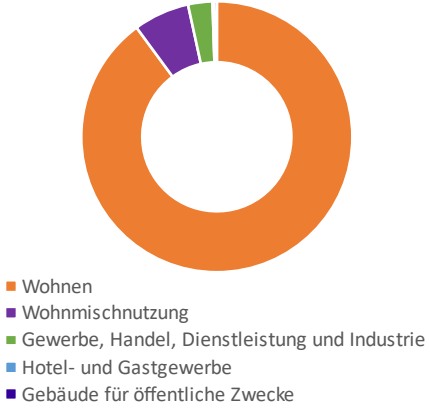
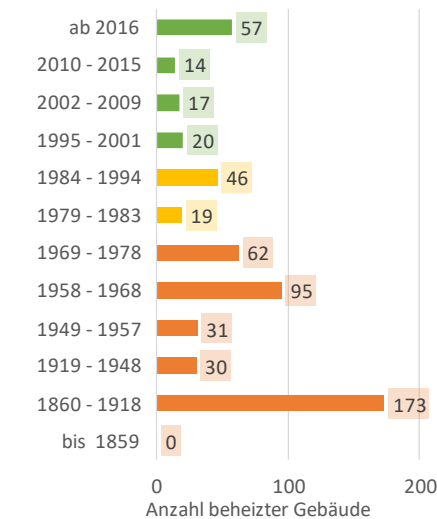
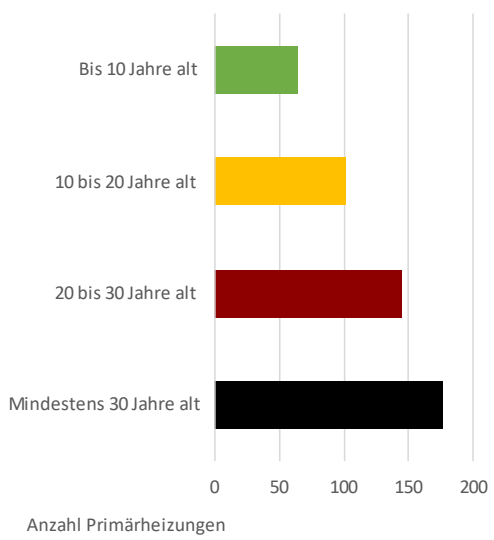
Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des

Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

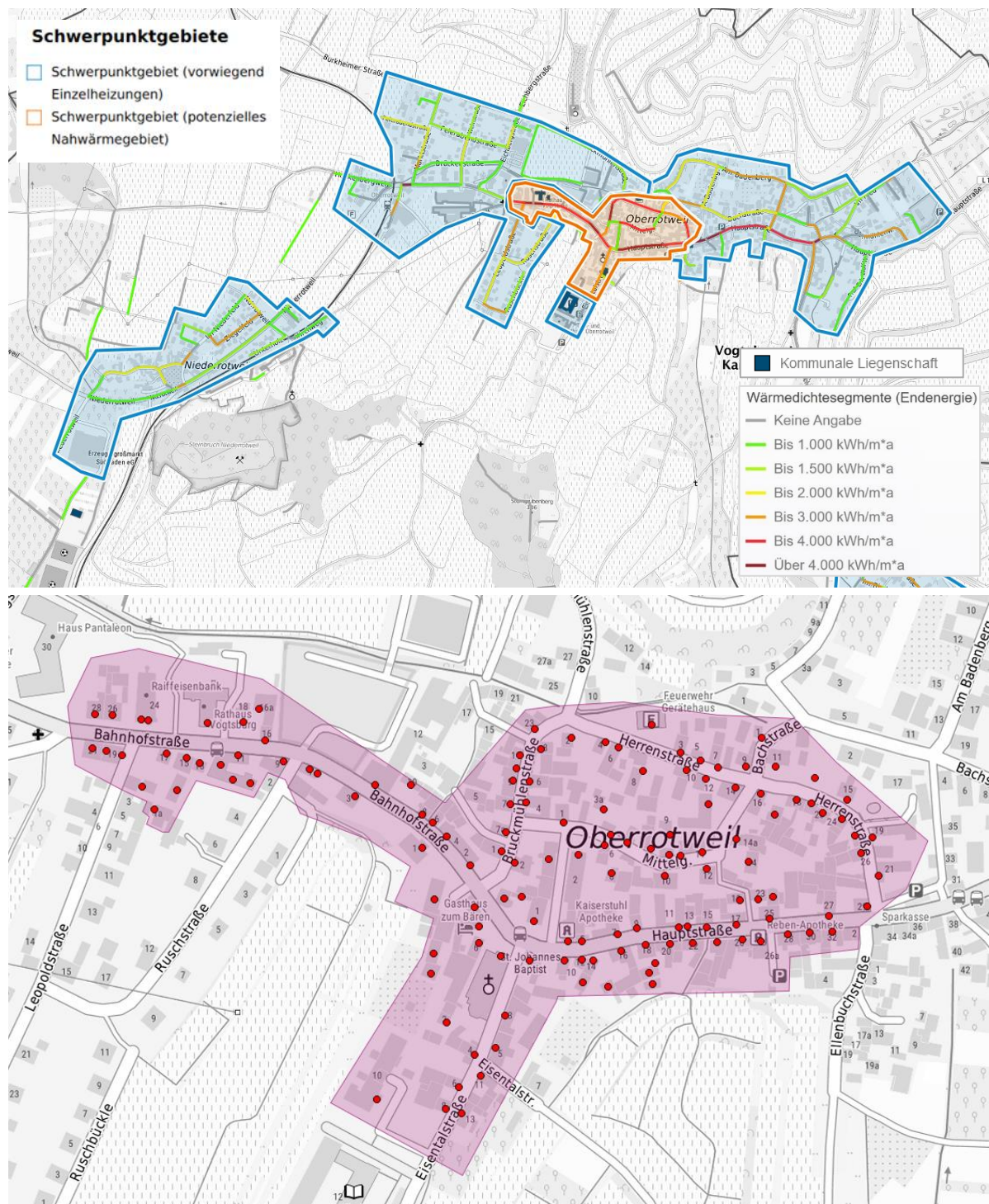
11.7 Steckbrief Ortsteil Oberrotweil

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	587																																					
Wärmeverbrauch 2022	19,2 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	48 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu 75 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. Holz spielt mit 45 Prozent ebenfalls eine wichtige Rolle.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Heizöl</td><td>39%</td></tr><tr><td>Erdgas</td><td>35%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>15%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>8%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>2,0%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Heizöl	39%	Erdgas	35%	Energieholz	15%	k.A.	8%	Strom	2,0%	Der überwiegende Teil der Gebäude in Oberrotweil besteht aus Wohngebäuden, aber auch aus Wohnmischnutzung.  <table><thead><tr><th>Nutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>~75%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>~15%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>~5%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>~2%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>~3%</td></tr></tbody></table>	Nutzung	Anteil (%)	Wohnen	~75%	Wohnmischnutzung	~15%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%	Hotel- und Gastgewerbe	~2%	Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%												
Energieträger	Anteil (%)																																					
Heizöl	39%																																					
Erdgas	35%																																					
Energieholz	15%																																					
k.A.	8%																																					
Strom	2,0%																																					
Nutzung	Anteil (%)																																					
Wohnen	~75%																																					
Wohnmischnutzung	~15%																																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~5%																																					
Hotel- und Gastgewerbe	~2%																																					
Gebäude für öffentliche Zwecke	~3%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 73 Prozent der beheizten Gebäude in Oberrotweil wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>57</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>14</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>17</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>20</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>46</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>19</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>62</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>95</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>31</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>30</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>173</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	57	2010 - 2015	14	2002 - 2009	17	1995 - 2001	20	1984 - 1994	46	1979 - 1983	19	1969 - 1978	62	1958 - 1968	95	1949 - 1957	31	1919 - 1948	30	1860 - 1918	173	bis 1859	0	Etwa zwei Drittel aller Heizungsanlagen in Oberrotweil sind mindestens 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>~60</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>~100</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>~140</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>~170</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	~60	10 bis 20 Jahre alt	~100	20 bis 30 Jahre alt	~140	Mindestens 30 Jahre alt	~170
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	57																																					
2010 - 2015	14																																					
2002 - 2009	17																																					
1995 - 2001	20																																					
1984 - 1994	46																																					
1979 - 1983	19																																					
1969 - 1978	62																																					
1958 - 1968	95																																					
1949 - 1957	31																																					
1919 - 1948	30																																					
1860 - 1918	173																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	~60																																					
10 bis 20 Jahre alt	~100																																					
20 bis 30 Jahre alt	~140																																					
Mindestens 30 Jahre alt	~170																																					

