



Kommunale Wärmeplanung für den Konvoi Stockach

Abschlussbericht

Ergänzte Fassung, Oktober 2025

Erstellt durch:



MVV Regioplan GmbH

Besselstraße 14b

68219 Mannheim

Tel. 0621 / 87675-0, Fax 0621 / 87675-99

E-mail info@mvv-regioplan.de

Internet www.mvv-regioplan.de

Projektleitung:	Dipl.-Geogr. Ralf Münch M.Sc. Umweltingenieurwesen Ioannis Karakounos
Projektbearbeitung:	Dipl.-Geogr. Ralf Münch M.Sc. Umweltingenieurwesen Ioannis Karakounos M.Sc. Geographie Patrick Burst M.Sc. Umweltingenieurwesen Vera Sehn

In Zusammenarbeit mit:

Lars Heinzl, Stefanie Bregenzer

Stadt Stockach

Stadtbauamt

Adenauerstraße 4

78333 Stockach

Finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.

Zuwendungs-Nr.: BWKWP 22511



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA
UND ENERGIEWIRTSCHAFT



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung und Aufgabenstellung	1
1.1	Rechtlicher Rahmen	2
1.2	Planungsrechtliche Vorgaben	4
1.3	Sonstige klimapolitische Rahmenbedingungen und Förderkulisse	4
1.4	Ablauf der kommunalen Wärmeplanung	5
1.5	Akteursbeteiligung	6
1.6	Datenschutz	7
1.7	Das Untersuchungsgebiet	8
2	Bestandsanalyse	9
2.1	Städtebauliche Struktur und Entwicklung	9
2.2	Datengrundlagen und Methodik	15
	2.2.1 Ausgangsbasis	15
	2.2.2 Verarbeitung der Daten	16
2.3	Beheizungsstruktur	18
2.4	Wärmeerzeugung und Versorgungsstruktur	20
2.5	Energie- und Treibhausgasbilanz 2021	23
2.6	Wärmeverbrauchsichte	28
3	Potenzialanalyse	31
3.1	Steigerung der Energieeffizienz und Verbrauchsprognosen	31
3.2	Erneuerbare Erzeugungspotenziale	35
	3.2.1 Biomasse	36
	3.2.2 Oberflächennahe Geothermie	37
	3.2.3 Tiefengeothermie	42
	3.2.4 Solarthermie	43
	3.2.5 Photovoltaik zur Stromerzeugung	45
	3.2.6 Umweltwärme aus Außenluft und Oberflächengewässer (mittels Wärmepumpe)	48
	3.2.7 Abwärme	49
	3.2.8 Wind zur Stromerzeugung	50
	3.2.9 Seewärme	51
	3.2.10 Transformation der Wärmenetze	52
	3.2.11 Transformation der Gasnetze und Einsatz von Wasserstoff	54
	3.2.12 Zusammenfassung der Potenziale	56
4	Wärmewendestrategie	58

4.1	Ausweisung der Eignungsgebiete für die künftige Wärmeversorgung	58
4.1.1	<i>Abgrenzung der Eignungsgebiete</i>	58
4.1.2	<i>Steckbriefe</i>	61
4.2	Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040	63
4.2.1	<i>Wärmeversorgungsszenarien</i>	64
4.2.2	<i>Treibhausgas-Bilanz</i>	66
4.3	Maßnahmenkatalog	69
5	Fortschreibung, Fazit und Ausblick	72
5.1	Fortschreibung	72
5.2	Zusammenfassung und Ausblick	73
6	Quellenverzeichnis	75

Anhang:

Anhang 1: Emissionsfaktoren CO₂

Anhang 2: Dokumentation Vorgehen oberflächennahe Geothermie

Anhang 3: Gemeindesteckbriefe

Anhang 4: Gebietssteckbriefe Eignungsgebiete

Anhang 5: Handlungskonzept Übersicht Priorisierung

Anhang 6: Handlungskonzept Maßnahmensteckbriefe

Anhang 7: Handlungskonzept Maßnahmenbeschreibungen

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht über die Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung	6
Abbildung 2: Lage der Gemeinden des Konvois (blau markiert)	8
Abbildung 3: Verteilung der Nutzungsarten im Konvoi (N = 12.334)	13
Abbildung 4: Verteilung Baualtersklassen im Konvoi (N = 12.334)	14
Abbildung 5: Vorherrschende Baualtersklassen der Gebäude im Konvoi	15
Abbildung 6: Brennstoff nach Baualtersklassen in Heizkesseln (Gesamtkonvoi) (N = 6.876)	19
Abbildung 7: Anteil der Hauptbrennstoffarten aller Feuerstätten (N = 14.599)	20
Abbildung 8: Endenergieverbrauch je Energieträger 2021	20
Abbildung 9: Wärmeversorgungssituation im Konvoi (Gas-/Wärmenetzgebiete, Stand 2024)	21
Abbildung 10: Wärmenetzgebiete im Konvoi Stockach, eigene Darstellung	22
Abbildung 11: Endenergieverbrauch im Konvoi nach Kommunen und Energieträgern (2021)	23
Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren und Energieträgern (2021)	24
Abbildung 13: Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen und Energieträgern (2021)	25
Abbildung 14: Treibhausgasbilanz des Konvois nach Energieträgern (2021)	26
Abbildung 15: THG-Emissionen nach Kommunen und Energieträgern (2021)	27
Abbildung 16: THG-Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern (2021)	28
Abbildung 17: Gesamtwärmeverbrauch nach Kategorien zur Wärmeverbrauchsdichte der KEA-BW am Beispiel Stadt Stockach	29
Abbildung 18: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklassen: Ist-Stand (teilsaniert) und energetische Sanierung bis 2040	32
Abbildung 19: Mögliche Effizienzmaßnahmen und potenzielle Einsparungen im Gebäudebestand	34
Abbildung 20: Grundwassertemperaturen in Baden-Württemberg	38
Abbildung 21: Schematische Darstellung Erdwärmesonde und Erdwärmekollektor	39
Abbildung 22: Erdreichtemperaturen nach Tiefe unter der Geländeoberkante	39
Abbildung 23: Potenzial oberflächennaher Geothermie am Beispiel Stadt Stockach	41
Abbildung 24: Beispiel potenzieller Flächen für Freiflächen-PV bzw. Freiflächen-Solarthermie südlich von Orsingen nach LUBW (Stand: 2021)	48
Abbildung 25: Funktionsweise der Energiezentrale und Wärmenetz für Seewärme in Meersburg	52
Abbildung 26: Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien im Konvoi	56
Abbildung 27: Zukünftige mögliche Wärmeversorgung in den Eignungsgebieten (2040)	60
Abbildung 28: Beispiel Gebietsteckbrief Wärmenetz Orsingen	63

Abbildung 29: Endenergiebilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040	65
Abbildung 30: Nutzenergiebilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040	66
Abbildung 31: Treibhausgasbilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040	67
Abbildung 32: THG-Emissionen in 2040 - unterteilt nach Kommunen	68
Abbildung 33: THG-Emissionen in 2040 - unterteilt nach Sektoren	69

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten Termine des Beteiligungsprozesses	7
Tabelle 2: Städtebauliche Kennwerte der Gemeinden im Konvoi Stockach	12
Tabelle 3: Wärmewirkungsgrade im Jahresdurchschnitt nach Energieträger bzw. Heizungsart	17
Tabelle 4: Wärmenetze nach Kommune und Brennstoffeinsatz im Konvoi Stockach	22
Tabelle 5: Ermittelte und abgestimmte Potenziale für Waldrestholznutzung im Konvoi	36
Tabelle 6: Abgestimmte Potenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie im Konvoi	42
Tabelle 7: Abgestimmte Potenziale zur Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen im Konvoi	44
Tabelle 8: Bestehende installierte PV-Leistung im Konvoi	45
Tabelle 9: Maximales, technisches Photovoltaik-Dachflächenpotenzial im Konvoi	46
Tabelle 10: Abgestimmte Potenziale zur Nutzung von Dachflächen-PV im Konvoi	46
Tabelle 11: Abgestimmte Potenziale für Freiflächen-Photovoltaik im Konvoi	47
Tabelle 12: Abgestimmte Potenziale für die Nutzung von Windkraft im Konvoi	51
Tabelle 13: Auflistung der Eignungsgebiete im Konvoi Stockach	59

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
EFH	Einfamilienhaus
EW	Einwohner
EWärmeG	Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GIS	Geoinformationssystem
Kap.	Kapitel
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Förderbank des Bundes)
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale(r) Wärmeplan(ung)
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
Stat. LA	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
LGL	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MLW BW	Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgasemissionen
UG	Untersuchungsgebiet
VVG	Vereinbarte Verwaltungsgemeinschaft (VVG)
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze
ZFH	Zweifamilienhaus

1 Einführung und Aufgabenstellung

Der Klimawandel und die damit zusammenhängenden Folgen gehören zu den größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Um den Anstieg der Erderwärmung zu stoppen, muss der Ausstoß von Treibhausgasen drastisch reduziert werden, vor allem in den Bereichen Energie, Verkehr, Industrie und der Landwirtschaft. Insbesondere bei der Energieerzeugung und dem Energieverbrauch (Wärme und Strom) gibt es sehr großen Handlungsbedarf, denn etwa die Hälfte des Energieverbrauchs in Deutschland entfällt auf den Wärmesektor (Agentur für erneuerbare Energien, 2022). Daher hat die Umsetzung der **Wärmewende** eine große Bedeutung für den Klimaschutz, das Erreichen der Klimaziele und der Treibhausgasneutralität. Die Wärmewende beschreibt den ziel- und umsetzungsorientierten Transformationsprozess zu einer klimaneutralen Versorgung mit Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme, der zunächst eine drastische Reduzierung des Wärmebedarfs der Gebäude erfordert. Doch auch künftig werden noch erhebliche Mengen Energie für Wärme eingesetzt, die nach und nach möglichst vollständig aus verschiedenen Quellen erneuerbarer Energien und Abwärme gedeckt werden sollen. So wird der Gebäudebestand langfristig klimaneutral. Städte und Gemeinden können und müssen hier ihren wichtigen Beitrag leisten, auch weil Wärme nur eingeschränkt transportfähig ist und erneuerbare Energiepotenziale lokal gehoben werden müssen.