Eignungsgebiete in Oberrotweil

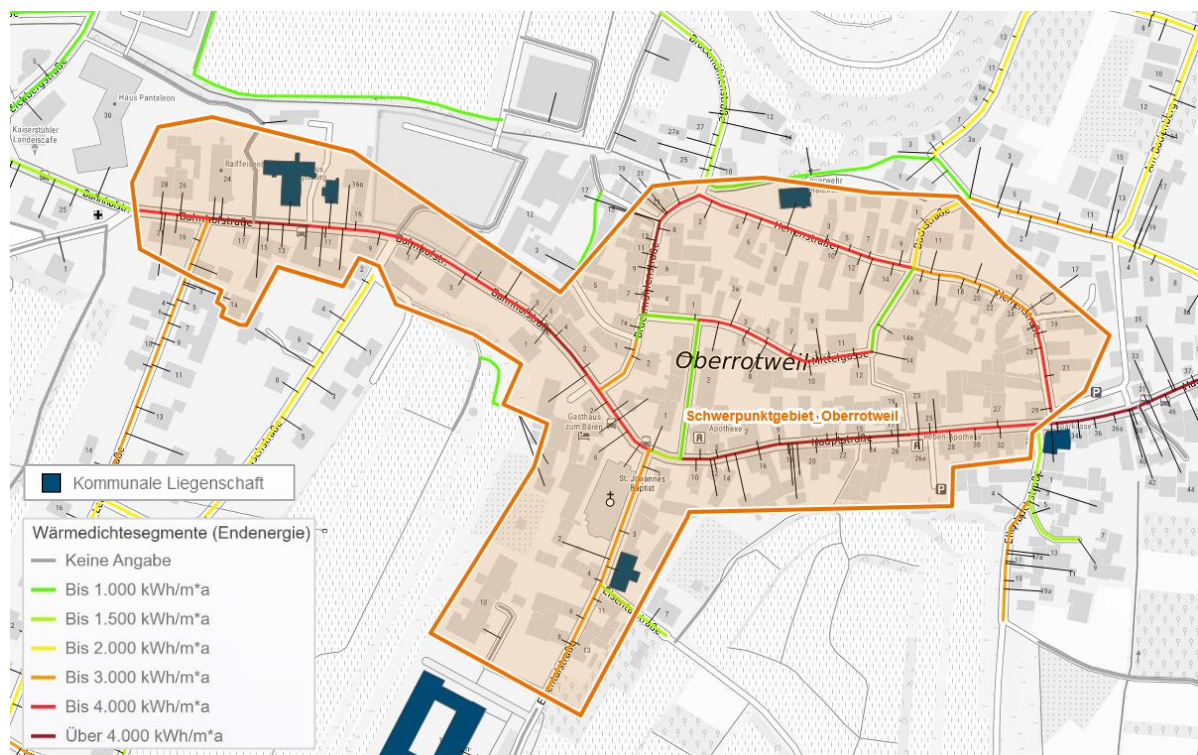
Zentrale Wärmeversorgung:

Auf der Gemarkung von Oberrotweil (mit Niederrotweil) wurde in Oberrotweil, entlang der Haupt- und Bahnhofstraße, ein zentrales Eignungsgebiet definiert. Das Eignungsgebiet beinhaltet u.a. das Rathaus. Die vorhandenen Wärmeliniendichten von teils $> 4.000 \text{ kWh/trm}$ sind ausreichend, um den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes vorr. zu ermöglichen. Das Eignungsgebiet wird zu ca. 75 % mit fossilen Energieträgern beheizt.



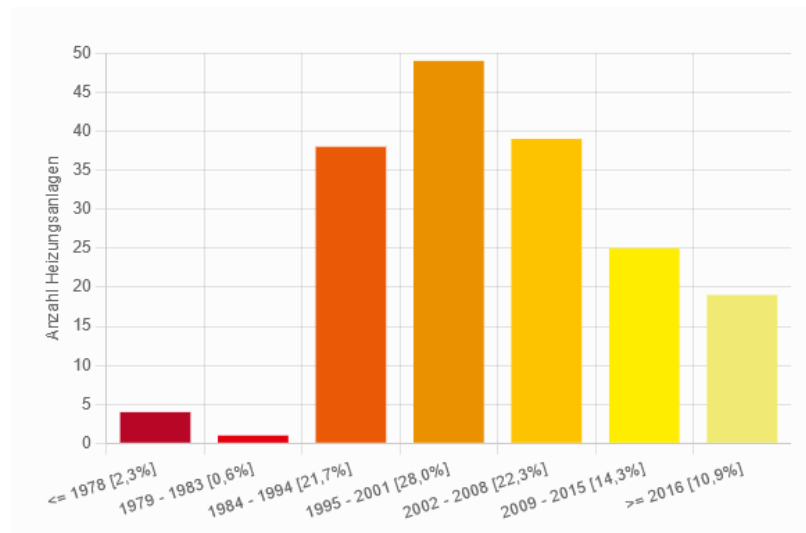
Strukturdaten und Eigenschaften des zentralen Eignungsgebiets

- 139 Gebäude: (91 Wohngebäude, 19 gewerbliche Gebäude, 24 Gebäude mit Wohnmischnutzung, drei Gebäude für öffentliche Zwecke, zwei sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch: ca. 4.636 MWh/Jahr (davon 91 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend versorgt mit Erdgas (51,3 %); Holzzentralheizung (9,1 %); Heizöl (37 %); Heizstrom (1,5 %); Holzpellets (1 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): ca. 10 MW
- Hauptleitungslänge: 1.617 m; Länge Hausanschlüsse: 1.427 m; Hausanschlüsse: 139 (rote Punkte in Grafik oben)
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 2.784 MWh/Jahr (51 %) Endenergie



Mögliche Hindernisse für eine zentrale Wärmeversorgung

- Anteil der holzbasierten Heizsysteme bei über 10 %
- Sanierungsgebiet Stadtkern II Oberrotweil (teils abgeschlossene Baumaßnahmen)
- Notwendige Anschlussquote von mindestens 70 %
- Alter der Heizanlageninfrastruktur



Dezentrale Wärmeversorgung:

Grundsätzlich könnten auch alle Gebäude im zentralen Eignungsgebiet von Oberrotweil dezentral mit Wärmepumpen oder holzbasierten Systemen versorgt werden. Für die Ankerkunden sowie die älteren Gebäude im Ortskern bietet sich jedoch zusätzlich die Option eines zentralen Wärmenetzes an.

In den außerhalb der zentralen Eignungsgebiete liegenden Bereichen ist die Wärmedichte vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

Weitere Optionen:

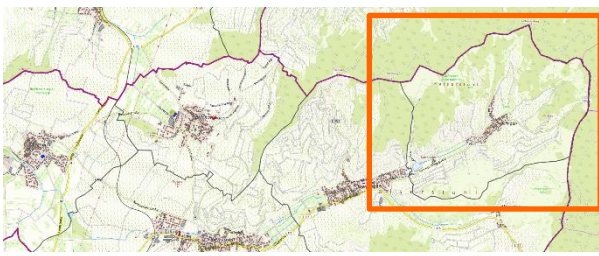
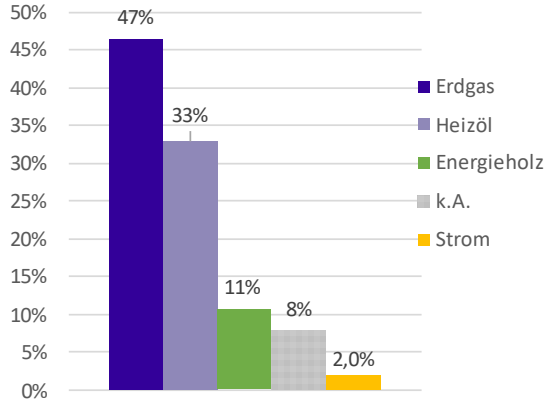
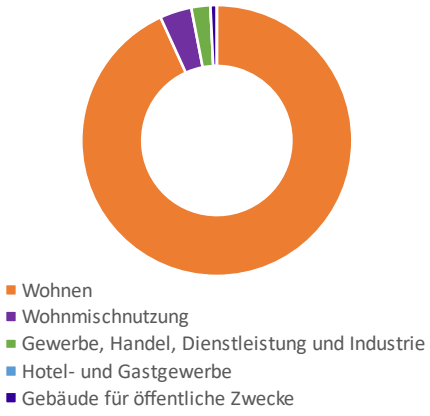
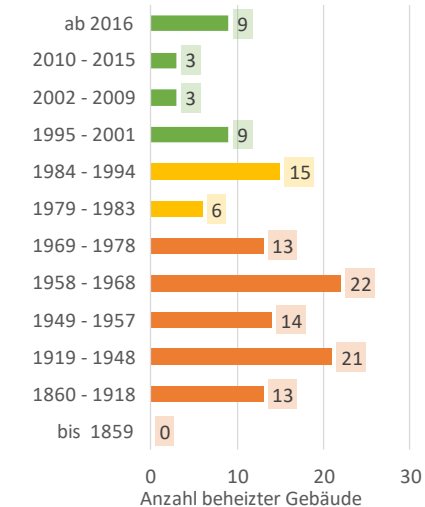
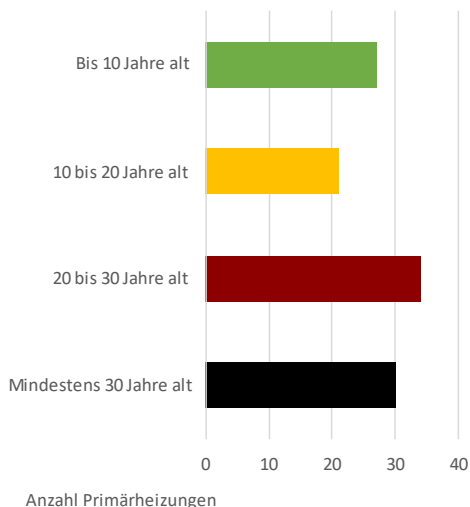
Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieanlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und einer schrittweisen Gebäudesanierung lassen

sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

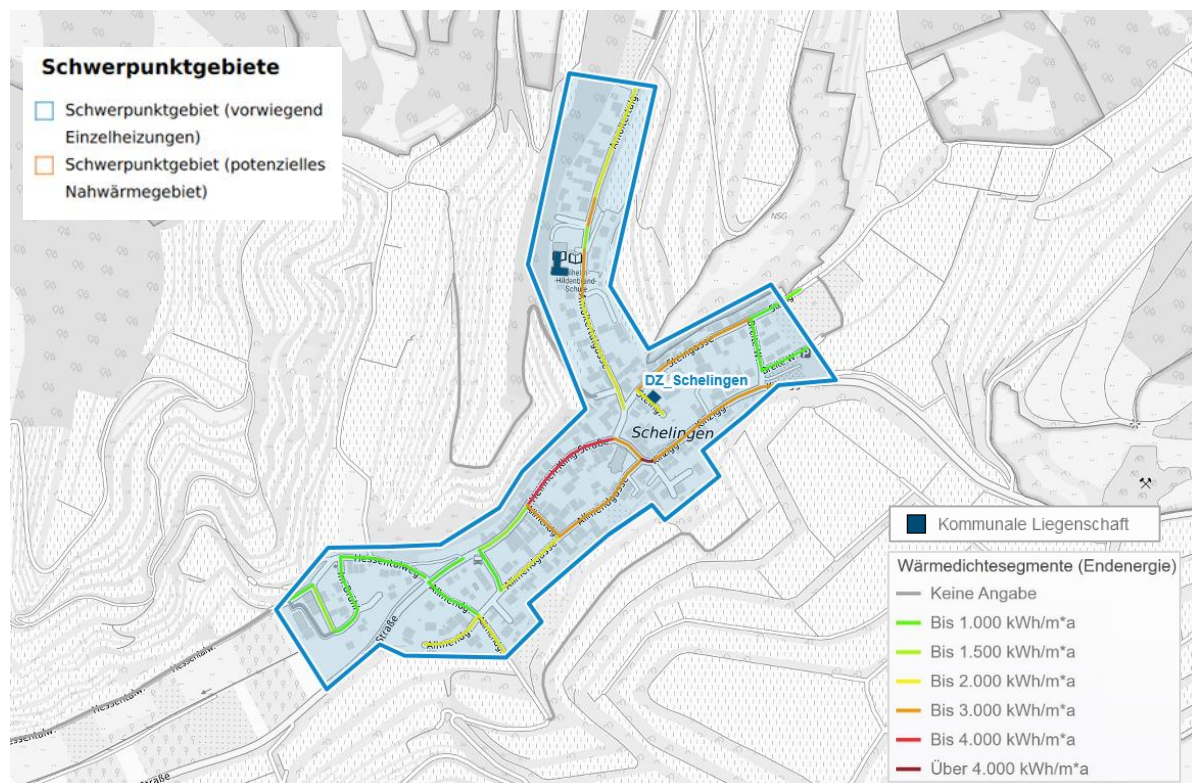
11.8 Steckbrief Ortsteil Schelingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	133																																					
Wärmeverbrauch 2021	3,7 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	46 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch wird zu rund 80 Prozent mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>47%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>33%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>11%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>8%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>2,0%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	47%	Heizöl	33%	Energieholz	11%	k.A.	8%	Strom	2,0%	Wohngebäude stellen den Großteil der Gebäude in Schelingen dar.  - Wohnen - Wohnmischnutzung - Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie - Hotel- und Gastgewerbe - Gebäude für öffentliche Zwecke																								
Energieträger	Anteil (%)																																					
Erdgas	47%																																					
Heizöl	33%																																					
Energieholz	11%																																					
k.A.	8%																																					
Strom	2,0%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 70 Prozent der beheizten Gebäude in Schelingen wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung erbaut.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>9</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>3</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>3</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>9</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>15</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>6</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>13</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>22</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>14</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>21</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>13</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	9	2010 - 2015	3	2002 - 2009	3	1995 - 2001	9	1984 - 1994	15	1979 - 1983	6	1969 - 1978	13	1958 - 1968	22	1949 - 1957	14	1919 - 1948	21	1860 - 1918	13	bis 1859	0	Etwa 57 Prozent aller Heizungsanlagen in Schelingen sind mindestens 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>28</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>22</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>35</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>30</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	28	10 bis 20 Jahre alt	22	20 bis 30 Jahre alt	35	Mindestens 30 Jahre alt	30
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	9																																					
2010 - 2015	3																																					
2002 - 2009	3																																					
1995 - 2001	9																																					
1984 - 1994	15																																					
1979 - 1983	6																																					
1969 - 1978	13																																					
1958 - 1968	22																																					
1949 - 1957	14																																					
1919 - 1948	21																																					
1860 - 1918	13																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	28																																					
10 bis 20 Jahre alt	22																																					
20 bis 30 Jahre alt	35																																					
Mindestens 30 Jahre alt	30																																					