Stockach, Bodman-Ludwigshafen, Eigeltingen, Hohenfels, Mühlingen, Orsingen-Nenzingen und Steißlingen stellen sich den Herausforderungen der Klimakrise bereits, übernehmen Verantwortung für das eigene Handeln und werden die Belange und Ziele der Wärmewende und des Klimaschutzes künftig bei wichtigen Entscheidungen noch stärker berücksichtigen. Zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans haben sich die Kommunen, d. h. die Stadt Stockach und die Gemeinden der vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft (VVG) sowie die Gemeinde Steißlingen zu einem Konvoi zusammengeschlossen.

Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) im Oktober 2020 wurden Stadtkreise und Große Kreisstädte verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan (KWP) zu erstellen. Übergeordnetes Ziel der **kommunalen Wärmeplanung** in Baden-Württemberg ist es, ein umsetzungsorientiertes Strategie- und Handlungskonzept mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2040 zu entwickeln. Die Wärmepläne sollen dabei regelmäßig aktualisiert und fortgeschrieben werden. Ein Wärmeplan zeigt räumlich für jede Gemeinde, wo welcher Energieträger in welcher Menge im Gemeindegebiet verbraucht wird, zeigt Sanierungspotenziale im Gebäudebereich zur Senkung des Wärmeverbrauchs sowie Potenziale zur Erschließung erneuerbarer Energien und Abwärme auf. Des Weiteren werden Maßnahmenvorschläge für unterschiedliche Themenbereiche erarbeitet und Eignungsgebiete benannt, in denen zentrale bzw. dezentrale Wärmeversorgungslösungen vorgesehen sind. Damit stellt er auch für

Gebäudeeigentümer:innen und Energieversorger eine wichtige Orientierung zur Planungs- und Investitionssicherheit bei der Realisierung eigener (klimaneutraler) Versorgungssysteme dar.

Mit 39.846 Einwohnern (Stand: 31.12.2023)¹ insgesamt und der größten Einzelkommune mit 17.402 Einwohnern (Stockach) war der Konvoi nach KlimaG BW (noch) nicht zur Aufstellung eines KWP verpflichtet, hat sich jedoch 2022 dazu entschieden, die Wärmeplanung freiwillig durchzuführen, um die Wärmewende im Konvoigebiet frühzeitig voranzubringen. Zur Bearbeitung und Erstellung des kommunalen Wärmeplans für den Konvoi Stockach wurde die MVV Regioplan GmbH aus Mannheim beauftragt.

1.1 Rechtlicher Rahmen

Stadtkreise und Große Kreisstädte in Baden-Württemberg waren gemäß Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW)² verpflichtet, bis zum 31. Dezember 2023 einen kommunalen Wärmeplan im Sinne von § 27 KlimaG BW aufzustellen. Dieser ist spätestens alle sieben Jahre nach der jeweiligen Erstellung unter Berücksichtigung der weiteren Entwicklungen fortzuschreiben. Es sind mindestens fünf Maßnahmen zu benennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden soll.

Die Regelungen enthalten darüber hinaus Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten und zur Öffentlichkeitsbeteiligung, wonach eine Pflicht zur frühzeitigen und fortlaufenden Beteiligung der Öffentlichkeit und von Interessengruppen sowie Vertretern der Wirtschaft bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans besteht. Ergebnisse der Wärmeplanung sind dabei vor seinem Beschluss öffentlich auszulegen.

Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG)

Die Bundesregierung hat im August 2023 das **Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze** beschlossen, mit dem die Grundlagen für die Einführung einer flächendeckenden Wärmeplanung in ganz Deutschland geschaffen wurden. Die Wärmeversorgung soll damit auf Treibhausgasneutralität umgestellt werden, um die Erreichung der **Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2045** im Wärmesektor zu unterstützen. Das Gesetz verpflichtet die Bundesländer dazu, sicherzustellen, dass in ihrem jeweiligen Gebiet bis zum 30.06.2026 alle Großstädte mit über 100.000 Einwohnern bzw. bis zum 30.06.2028 alle Gemeinden mit weniger als 100.000 Einwohnern Wärmepläne erstellen. Bereits bis 30.06.2026 bzw. 30.06.2028 nach Landesrecht aufgestellte kommunale Wärmepläne werden durch das

¹ Statistisches Landesamt, www.statistik-bw.de.

² Mit dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023 wurde das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG) aus dem Jahr 2013, das in den Jahren 2020 und 2021 novelliert wurde, fortentwickelt.

Bundesgesetz anerkannt, müssen aber im Rahmen der Fortschreibung – im Zyklus von fünf Jahren – die bundesrechtlichen Regelungen erfüllen.

Das Bundesgesetz legt darüber hinaus das Ziel fest, bis zum Jahr 2030 die Hälfte der leitungsgebundenen Wärme klimaneutral zu erzeugen. Dazu sollen Wärmenetze bis 2030 zu einem Anteil von 30 % und bis 2040 zu 80 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme gespeist werden. Bereits alle ab Januar 2024 neu realisierten Wärmnetze müssen verpflichtend mindestens zu 65 % mit erneuerbaren Energien oder Abwärme gespeist werden. Schließlich enthält das Wärmeplanungsgesetz für die Betreiber eines Wärmenetzes eine Verpflichtung zur Erstellung von Wärmenetzausbau- und Dekarbonisierungsfahrplänen.

Baden-Württemberg verfolgt mit der klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ein ambitionierteres Ziel. Aus diesem Grund werden die Anteile der fossilen Energieträger in der kommunalen Wärmeplanung für Konvoi Stockach bereits bis zum Jahr 2040 auf null gesenkt. Der verbleibende Bedarf an Wärme muss demnach durch erneuerbare Energien und Abwärme gedeckt werden.

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Mit dem seit November 2020 geltenden Gebäudeenergiegesetz (GEG)³ soll die Wärmewende in den Gebäuden unterstützt und erreicht werden. Das Gesetz bezieht sich auf alle Gebäude, die beheizt oder klimatisiert werden und enthält im Wesentlichen Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden und an den Einsatz erneuerbarer Energien, indem es Vorgaben zur Heizungs- und Klimatechnik, zu Wärmedämmstandards oder den sommerlichen Hitzeschutz usw. macht.

Zum 01.01.2024 wurde eine Novellierung des GEG beschlossen, wonach ab 2024 laufende Heizungen überprüft und gegebenenfalls optimal eingestellt werden sollen. Künftig soll möglichst jede neu eingebaute Heizung zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Dies gilt im Neubau in Neubaugebieten bereits ab 01.01.2024, außerhalb von Neubaugebieten ist dies ab Mitte 2028 verpflichtend. Für bestehende, funktionierende Heizungen ändert sich dadurch zunächst nichts. Für neue Heizungen in Bestandsgebäuden gilt eine Übergangsfrist von drei Jahren. Ist absehbar, dass das Haus an ein Wärmenetz angeschlossen werden kann, gilt eine Frist von 10 Jahren. Heizungen mit fossilen Brennstoffen müssen nach GEG spätestens **2045** abgeschaltet werden. In Baden-Württemberg soll bereits bis **2040** der Restwärmebedarf möglichst vollständig mit erneuerbaren Energien und Abwärme abgedeckt werden.

³ Mit dem Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) wurde die Energieeinsparverordnung (EnEV), das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) abgelöst und deren Inhalte zu einer Vorschrift verbunden.

Zusammenhang von WPG und GEG

Der kommunale Wärmeplan, der vom Gemeinderat zu beschließen ist, stellt ein informelles Planungsinstrument dar, das **keine rechtliche Bindungswirkung** entfaltet. Die planungsverantwortliche Stelle (Kommune) kann jedoch auf Grundlage des Wärmeplans gemäß § 26 WPG i. V. m. § 71 Abs. 8 S. 3 GEG durch eine Entscheidung Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugbiet ausweisen, wodurch ein Monat nach Bekanntgabe der Entscheidung in diesen Gebieten die Anforderungen an Heizungsanlagen gemäß § 71 GEG gelten. Dies sieht im Wesentlichen vor, dass mindestens 65 % der mit der Heizungsanlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt wird.

1.2 Planungsrechtliche Vorgaben

Auf die aktuellen klima- und energiepolitischen Entwicklungen hat die Gesetzgebung insbesondere durch die **Novellierungen des Baugesetzbuchs** (BauGB) 2011 und 2013⁴ reagiert, in dem u. a. Regelungen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel für die Bauleitplanung, die planungsrechtliche Zulässigkeit von Vorhaben oder bei städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen erweitert wurden. Insbesondere zu berücksichtigende Belange bei der Abwägung (vgl. § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB) und neue Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten, z. B. für erneuerbare Energien, sollen zur Umsetzung der Energie- und Wärmewende beitragen. Seit der BauGB-Novelle 2013 sind auch die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung bei der städtebaulichen Sanierung zu erfassen und zu gewichten, soweit dies nach den örtlichen Gegebenheiten und Verhältnissen angezeigt ist (§ 136 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 BauGB).

Zu den bei der städtebaulichen Planung zu berücksichtigenden Zielen und Gestaltungsmöglichkeiten gehören z. B. die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und Vermeidung von Verkehrsströmen, Förderung einer klimaschonenden Stadt- und Siedlungsstruktur („kompakte Stadt“, günstige ÖPNV-Anbindung, Förderung des Radverkehrs), der Ausschluss fossiler Brennstoffe oder die Berücksichtigung gebäude- und energiebezogener Aspekte (z. B. Ausrichtung der Gebäude).

1.3 Sonstige klimapolitische Rahmenbedingungen und Förderkulisse

Die aktuell wesentlichen Rahmenbedingungen für die Wärmeversorgung ergeben sich zum einen aus der Entwicklung der Energie- und Rohstoffpreise, der Kosten für Investitionen in Wärmeverorgungstechnologien und der Verfügbarkeit von personellen, materiellen oder finanziellen

⁴ Änderung durch Art. 1 Gesetz vom 11.6.2013 BGBl I S. 1548 (Nr. 29).