Eignungsgebiete in Schelingen

Zentrale Wärmeversorgung:

Im Ortsteil Schelingen wurde aufgrund zu geringer Wärmedichte und fehlender Ankerkunden, bei der Wärmeversorgung kein zentrales Eignungsgebiet definiert.



Dezentrale Wärmeversorgung:

Insgesamt ist die Wärmedichte im Ortsteil Schelingen vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

Weitere Optionen:

Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des

Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und eine schrittweise Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

11.9 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Im Folgenden wird ein beispielhafter Gebäudesteckbrief für den Typ Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (EFH-E) dargestellt. Alle 13 erstellten Gebäudesteckbriefe werden der Stadt digital zur Verfügung gestellt.

Seite 1/4

Stand: 15.09.2025

Gebäudesteckbrief für die Einstiegsberatung



Einfamilienhaus der Baualtersklasse E in Anlehnung an die Gebäudetypologie des IWU*

Dieser Steckbrief beschreibt ein typisches unsaniertes Einfamilienhaus der Baualtersklasse E.

Es werden beispielhafte Sanierungsmaßnahmen dargestellt, welche für das Typgebäude möglich sind, wie hoch die Investitionskosten sind und wie viel Energie eingespart werden kann. Der Steckbrief zeigt hierzu Größenordnungen auf. Die für das Typgebäude genannten Werte können im konkreten Einzelfall abweichen. Der Energieberater geht mit Ihnen den Steckbrief gemeinsam durch und erläutert Ihnen gerne die einzelnen Angaben und Informationen.

Ist-Zustand

Allgemeine Daten

Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Baualter	1958 - 1968 (Klasse E)
Wohnfläche	110 m²
Anzahl Vollgeschosse	1 - 2
Anzahl Wohnungen	1
Keller	unbeheizt
Dachgeschoss	beheizt



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Bauteile Gebäudehülle

Bauteil	Beschreibung	Fläche
Außenwand	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen oder Hochlochziegeln	141 m²
Außenwand gg. Erdreich	nicht relevant	-
Fenster	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung	27 m²
Dach	Steildach, 5cm Zwischensparrendämmung	169 m²
oberste Geschossdecke	nicht relevant	-
Kellerdecke	Betondecke mit 1 cm Dämmung	116 m²
Fußboden gegen Erdreich	nicht relevant	-

Heizungs- und Anlagentechnik

Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten

Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	24.000 kWh/a	2.900 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.000 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

1) Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten); Erdgas: 12 ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 33 ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreiserhöhung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

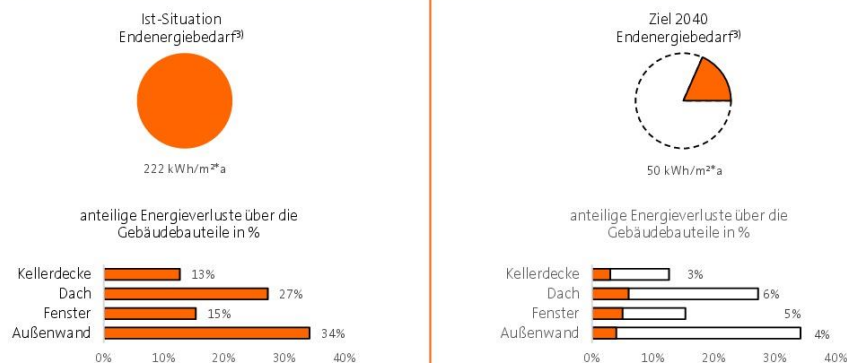
Seite 2/4

Stand: 15.09.2025

Sanierung der Gebäudehülle

Die Sanierung der Bauteile der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke etc.) wird in der Regel nur alle 30 Jahre (oder noch seltener) vorgenommen und ist mit erheblichen Investitionen verbunden. Wenn Sie sanieren, lohnt es sich langfristig zu denken, gut zu planen und eine möglichst hohe energetische Qualität anzustreben. Die Tabelle zeigt die Kosten und die Energieeinsparung für eine Sanierung der Gebäudehülle - je Bauteil und insgesamt. Alle Sanierungsmaßnahmen wurden so gewählt, dass ein hochwertiger energetischer Standard erreicht wird. Die Nutzung möglicher Förderprogramme und der damit verbundenen Zuschüsse wurden hierbei nicht berücksichtigt. Einen Überblick hierzu finden sie auf der Seite 4.

Sanierung			
Bauteil	Beschreibung	Kosten in € ²⁾ (Brutto)	Energieeinsparung ²⁾
Außenwand	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)	56.000 €	30%
Außenwand gg. Erdreich	keine Maßnahme		
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	31.000 €	10%
Dach	18 cm Zwischensparrendämmung und 12 cm Aufsparrendämmung (WLS 035)	76.000 €	22%
oberste Geschossdecke	keine Maßnahme		
Kellerdecke	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke	14.000 €	9%
Fußboden gegen Erdreich	keine Maßnahme		
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	177.000 €	72%
davon "energiebedingte Mehrkosten"	Anteil der Gesamtkosten, die durch die Dämmung bzw. energetische Maßnahmen verursacht werden (im Gegensatz zur Instandhaltung)	127.000 €	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	30.000 €	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	207.000 €	

Sanierungsvarianten

Je nach Art und Umfang der Sanierungsvarianten lassen sich bis zu 2.300 € der jährlichen Energiekosten einsparen.

²⁾ Die hier genannten Werte sind Abschätzungen gem. Baukostenindex für das Beispielgebäude. Kosten und Einsparungen für ein spezielles Gebäude können u.U. deutlich abweichen (je nach Konstruktion, Zustand und Nutzung des Gebäudes).

³⁾ Der Endenergiebedarf eines Gebäudes liefert einen Richtwert über den notwendigen Brennstoffeinsatz in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (abgekürzt: kWh/m²*a).



Stand: 15.09.2025

Sanierung der Heizung

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Systeme, die bei der Heizungssanierung prinzipiell zur Auswahl stehen. Es handelt sich um zentrale Systeme (Zentralheizungen), die sowohl die Raumheizung als auch die Warmwasserbereitung übernehmen. Alle Systeme sind darüber hinaus in der Lage das EWärmeG (Erläuterung siehe letzte Seite) zu erfüllen. Die hier genannten Zahlen gelten für das Beispielgebäude. Für den Einzelfall ist die Wirtschaftlichkeit jeweils individuell zu prüfen!