Ressourcen. Zum anderen wird die Entwicklung auch durch energie- und wärmerelevante Gesetze und Verordnungen oder die Förderkulisse von Bund und Ländern gesteuert:

- Entwicklung der Fördersätze in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) für Einzelmaßnahmen, Wohn- und Nichtwohngebäude beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)⁵ oder der Bonus für die Modernisierung der energetisch schlechtesten Gebäude („Worst Performing Buildings“ (WPB)-Bonus) der KfW (Programm Nr. 261 und 263) etc.,
- gesetzliche Verschärfung der Anforderungen bei Neubauten (z. B. Erneuerbare-Wärme-Gesetz BW), Pflicht zur Installation von Photovoltaikanlagen auf Dach- und Parkplatzflächen (PVPf-VO BW⁶) etc.,
- Förderung zur Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze, u. a. Machbarkeitsstudien und Transformationspläne, sowie Optimierung, Konzeption, Planung und Umsetzung neuer Wärmenetze mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien (inkl. kalter Nahwärme) durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW, Modul 1-4) bei der BAFA,
- Städtebauförderung des Bundes und des Landes; Programm für die städtebauliche Erneuerung und Entwicklung durch das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen, Förderungsschwerpunkte sind u. a. Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel.

1.4 Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

Die **Transformation der Wärmeversorgung** zur Klimaneutralität und die kommunale Wärmeplanung als strategischer Steuerungsprozess sind von herausragender Bedeutung für den Klimaschutz. Jede Kommune entwickelt in ihrem kommunalen Wärmeplan einen individuellen Weg, der die spezifische städtebauliche und versorgungstechnische Ausgangssituation sowie vorhandene Potenziale, Strukturen, Prozesse und Zuständigkeiten vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Er dient somit als strategische Grundlage und Fahrplan, um konkrete Entwicklungsziele und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen und die handelnden Akteure in den nächsten Jahrzehnten bei der Transformation der Wärmeversorgung zu unterstützen.

Die kommunale Wärmeplanung gliedert sich in vier wesentliche Arbeitsschritte: Zunächst wird eine **Bestandsaufnahme** durchgeführt, um die bestehenden Wärmeversorgungssysteme und -strukturen, aktuelle Wärmeverbräuche, die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen sowie vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen räumlich aufgelöst im

⁵ Links zu den Förderprogrammen siehe Linkverzeichnis.

⁶ Verordnung des Umweltministeriums zu den Pflichten zur Installation von Photovoltaikanlagen auf Dach- und Parkplatzflächen (Photovoltaik-Pflicht-Verordnung- PVPf-VO) vom 11.10.2021, zuletzt geändert durch Verordnung vom 21.10.2022 (GBl. S. 610).

Geoinformationssystem zu **analysieren**. Darauf folgt die **Potenzialanalyse**. Einerseits werden Sanierungspotenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme und andererseits Potenziale für lokal verfügbare erneuerbare Energien sowie Abwärme in der Kommune abgeschätzt und bilanziert. Auf Basis der Ergebnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgt die **Entwicklung des klimaneutralen Szenarios**, das als Zielszenario für das Jahr 2040 mit einem Zwischenschritt für das Jahr 2030 dient. Dazu gehört auch eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2030 bzw. 2040. Dies gelingt im vierten Schritt durch die Ermittlung von Eignungsgebieten für eine zentrale Versorgung über Wärmenetze bzw. für eine dezentrale Einzelversorgung von Gebäuden. Für die Planung der zukünftigen Energieversorgung sind neben den Klimaschutzzielen insbesondere die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Gewährleistung der Versorgungssicherheit zu berücksichtigen. Neben den Eignungsgebieten beinhaltet die **Handlungsstrategie** – als Roadmap für die Umsetzung der Wärmewende – einen umfassend beschriebenen Maßnahmenkatalog mit Umsetzungsprioritäten für die nächsten Jahre, wobei fünf der Maßnahmen innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden sollen.⁷ Dabei ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Energieversorgern, Netzbetreibern, Bürgerschaft und weiteren relevanten Akteur:innen erforderlich.



*Abbildung 1: Übersicht über die Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung
(Quelle: Eigene Darstellung)*

1.5 Akteursbeteiligung

Der Wärmeplanungsprozess im Konvoi Stockach wurde mit den **betroffenen Akteur:innen** in einem Beteiligungsprozess auf unterschiedlichen Ebenen begleitet. Zur Abstimmung der

⁷ vgl. § 27 KlimaG BW.

wesentlichen Schritte und Beteiligungsformate wurden mit dem Stadtbauamt Stockach als federführende Stelle des Konvois regelmäßige Jour Fixes (JF) durchgeführt. Im Rahmen der im monatlichen Turnus stattfindenden Bürgermeisterrunde der Verwaltungsgemeinschaft Stockach (sechs Gemeinden plus zusätzlich die Gemeinde Steißlingen) wurden neben dem offiziellen „Kick-off“ mehrmals fachliche (Zwischen-)Ergebnisse präsentiert und über den Fortschritt der KWP diskutiert. Darüber hinaus erfolgten Abstimmungstermine (online und telefonisch) mit den Verwaltungen der Konvoigemeinden, den Stadtwerken Stockach oder einzelnen Netzbetreiber als wesentliche Akteure der lokalen Wärmewende. Die Bürgerschaft wurde zunächst im Rahmen einer gemeinsamen öffentlichen Informationsveranstaltung, die im Hybridformat im Bürgerhaus Adler Post in Stockach durchgeführt wurde, über die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse und der vorgesehenen Einteilung der Eignungsgebiete informiert. Nach Erarbeitung und Abstimmung der Zielszenarien und des Maßnahmenkatalogs folgte die öffentliche Auslegung der Ergebnisse über die beteiligten Kommunen. Die wichtigsten Termine sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten Termine des Beteiligungsprozesses

Datum	Gremium	Inhalte
18.11.2022	Bürgermeisterrunde	Kick Off
30.11.2022	Verwaltungen	Abstimmung Bestandserhebung
18.07.2023	Stadt Stockach (JF)	Zwischenergebnisse
15.09.2023	Bürgermeisterrunde	Zwischenergebnisse
25.03.2024	Bürgermeisterrunde	Präsentation Analyseergebnisse und Vorschlag Einteilung Eignungsgebiete
April-Mai 2024	Verwaltungen	Abstimmung Potenziale und Eignungsgebiete mit den Kommunen
01.07.2024	Bürgerschaft	Öffentliche Infoveranstaltung
August-September 2024	Verwaltungen	Abstimmung Zielszenarien und Maßnahmen (Handlungskatalog)
14.10.-31.10.2024	Bürgerschaft	Offenlage der Ergebnisse
Dezember 2024	Gemeinderäte Konvoi	Vorstellung Ergebnisse und Beschluss kommunaler Wärmeplan

1.6 Datenschutz

Gemäß den Vorschriften zum Datenschutz in § 27 Abs. 5 KlimaG BW werden in allen Darstellungen gebäudebezogene Angaben in Rastern aggregiert. Die Einteilung erfolgt dabei in 75 m x 75 m große Kacheln. Es gibt wenige Kacheln, bei denen die Gesamtzahl der darin befindlichen privaten Wärmeenergie-Abnahmepunkte weniger als fünf beträgt, womit die für den Datenschutz erforderliche Mindestanzahl von fünf unterschritten ist. Diese Kacheln werden aus

Datenschutzgründen nicht in diesem Bericht dargestellt, wurden aber im Erstellungsprozess der Wärmeplanung, unter anderem für die Einteilung der Eignungsgebiete, mitberücksichtigt.

1.7 Das Untersuchungsgebiet

Die Gemeinden des Konvois Stockach mit insgesamt rund 40.000 Einwohnern (Stand: 31.12.2023)⁸ und einer Gesamtfläche von 26.699 ha liegen im Landkreis Konstanz im Süden Baden-Württembergs, nordwestlich des Überlinger Sees, der nordwestliche Teil des Obersees (Bodensee). Das Schul- und Verwaltungszentrum Stockach ist Sitz der Verwaltungsgemeinschaft mit den Gemeinden Bodman-Ludwigshafen, Eigeltingen, Hohenfels, Mühlingen und Orsingen-Nenzingen.

Von Westen nach Osten durchquert die BAB 98, die von Weil am Rhein bis südöstlich nach Stockach verläuft, das Konvoigebiet und weiter nach Osten in die B 31n übergeht. Weitere überregionale Anschlüsse bestehen über die B 14, B 31 und B 313, die sich im Stockacher Siedlungsgebiet kreuzen. Naturräumlich gehört das Gebiet überwiegend zum Vulkangebiet Hegau (Großlandschaft: Voralpines Hügel- und Moorland).



Abbildung 2: Lage der Gemeinden des Konvois (blau markiert)
(Quelle: Wikipedia, bearbeitet)

⁸ Statistisches Landesamt, www.statistik-bw.de.

2 Bestandsanalyse

Für das Aufstellen eines Wärmeplans und die Ermittlung der Zielszenarien 2030 und 2040 ist die Erhebung und Beurteilung der Ausgangs- bzw. Ist-Situation unerlässlich. Die kommunale Wärmeplanung zeigt räumlich auf, wo in welchen Gemeinden welcher Energieträger und in welchem Umfang verbraucht wird. Neben leitungsgebundenen Energieträgern und Infrastrukturen, insbesondere Gas- und Wärmenetze sowie Stromnetze (Sektorenkopplung, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Power-to-heat), sind die Verwendung und der Verbrauch dezentraler Energieträger wie bspw. Heizöl, Biomasse oder Flüssiggas relevant. Die für den Konvoi Stockach erfassten Werte beziehen sich dabei primär auf das Basisjahr 2021 (vgl. Kap. 2.2.1). Weiter spielen städtebauliche Aspekte (Bebauungsdichte, Siedlungsstrukturen, Baualtersklassen etc.), Nutzungsstrukturen (Wohnen, Gewerbe etc.) sowie laufende oder künftige städtebauliche Entwicklungen und Projekte der Kommunen (z. B. geplante Neubaugebiete, Sanierungsverfahren, Realisierung Solarparks) eine wichtige Rolle.

2.1 Städtebauliche Struktur und Entwicklung

Die Siedlungsgebiete im Konvoi sind mit Ausnahme der Kernstadt Stockach und Teile der Ortszentren von Ludwigshafen und Steißlingen überwiegend ländlich bzw. dörflich geprägt. Die jeweiligen Hauptorte weisen in der Regel einen historischen Ortskern in lockerer Bauweise und geringer bis mittlerer Bebauungsdichte auf; daran schließen sich ringförmig Siedlungserweiterungen ab der Nachkriegszeit bis in die heutige Zeit an. Im Ortszentrum bestehen zumeist neben der Wohnnutzung auch vereinzelt Gewerbe, Einzelhandel, öffentliche Einrichtungen und Gastronomie. Die kleineren, geographisch verstreuten Ortsteile bzw. Weiler sind meist landwirtschaftlich geprägte Haufen- oder Straßendörfer mit lockerer, offener Bebauung mit EFH-/ZFH- Wohngebäuden und vereinzelt kommunalen Einrichtungen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben oder Hofanlagen.

Die folgenden Kurzbeschreibungen beziehen sich i. d. R. auf die jeweiligen Hauptorte der Kommunen im Konvoi. Weitere Angaben und Teilgebiete, die für die Wärmeplanung relevant sind, sind in den Gemeinde- bzw. Gebietssteckbriefen näher beschrieben. Die wesentlichen städtebaulichen Kennwerte der Kommunen im Vergleich sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

- Bodman-Ludwigshafen

Die Gemeinde liegt direkt am Bodensee (westlicher Abschnitt des Überlinger Sees) und teilt sich in die Gemeinden Bodman (Südseite) und den Hauptort Ludwigshafen an der Nordseite des Seearms auf. Das Siedlungsgebiet in **Bodman** verläuft parallel zum Seeufer mit überwiegend Wohnnutzung und Einzelhäusern in offener, aufgelockerter Struktur, im Ortskern dichter bebaut. Das

Ortszentrum mit Gastronomie, Dienstleistungen und Einzelhandel befindet sich im mittleren Abschnitt der Kaiserpfalzstraße. Der älteste Gebäudebestand liegt im östlichen Teil in der Umgebung des Gutes Bodman mit Schloss aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Wohngebietserweiterungen ab der Nachkriegszeit erfolgten vor allem nach Westen und Nordwesten; am nordwestlichen Rand schließt sich das Gewerbegebiet Ried an.

Das Siedlungsgebiet in **Ludwigshafen** erstreckt sich ausgehend vom Seeufer nach Norden und ist insbesondere im Ortszentrum, das sich im Wesentlichen von der Hafenstraße im Süden nach Norden entlang der Sernatingenstraße und Hauptstraße bis zur katholischen Kirche (St. Otmar) erstreckt, deutlich dichter bebaut. Hier befinden sich neben Gastronomie, Dienstleistungen und Einzelhandel, Gemeinwesen und kommunale Einrichtungen auch ein höherer Anteil an Reihen- und Mehrfamilienwohnhäusern in teils geschlossener Bauweise. Die Siedlungserweiterungen ab der Nachkriegszeit erfolgten vor allem nach Norden, Westen und Osten mit teils Reihen-, Doppel- und Mehrfamilienhausbebauung und teils offener Einfamilienhausgebieten. Gewerbegebiete befinden sich im Nordwesten an der Stockacher Straße und (mit Stockach) im Blumhof an der Autobahnauffahrt Stockach-Ost. Der älteste Gebäudebestand befindet sich im Hafengebiet (ab 1. Hälfte 19. Jahrhundert) vereinzelt im Ortskern um und nordöstlich der Hauptstraße. Zum Ende des 2. Weltkrieges war der Hafen von Ludwigshafen Ziel eines Luftangriffes.

- Eigeltingen

Der Hauptort **Eigeltingen** besteht aus einem dörflichen Ortskern mit aufgelockerter Bebauung mit Einfamilien-/ Doppelhäusern, vereinzelt auch kleinen Mehrfamilienhäusern, überwiegend Wohnnutzung, teilweise mit Einzelhandel/Gewerbe sowie kleine kommunale, öffentliche Gebäude (z. B. Rathaus). Die Siedlungserweiterungen ab den 1950er Jahren schließen sich in alle Richtungen an, mit einer verstärkten Entwicklung in den letzten Jahrzehnten in Richtung Nordosten. Im Südosten bestehen Gewerbeflächen (Gewerbegebiet Hinterhofen), im Norden/Nordwesten das Schulzentrum und das Hotel und der Erlebnishof Lochmühle.

- Hohenfels

In der Gemeinde bildet **Liggersdorf** die größte Siedlung und den Hauptort mit Verwaltungssitz. Hier befindet sich der Ortskern mit einer lockeren Einzelhausbebauung mit Wohnnutzung, öffentlichen Einrichtungen (Rathaus, Grundschule etc.) und Gewerbe/Handel im Bereich der Haupt- und Ortsstraße. Siedlungserweiterungen und neue Wohngebiete entstanden insbesondere nach Norden und Nordosten hin, zuletzt das Baugebiet „Röschberg III“. Südlich des Zentrums schließen sich Gewerbeflächen an.

- Mühllingen

In **Mühllingen** (Hauptort) verläuft das Dorfzentrum entlang der Hauptstraße und Schloßstraße in aufgelockerter Bebauung mit Einzelhäusern und landwirtschaftlichen Höfen. Westlich der Schloßstraße befinden sich mehrere kommunale Liegenschaften, wie der Kindergarten oder die Schlossbühlhalle. Siedlungserweiterungen erfolgten im Nordwesten und Norden sowie im Osten und zuletzt Südosten (Im Göhren). Gewerbeflächen konzentrieren sich auf wenige Bereiche, v. a. im Südosten der Gemeinde an der B313 (Mühlweiler).

- Orsingen-Nenzingen

Die Doppelgemeinde, deren Verwaltungssitz im größeren **Nenzingen** liegt, weist in beiden Ortsteilen eine ähnliche städtebauliche Struktur auf, mit einer überwiegend aufgelockerten Einzel-/Doppelhausbebauung und höherer bzw. kleinteiligerer Dichte und älterem Gebäudebestand im jeweiligen Ortskern. In Nenzingen liegt die Mitte rund um die Kreuzung Orsinger/Stockacher Straße, in Orsingen um die Hauptstraße und Nenzinger Straße. Nenzingen hat sich mit neueren Wohngebieten vor allem nach Westen und Norden entwickelt; die Gewerbeflächen befinden sich im Nordosten („Im Grund“). Die Entwicklung in **Orsingen** erfolgte im Wesentlichen nach Süden. Westen und Norden. Das Gewerbegebiet „Hinter dem Spital“ schließt sich im (Süd)Osten an. Am nördlichen Ortsrand von Orsingen befindet sich eine Camping- und Ferienparkanlage. Die Gemeinde hat auch einen Flächenanteil an dem zusammen mit der Stadt Stockach erschlossenen interkommunalen Industriegebiet Hardt.

- Steißlingen

Steißlingen weist einen recht kompakten Siedlungskörper auf, der sich östlich des Steißlinger Sees erstreckt. Der Ortskern, der eine dichtere Baustruktur mit teils offenen und geschlossenen Einzel-/Doppel-/Reihenhaus- und moderneren Mehrfamilienhausbebauung aufweist, befindet sich überwiegend zwischen der Singener Straße (L223) und dem Schlosspark entlang der Lange Straße. Neben der Wohnnutzung sind hier kommunale und öffentliche Gebäude, Gastronomie, Gewerbe und Dienstleistungen oder Einzelhandel bzw. gemischte Nutzungen zu finden. Die ehemals landwirtschaftliche Prägung mit Hofanlagen und Nebengebäuden lässt sich insbesondere im westlichen Teil des Ortskerns noch erkennen; Teile der historischen Gebäude stehen unter Denkmalschutz. Die Siedlungserweiterungen ab der Nachkriegszeit, die überwiegend aufgelockerte Einzel- und Doppelhäuser, aber auch Reihen- und Mehrfamilienhäuser umfassen, haben sich nach Norden, Osten und Süden entwickelt. Das Gewerbegebiet liegt im Süden der Gemarkung an der Landes- und Bundesstraße (L223/B33).

- Stockach

Das Mittelzentrum **Stockach** ist mit rund 17.000 Einwohnenden (EW) die mit Abstand größte Kommune im Konvoi und Sitz der Vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft (VVG). Die Kernstadt Stockach hat rd. 9.000 EW und erstreckt sich vom nordwestlich angrenzenden Ortsteil Hindelwangen bis zum gewerblich und industriell geprägten Südwesten. Die historische Altstadt, insbesondere die auf einer Anhöhe gelegene Oberstadt, weist eine dichte Baustruktur mit historischen, oft ortsbildprägenden und denkmalgeschützten Mehrfamilienhäusern in geschlossener Blockrandbauweise auf. Die Gebäudenutzung ist häufig gemischt mit Dienstleistungen und Handel im Erdgeschoss und Wohnnutzungen in den oberen Geschossen. Ausgehend vom Ortszentrum mit Ober- und Unterstadt erfuhr die Stadt in der Nachkriegszeit Siedlungserweiterungen bis in die 1990er Jahre vor allem in Richtung Westen, Süd- und Nordwesten, Nordosten und Südosten. Die Wohnbaustrukturen sind unterschiedlich dicht ausgeprägt, von Reihen-/Zeilen- und kleinen und großen Mehrfamilienhausbebauung bis zu Einfamilienhaussiedlungen an den Rändern. Um die Innenstadt schließen sich großflächige Einzelhandels- und Versorgungsflächen sowie kommunale und öffentliche Gebäude an, wie das Rathaus, Krankenhaus, Berufsschule oder der Schulkomplex südöstlich mit u. a. Gymnasium und Realschule.