System	Beschreibung / Hinweise	Investitionskosten in € (Brutto) ⁴⁾
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung von Umweltwärme über die Umgebungsluft kann in gut gedämmten Gebäuden zum Einsatz kommen. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 15 ct/kWh	15.000 € - 22.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Gas-Spitzenlastkessel	Die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel wird bevorzugt in Altbauten mit hohen Vorlauftemperaturen im Heizungssystem und in größeren Gebäuden bivalent eingesetzt.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 19 - 23 ct/kWh	26.000 € - 37.000 €
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Umweltwärme mit Hilfe von Erdwärmesonden oder Erdkollektoren. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden. Die Effizienz kann höher sein als die einer vergleichbaren Luft-Wasser-Wärmepumpe.	
mit Erdsonden	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 16 ct/kWh	23.000 € - 33.000 €
mit Erdkollektoren	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 15 ct/kWh	18.000 € - 26.000 €
Holzpelletkessel + ggf. Solarthermie-Anlage	Eine Pelletheizung verbrennt nachwachsende Rohstoffe. Sind Solaranlage, Pelletkessel und Pufferspeicher aufeinander abgestimmt, erhält der Hausbesitzer eine hervorragende Energieeffizienz und den höchstmöglichen Wärmeertrag – und das sehr umweltschonend. Es besteht ein erhöhter Platzbedarf durch Pelletlager und -austragung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 17 ct/kWh	14.000 € - 20.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 18 ct/kWh	17.000 € - 24.000 €
Fernwärme	Bei einem Anschluss an ein bestehendes Fernwärmenetz, ist die Verfügbarkeit und die Kostenkalkulation abhängig von den lokalen Angeboten der Fernwärmeanbieter.	
Zusatzsysteme	(Systeme, die nur einen Teil der Wärmebereitstellung übernehmen können)	
Solarthermieanlage	Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung (ca. 10 m² Kollektorfläche) zur Erfüllung des EWärmeG – 15 % Erneuerbare.	12.000 € - 18.000 €
Photovoltaikanlage + ggf. Stromspeicher	Die Photovoltaikanlage (ca. 10 kWp) wandelt die Sonnenenergie in elektrische Energie um und dient der Eigenstromnutzung. Sinnvoll auch in Kombination mit einer Wärmepumpe.	15.000 € - 35.000 €
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	Mechanisches Lüftungssystem (Be- und Entlüftung) mit Wärmerückgewinnung.	10.000 € - 18.000 €

⁴⁾ Investitionskosten inklusive Nebenkosten (Planungskosten), mit Förderung

⁵⁾ bei unsanierter Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum gemäß VDI 2067 - 20 Jahre, ohne Kapitalzins, ohne Energiepreissteigerung, mit Förderung).

Stand: 15.09.2025

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

Ab 2024 muss jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden. In Neubaugebieten greift diese Regel direkt ab 1. Januar 2024. Für bestehende Gebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten gibt es längere Übergangsfristen: In Großstädten (mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner) werden klimafreundliche Energien beim Heizungswechsel spätestens nach dem 30. Juni 2026 Pflicht. In kleineren Städten ist der Stichtag der 30. Juni 2028. Gibt es in den Kommunen bereits vorab eine Entscheidung zur Gebietsausweisung für zum Beispiel ein Wärmenetz, die einen kommunalen Wärmeplan berücksichtigt, können frühere Fristen greifen.



Alle Infos und Details unter:
<https://www.energiwechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

Energie-effizienzklasse	Endenergiebedarf oder -verbrauch in kWh/m²a	Haustyp
A+	unter 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30 bis unter 50	Neubauten, Niedrigenergiehäuser, KfW 55
B	50 bis unter 75	normale Neubauten
C	75 bis unter 100	Mindestanforderung Neubau
D	100 bis unter 130	gut sanierte Altbauten
E	130 bis unter 160	sanierte Altbauten
F	160 bis unter 200	sanierte Altbauten
G	200 bis unter 250	teilweise sanierte Altbauten
H	über 250	unsanierte Gebäude

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

Neben der Energieeinsparung steigert eine energetische Sanierung in erheblichem Maße den Raumkomfort. Beeinträchtigungen, wie beispielsweise kalte Wandoberflächen oder Zugerscheinungen an Fenstern, werden beseitigt. Dies trägt zu einer höheren Behaglichkeit der Bewohner bei und steigert den Wohn- und Marktwert der Immobilie.

Professionelle Planung und Baubegleitung

Es wird dringend empfohlen, umfangreiche energetische Sanierungen professionell planen und umsetzen zu lassen. Die Aufgabe von Energieeffizienz-Expertinnen und Experten ist es, Gebäude – Wohngebäude, Nichtwohngebäude oder auch Baudenkmäler – energetisch zu bauen oder zu sanieren. Sie beraten vor Ort, planen die Maßnahmen und begleiten den Bau oder die Sanierung nach energiespezifischen Vorgaben – immer individuell und entsprechend der jeweiligen Anforderungen und des Budgets ihrer Kunden. Dabei können sie die größtmöglichen Energieeinsparpotenziale für private Bauherrinnen und Bauherren, Kommunen oder Unternehmen erzielen und Fördermittel des Bundes beantragen.



Alle Infos und Details unter:
www.energie-effizienz-experten.de

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



Alle Infos und Details unter:
www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



Alle Infos und Details unter:
www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/