Industrie- und Gewerbeflächen entstanden in größerem Umfang im Nordwesten (Himmelreich) und Südwesten (Industriestraße), kleinere Areale auch am westlichen und östlichen Stadtrand. Südwestlich der Kernstadt liegt das interkommunale Industriegebiet Hardt (mit Ors.-Nenzingen).

Tabelle 2: Städtebauliche Kennwerte der Gemeinden im Konvoi Stockach

(Quellen: Zensus 2011, LGL, Statist. LA, Fortschreibung Wohngebäude-/Wohnungsbestand, Stand 2024)

	Stockach	Bod.-Lu	Eigeltingen	Hohenfels	Ors.-Nenz.	Mühlingen	Steißlingen	Konvoi
Einwohner	17.402	4.868	3.957	2.112	3.648	2.752	5.107	39.846
Bevölkerungsdichte (EW/km ²)	250	173	67	69	164	84	208	149,2
Fläche (ha)	6.973	2.808	5.927	3.049	2.223	3.267	2.452	26.699
Gebäudezahl	5.027	1.523	1.399	765	1.203	922	1.495	12.334*
Anteil Wohnen	88 %	87 %	85 %	85 %	85 %	76 %	87 %	86,2 %*
Anteil Baualter vor 1949	27 %	15 %	44 %	32 %	23 %	38 %	24 %	27,9 %*
Anteil Baualter vor 1979	70 %	79 %	73 %	49 %	63 %	63 %	66 %	69,0 %*
Anteil EFH	64,4 %	51,0 %	68,9 %	72,3 %	66,7 %	68,9 %	66,8 %	65,6 %
Anteil 3- u. MFH	16,8 %	28,1 %	11,3 %	8,8 %	12,9 %	11,2 %	14,5 %	14,8 %
Wohnfläche je Wohnung	107	101	116	123	118	118	111	113

(* = Die %- und Ø-Werte beziehen sich auf die Gesamtgebäudezahl und berücksichtigen auch nicht zuordenbare Gebäude)

Gebäudenutzung, -typen und Baualtersklassen

Die Verteilung der **Nutzungsart** der rund 12.300 im Konvoi erfassten beheizten Gebäude zeigt neben den Angaben in Tabelle 2 das Diagramm in Abbildung 3. Die Wohnnutzung ist mit ca. 86 % erwartungsgemäß der dominierende Sektor, gefolgt von Wirtschaft/Gewerbe und Industrie (ca. 10 %) und kommunale Liegenschaften und Gemeinwesen (zusammen ca. 3 %). Die knapp 160 kommunalen Gebäude spielen in der lokalen Wärmewende eine wichtige Rolle, da ihnen einerseits eine Vorreiterrolle zukommt und andererseits als Ankerkunden für Wärmenetze dienen können. Kommunale Gebäude werden im Wärmeplan daher gesondert ausgewiesen. Dabei handelt es sich nicht nur um öffentlich zugängliche Gebäude; auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.

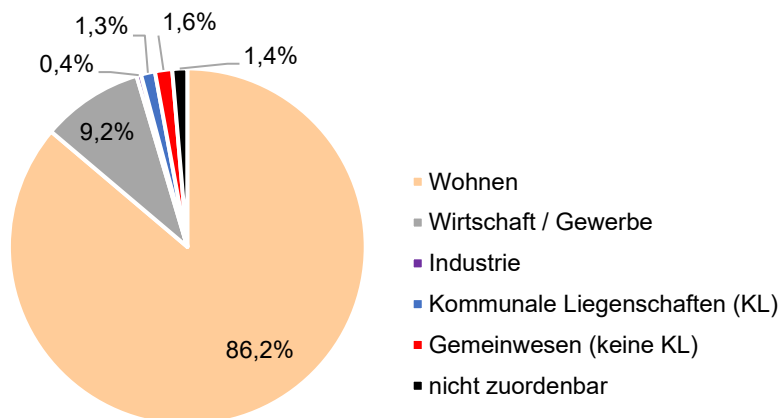


Abbildung 3: Verteilung der Nutzungsarten im Konvoi (N = 12.334)

(Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg)

Hinsichtlich der vorherrschenden **Wohngebäudetypen** (Ein-/Zweifamilienhäuser sowie Drei- und Mehrfamilienhäuser) liegen auf Ebene des Konvois keine räumlich differenzierbaren Daten vor. Die in Tabelle 2 aufgeführten Werte des Statistischen Landesamtes zeigen die Daten der Fortschreibung der Wohngebäude- und Wohnungsbestandes auf Basis des Zensus 2011 (Stand 2024). Knapp zwei Drittel des Wohnungsbestandes im Konvoi besteht demnach aus Einfamilienhäusern, während im Durchschnitt rund 15 % mindestens drei Wohneinheiten aufweisen. Der Anteil des Typs Zweifamilienhaus verteilt sich in allen Gemeinden vergleichbar und liegt bei ca. 19 bis 21 %. Der Anteil der Drei- und Mehrfamilienhäuser zeigt sich in den kleineren Gemeinden wie Mühlingen, Hohenfels, Eigeltingen und Orsingen-Nenzingen erwartungsgemäß geringer als in den größeren Gemeinden des Konvois. Mit einem höheren Anteil an Mehrfamilienhäusern nimmt i. d. R. auch die durchschnittliche Wohnfläche je m² ab. Auffällig zeigen sich die Werte in Bodman-Ludwigshafen, wo sich die städtebauliche Entwicklung mit einem Anteil von knapp 30 % an Drei- und Mehrfamilienhäusern widerspiegelt.

Ein wichtiges Strukturmerkmal, das für die Berechnung des künftigen Wärmebedarfs und des Sanierungspotenzials im Gebäudebestand verwendet wird, ist die **Verteilung der Baualtersklassen** in den Gemeinden (vgl. Abbildung 4; siehe dazu auch Kap. 3.1). Gemäß der Datenlage⁹ sind insgesamt rund 69 % der Gebäude im Konvoi vor der 1. Wärmeschutzverordnung (1977) bzw. bis zum Jahr 1978 entstanden, knapp 28 % stammen aus der Zeit vor 1949. Die Baualtersklasse, die durchschnittlich und relativ zur Bodenfläche den höchsten Wärmeverbrauch und die höchsten Einsparpotenziale aufweist, nämlich die aus der Nachkriegszeit bis ca. Ende der 1970er Jahre, ist mit über 5.000 Gebäuden (ca. 41 %) am stärksten vertreten (vgl. Abbildung 4).

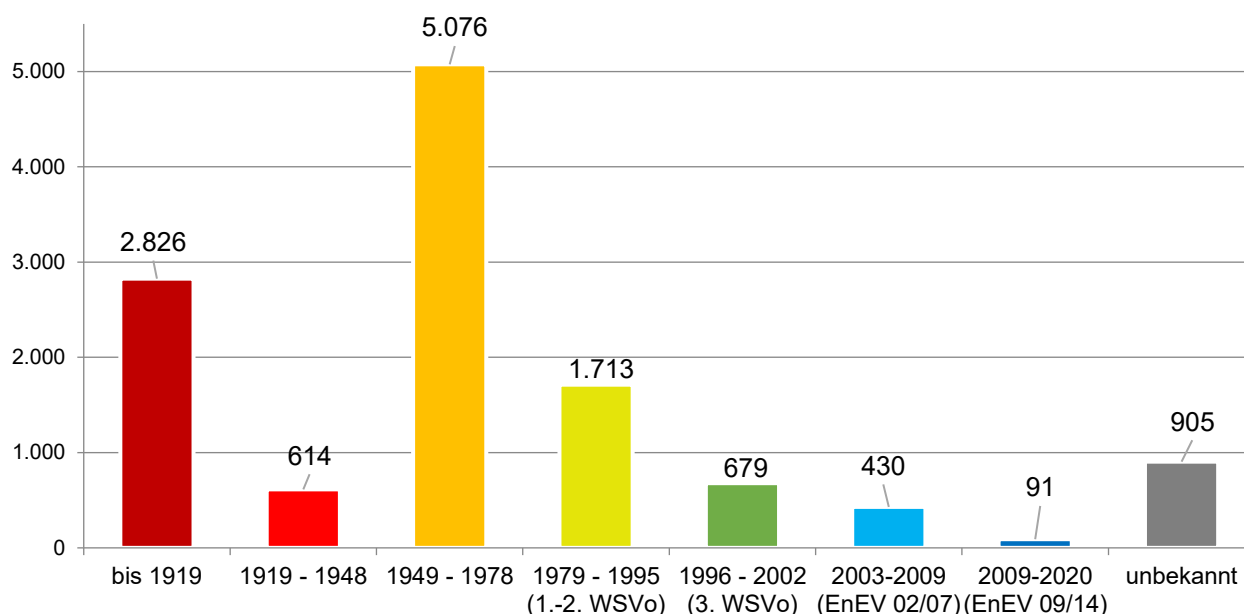


Abbildung 4: Verteilung Baualtersklassen im Konvoi (N = 12.334)
(Quelle: Climap, Zensus 2011)

Die räumliche Verteilung der Gebäudealtersklassen in Abbildung 5 im 300 m-Raster zeigt, dass in den Ortskernen der Gemeinden bzw. Stadt- und Ortsteile aufgrund der jeweiligen historischen Siedlungsentwicklungen die ältesten Gebäudestrukturen vorherrschen. Daran schließen sich i. d. R. die Siedlungserweiterungen der Nachkriegszeit an. Neuere Wohngebiete ab den 1980 und 90er Jahren entstanden vor allem an den Siedlungsändern, wie im Südosten von Steißlingen (z. B. Baugebiet „Steinrenne“) oder Nordwesten von Nenzingen (u. a. „Ried“ und angrenzende Bereiche).

Die prozentualen Verteilungen der Baualtersklassen auf Stadt- und Gemeindeebene sind in den jeweiligen Gemeindesteckbriefen in Anhang 3 aufgeführt.

⁹ Zum Zeitpunkt der Bestandsanalyse lagen nur Zahlen aus dem Zensus 2011 vor. Der Anteil der nach 2010 erbauten Gebäude bleibt daher unberücksichtigt.

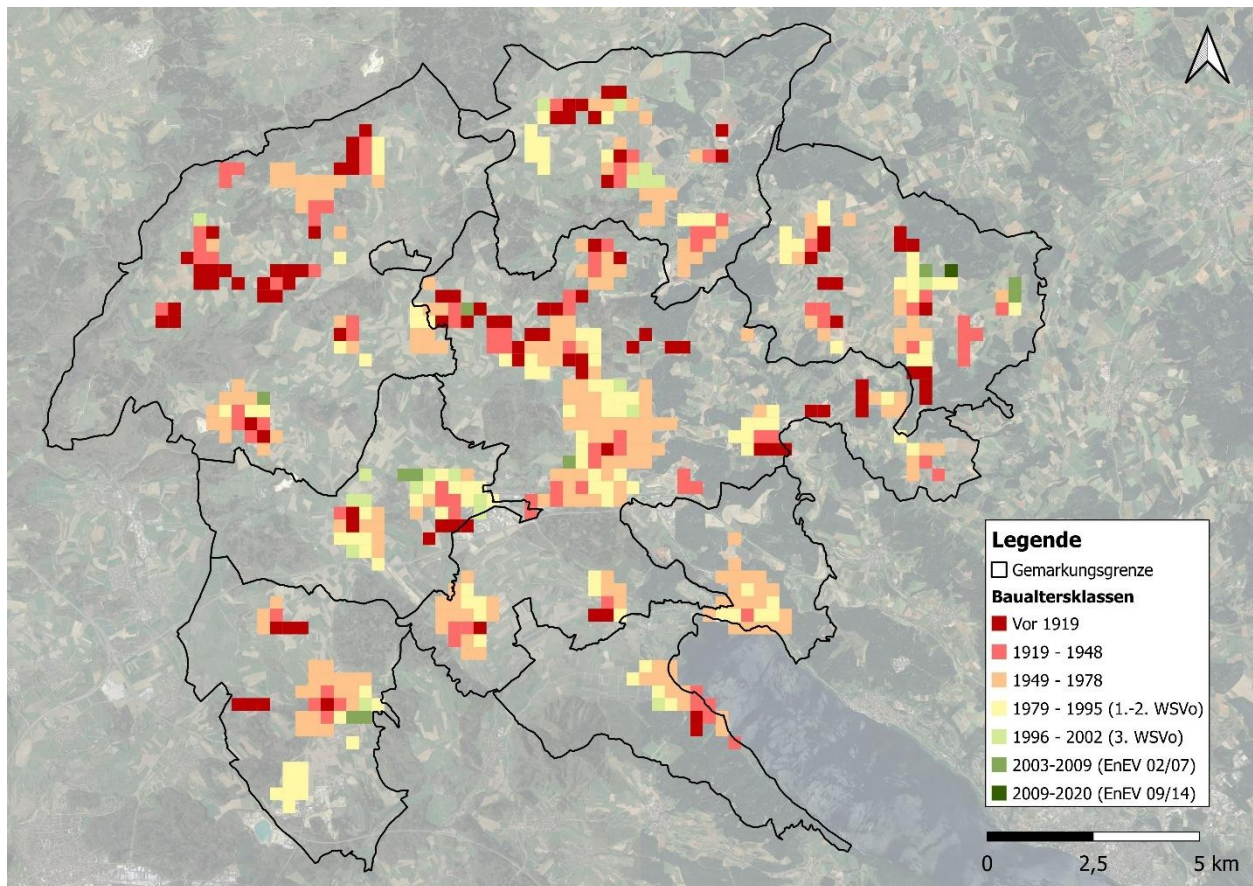


Abbildung 5: Vorherrschende Baualtersklassen der Gebäude im Konvoi
(Quelle: Climap, Zensus 2011, Raster: 300 x 300 m)

2.2 Datengrundlagen und Methodik

2.2.1 Ausgangsbasis

Der Wärmeplan wurde unter Nutzung eines Geoinformationssystems (GIS) erstellt. MVV Regioplan nutzte hierfür das Open-Source-GIS QGIS in der aktuellen Version. Dabei wurden insbesondere bereits georeferenzierte Daten der Gemeinden zum Gebäudebestand mit Angaben zu den Verbräuchen leitungsgebundener Energieträger sowie Daten zu Feuerstätten und privat betriebenen Wärmenetzen in den Gemeindegebieten aufbereitet, miteinander verschnitten, plausibilisiert und nach Möglichkeit ergänzt.

Aus Gründen des Datenschutzes wurden adress- und personenbezogene Daten, insbesondere **Verbrauchsangaben** der Netzbetreiber und Daten aus **Kehrbüchern** der Schornsteinfeger, für die Auswertung und Ergebnisdarstellung datenschutzkonform zusammengefasst.

Geliefert wurden für die kommunale Wärmeplanung vorrangig folgende Daten (Basisjahr 2021):

- Verbräuche und Daten zu den Feuerstätten:
 - Wärmenetzverbräuche

- Gasverbräuche
 - Stromverbräuche zur Beheizung von Gebäuden (Heizstrom)
 - Art, Brennstoff und Heizleistung der Feuerstätten (elektronisches Kkehrbuch)
- Netz- und Infrastrukturdaten:
 - Gas- und Stromnetze
 - Wärmenetze
 - ggf. Abwassersystem
- Erzeugerdaten:
 - Heizzentralen
 - Erneuerbare und KWK-Anlagen
 - Beschlossene/ in Entwicklung befindliche Projekte der Wärmeversorgung
- Digitales Stadtmodell, Basisdaten Gebäude:
 - Hauskoordinaten mit Adresszuordnung (und Gebäudefunktion) (LGL)
 - Zensus 2011 (Geschossigkeit, Baualter)

2.2.2 Verarbeitung der Daten

Die Bestandsanalyse liefert die Berechnungsgrundlage auf Basis der Ist-Situation. Alle vorliegenden Informationen werden in einer Art „**digitaler Zwilling**“ zusammengefasst und für die weitere Verarbeitung und Analyse vorbereitet.

Adresskorrekturen und Umrechnung auf Gebäudeebene

Die Verbrauchsdaten der Wärmenetze sowie für Gas und Heizstrom werden in Baden-Württemberg im Regelfall, ebenso wie die Leistungsdaten der Schornsteinfeger, adressbezogen zur Verfügung gestellt. Die Adressbezeichnungen der Energiedatenlieferanten unterscheiden sich mitunter erheblich von denen, die seitens der Gemeinden geführt werden, so dass ein Abgleich nicht ohne weiteres möglich ist. Daten, die lediglich durch Adresszusätze, Leerzeichen etc. voneinander abweichen, werden fehlerkorrigiert, um sie danach gebäudescharf ins GIS zu übertragen. Wenige Adressen sind jedoch nicht gebäudescharf zuordenbar und können daher nicht dargestellt werden. Sie werden einem sog. „Fehlerlayer“ zugeordnet, der im weiteren Verlauf lediglich rechnerisch Berücksichtigung findet.

Zuordnung der Sektoren

Über die in den Hauskoordinaten enthaltenen Gebäudefunktionen werden den Adressen mittels einer standardisierten LGL-Aggregation die entsprechenden Gebäudesektoren „Wohnen“, „Wirtschaft oder Gewerbe“ und „Gemeinwesen“ zugeteilt. Diese Einteilung wurde mit den Unterkategorien „kommunale Liegenschaften“ und „Industrie“ weiter konkretisiert.

Hochrechnung nichtleitungsgebundener Verbräuche mit Vollbenutzungsstunden

Da für den Energieträger Gas sowohl die Leistungsdaten aus dem elektronischen Kkehrbuch als auch der jährliche Verbrauch über die Versorgungsdaten vorliegen, ist es möglich, sog. Vollbenutzungsstunden für den Energieträger Gas zu errechnen, die sich nach Art der Feuerstätte und Gebäudetyp unterscheiden.

Die Abschätzung der Vollbenutzungsstunden geschieht auf Nutzenergiebasis. Zur Umrechnung von End- auf Nutzenergie kommen die in der folgenden Tabelle 3 dargestellten Wärmewirkungsgrade zum Einsatz.

Tabelle 3: Wärmewirkungsgrade im Jahresdurchschnitt nach Energieträger bzw. Heizungsart

Energieträger	Wärmewirkungsgrad im Jahresschnitt	Heizungsart	Leistungsklasse [kW]	Quelle
Wärmenetze	97 %	Hausübergabestation indirekt	< 150	Technikkatalog KEA-BW
Erdgas	90 %	Gasbrennwertgerät 20% und Gastherme 80%	alle Leistungsklassen	Technikkatalog KEA-BW
Heizöl	87 %	Ölbrennwertkessel	10-offen	Technikkatalog KEA-BW
Luft-Wärmepumpe	325 %	Luft-Wasser-Wärmepumpe dezentral	1,8-8	Technikkatalog KEA-BW
Erdwärme-Wärmepumpe	380 %	Sole/Wasser WP, Mittelwert Flächenheizung und Heizkörper		Technikkatalog KEA-BW
Biomasse	63 %	Mischwert aus Holzhaackschnitzelheizung, Pelletkessel mit Regelung und Raumaustrag und Holzheizung mit Scheitholz	alle Leistungsklassen	Mischwert aus Technikkatalog KEA-BW
Direktstrom	100 %	Stromdirektheizung fest eingebaut		Technikkatalog KEA-BW
Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	95 %	H2 Brennwertkessel		Kurzgutachten zur Überarbeitung von Anforderungssystemen und Standards im GEG für Neubauten sowie Bestandsgebäude einschl. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Neubauten und Bestandsgebäude (bmwk.de)
Synt. Brennstoffe (PtX)	95 %	PtG Brennwertkessel		Kurzgutachten zur Überarbeitung von Anforderungssystemen und Standards im GEG für Neubauten sowie Bestandsgebäude einschl. der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Neubauten und Bestandsgebäude (bmwk.de)
Solarthermie	93 %			Substitutionseffekte von Erneuerbarer Wärme (umweltbundesamt.de)
Sonstige fossile Brennstoffe	75 %	Mischung aus Holz und Öl für grobe Abschätzung Kohle		Mischwert

Mit Hilfe errechneter Vollbenutzungsstunden können dann auch Leistungsdaten der nicht leistungsgebundenen Energieträger wie bspw. Heizöl oder Biomasse zu realistischen Jahresverbräuchen hochgerechnet werden. Für Gebäude, bei denen mehrere Heizarten (z. B. nur als Zusatzheizung zu einer anderen Heizart) angegeben sind, wird angenommen, dass bspw. Holz für die Befeuerung eines Kaminofens genutzt wird.

Berechnung der Wärmeverbrauchsichte

Die Berechnung und Darstellung der Wärmeverbrauchsichtekarten erfolgten vollständig im GIS. Für die Berechnung der Wärmeverbrauchsichte wurde ein QGIS-Plugin entwickelt, das mit der Programmiersprache Python programmiert wurde.

Zusammen mit den Hauskoordinaten der Gemarkungen des Konvois konnte so eine umfassende Datenbank für Wärmeenergieverbräuche erstellt werden. Die Nutzenergie(n) (in kWh/a) der Energieträger, die für die Gebäude vorliegen,¹⁰ wurden mit den Hauskoordinaten verknüpft. Für die Darstellung der Wärmeverbrauchsichte wurde eine Kachel-Darstellung, mit den Maßen 75 m x 75 m gewählt. Daraus resultiert für jede Kachel eine flächenbezogene Wärmeverbrauchsichte der innerhalb der Kachel verbrauchten Wärmeenergie. Ballungen hoher Verbräuche können auf diese Weise deutlich gegen Bereiche mit geringen Verbräuchen unterschieden werden. Die Ergebnisse werden in Kap. 2.6 näher beschrieben. Bei den Darstellungen der Wärmeverbrauchsichten im Bericht sowie im Anhang werden aus Datenschutzgründen nur diejenigen Kacheln gezeigt, die Verbräuche ab mindestens fünf Gebäuden aggregieren.

2.3 Beheizungsstruktur

Das GEG¹¹ sieht in § 72 ein Betriebsverbot für ineffiziente, fossil beschickte Öl- oder Gasheizungen vor, die ihre technische Nutzungsdauer überschritten haben. Im Gesetzestext heißt es:

- (1) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben.*
- (2) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und ab dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr betreiben.*
- (3) Die Absätze 1 und 2 sind nicht anzuwenden auf*
 - 1. Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel,*

¹⁰ Es kommt vor, dass mehrere Energieträger in einem Gebäude genutzt werden, bspw. Gas und Holz.

¹¹ Gebäudeenergiegesetz v. 08.08.2020 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes v. 16.10.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280).

2. heizungstechnische Anlagen, deren Nennleistung weniger als 4 Kilowatt oder mehr als 400 Kilowatt beträgt sowie
3. heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung oder einer Solarthermie-Hybridheizung nach § 71h, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Für die Praxis bedeutet das, dass fossil beschickte Konstanttemperaturkessel, die älter als 1991 sind oder die nach 1991 über 30 Jahre in Betrieb waren, auszutauschen sind.

Mit Hilfe der für die kommunale Wärmeplanung zur Verfügung stehenden Datenbestände aus dem elektronischen Kehrbuch der Schornsteinfeger, lassen sich Aussagen zum Energieträger und dem Alter der nach § 72 GEG relevanten **Heizungsanlagen** treffen. Die Auswertung der Baualtersklassen der rund 6.900 Heizkessel (unterteilt nach Brennstoffen) im Konvoi (von insgesamt 14.599 Feuerstätten) zeigt Abbildung 6.



Abbildung 6: Brennstoff nach Baualtersklassen in Heizkesseln (Gesamtkonvoi) (N = 6.876)¹²

Etwa 26 % der Heizkessel werden demnach mit Erdgas oder Heizöl beschickt und sind vor 1994 eingebaut worden, sind also bereits über 30 Jahre in Betrieb. Darüber hinaus nutzen diese Anlagen auch den Brennwert des Brennstoffs nicht, der sich als Kondensationswärme im Abgas befindet. Weitere ca. 30 % aller Heizkessel aus den Jahren 1994 bis 2004 nutzen fossile Brennstoffe, wovon ebenfalls viele in den nächsten Jahren ersetzt werden müssen.

¹² Plus 2 x Steinkohle-Heizkessel.

Die Abbildung 7 zeigt zudem den Anteil der Hauptbrennstoffarten aller Feuerstätten, darunter auch Kaminöfen, für die ab dem 31.12.2024 bestimmte Grenzwerte nach der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) gelten, sofern sie zwischen dem 01.01.1995 und dem 21.03.2010 installiert wurden. Mehr als 50 % der Feuerstätten werden 2021 mit einem flüssigen oder gasförmigen fossilen Brennstoff betrieben (Erdgas und Heizöl).

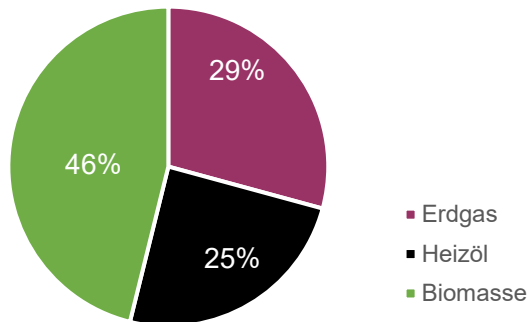


Abbildung 7: Anteil der Hauptbrennstoffarten aller Feuerstätten (N = 14.599)¹³

2.4 Wärmeerzeugung und Versorgungsstruktur

Die **Wärme** in Konvoi Stockach wird vorrangig durch Erdgas erzeugt (vgl. Abbildung 8), das einen Anteil von 44 % des Gesamtendenergieverbrauchs im Konvoi ausmacht. An zweiter Stelle steht die Biomasse mit gut einem Viertel, gefolgt von Heizöl (24,5 %). Der Verbrauch der Wärmenetze entspricht fast 4 % des Gesamtendenergieverbrauchs. Weitere Energieträger mit geringen Anteilen sind Strom für Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen sowie sonstige fossile Brennstoffe.

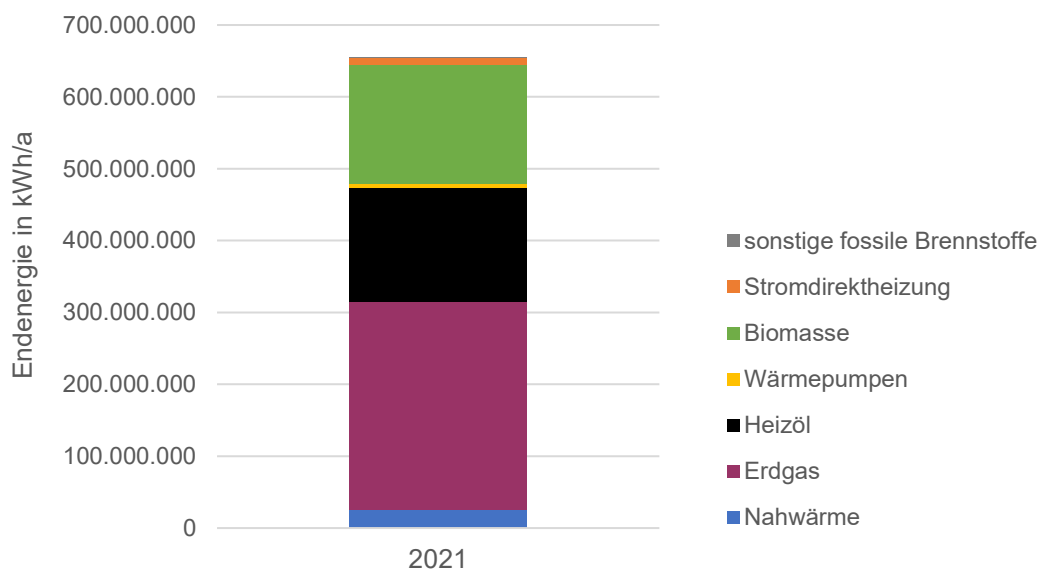


Abbildung 8: Endenergieverbrauch je Energieträger 2021

¹³ Plus 5 x Braunkohle, 6 x Steinkohle, 2 sonstige fossile Energien und 6 x ohne Info.

In Abbildung 9 ist die Wärmeversorgungssituation in den Kommunen (Stand 2024), unterteilt in die Kategorien

- **Gasnetzgebiete:** umfasst weite Teile des Konvois, Ausnahme bilden u. a. nördliche und östliche Ortsteile Stockachs oder nördliche Ortsteile von Eigeltingen,
- **Wärmenetzgebiete:** bis auf Steißlingen befinden sich in allen Kommunen des Konvois Wärmenetze, und
- **ohne Netzanschluss:** alle Gebiete ohne Gas- oder Wärmenetzanschluss,

dargestellt.

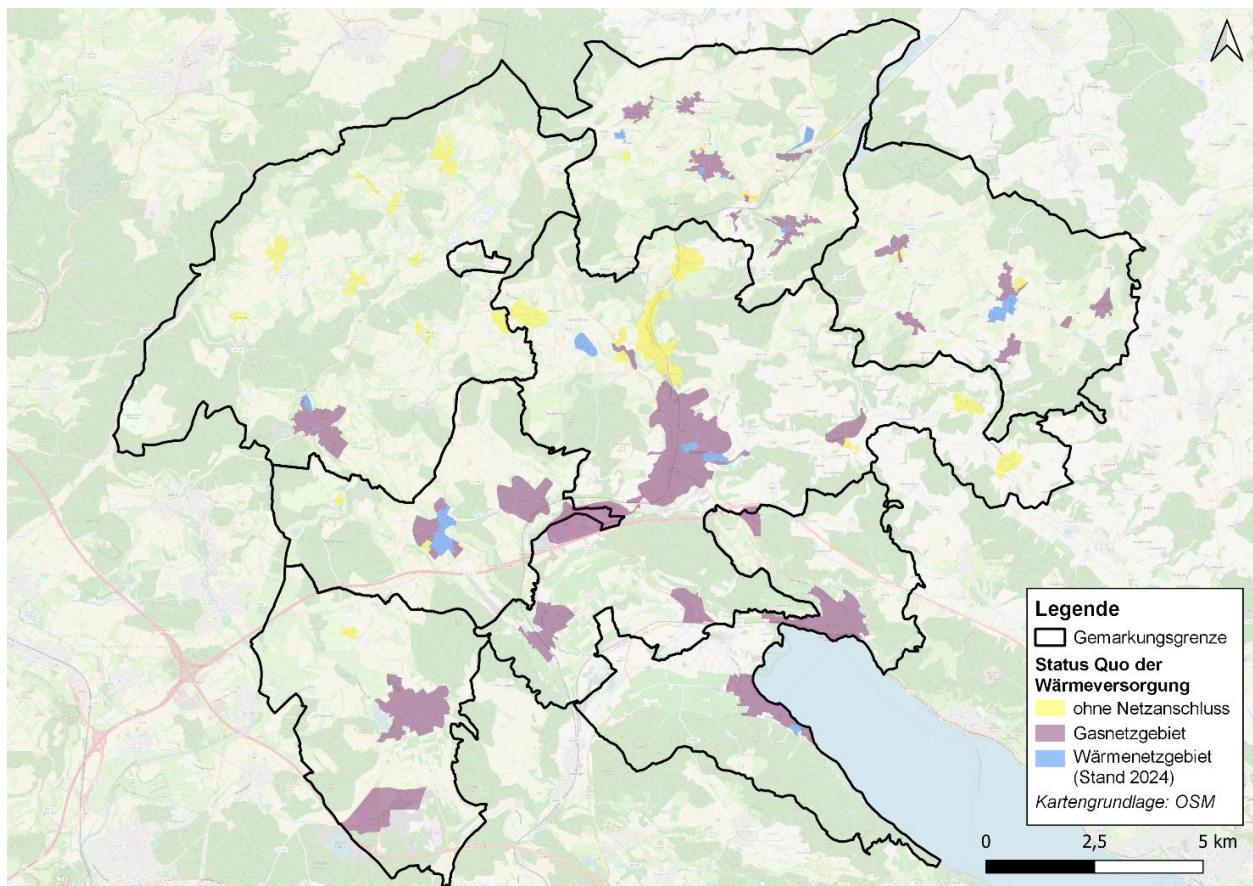


Abbildung 9: Wärmeversorgungssituation im Konvoi (Gas-/Wärmenetzgebiete, Stand 2024)

Im Konvoi Stockach gibt es zum Zeitpunkt der Berichterstellung 13 **Wärmenetze** (vgl. Abbildung 10). In Tabelle 4 werden die Wärmenetze nach Kommune und Brennstoffeinsatz dargestellt. Aufgrund des Zeitpunktes der Bilanzierung (2021) bleiben die Wärmenetze „Krankenhaus“ (ab 2022) und „Mahlspüren im Hegau“ (ab 2023) in der Energie- und Treibhausgasbilanz 2021 unberücksichtigt; bei den Energieszenarien 2030 und 2040 sind beide aber Netze eingerechnet. In der Mehrheit der Anlagen wird Holz als Brennstoff eingesetzt, in vier Anlagen (z. T. zusätzlich) Biogas und in fünf der Netze werden auch fossile Brennstoffe verwendet.

Tabelle 4: Wärmenetze nach Kommune und Brennstoffeinsatz im Konvoi Stockach
(Quelle: Stadtwerke Stockach, sonstige Wärmenetzbetreiber, Stand 2024)

Kommune	Wärmenetz	Brennstoffeinsatz				Anlage	
		Erdgas	Heizöl	Biogas	Holz	Heizkraftwerk (mit KWK)	Heizwerk (ohne KWK)
Stockach	Wärmezentrale Dill	X	X		X	X	
	Heizzentrale Krankenhaus	X			X		X
	Mahlspüren im Hegau			X	X	X	
Bodm.-Ludwigshafen	Gut Bodman	X			X		X
Eigeltingen	Lochmühle				X		X
	Ortskern				X		X
Hohenfels	Liggersdorf Süd				X		X
Mühlingen	Traber Hecheln			X		X	
	Schlossbühlhalle		X		X		X
	Rathaus Mühlingen				X		X
	Biogas Muffler			X		X	
	Weierbachschule Zoznegg		X		X		X
Ors.-Nenzingen	Wärmenetz Orsingen			X		X	

Die Heizzentralen dienen überwiegend zur Wärmeerzeugung (Heizwerke), teilweise auch zusätzlich für Strom mit Kraft-Wärme-Kopplung (Heizkraftwerke).

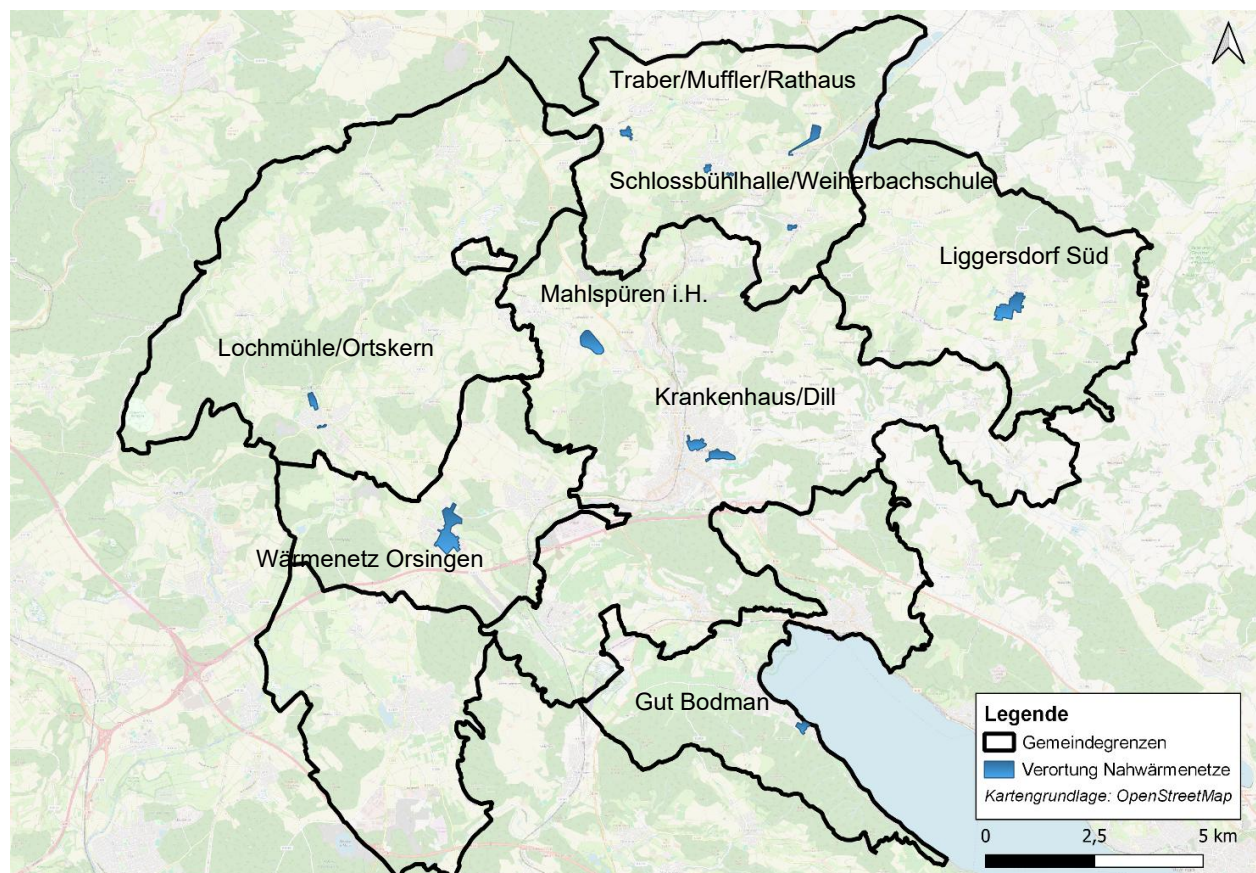


Abbildung 10: Wärmenetzgebiete im Konvoi Stockach, eigene Darstellung
(Quelle: Stadtwerke Stockach, Wärmenetzbetreiber der Gemeinden, Stand 2024)

2.5 Energie- und Treibhausgasbilanz 2021

Die Ausgangssituation im Konvoi Stockach soll im Folgenden mit Hilfe einer **Energie- und Treibhausgasbilanz** beurteilt werden. Hierfür wurden zum einen der Wärmeverbrauch und zum anderen die Treibhausgas-Emissionen im Wärmebereich für den Konvoi ermittelt.

Im Wesentlichen wurden die Verbrauchswerte in Summe bilanziert und mit den THG-Emissionsfaktoren des Technikkatalogs der KEA-BW aufgerechnet (KEA-BW, 2023a). CO₂-Äquivalente und Vorketten der Energieträgerbereitstellung sind hierbei berücksichtigt. Die für das Jahr 2021 gültigen Emissionsfaktoren der Wärmenetze liegen vor und wurden in den weiteren Berechnungen verwendet. Alle Emissionsfaktoren sind in der Anhang 1 aufgeführt.

In Summe wurden im Jahr 2021 ca. 654.408 MWh im Wärmesektor verbraucht. Abbildung 11 zeigt den gesamten Endenergieverbrauch in kWh/a pro Jahr für alle sieben Kommunen des Konvois (vgl. Kap. 4.1) gegliedert nach den jeweils vorherrschenden Energieträgern.

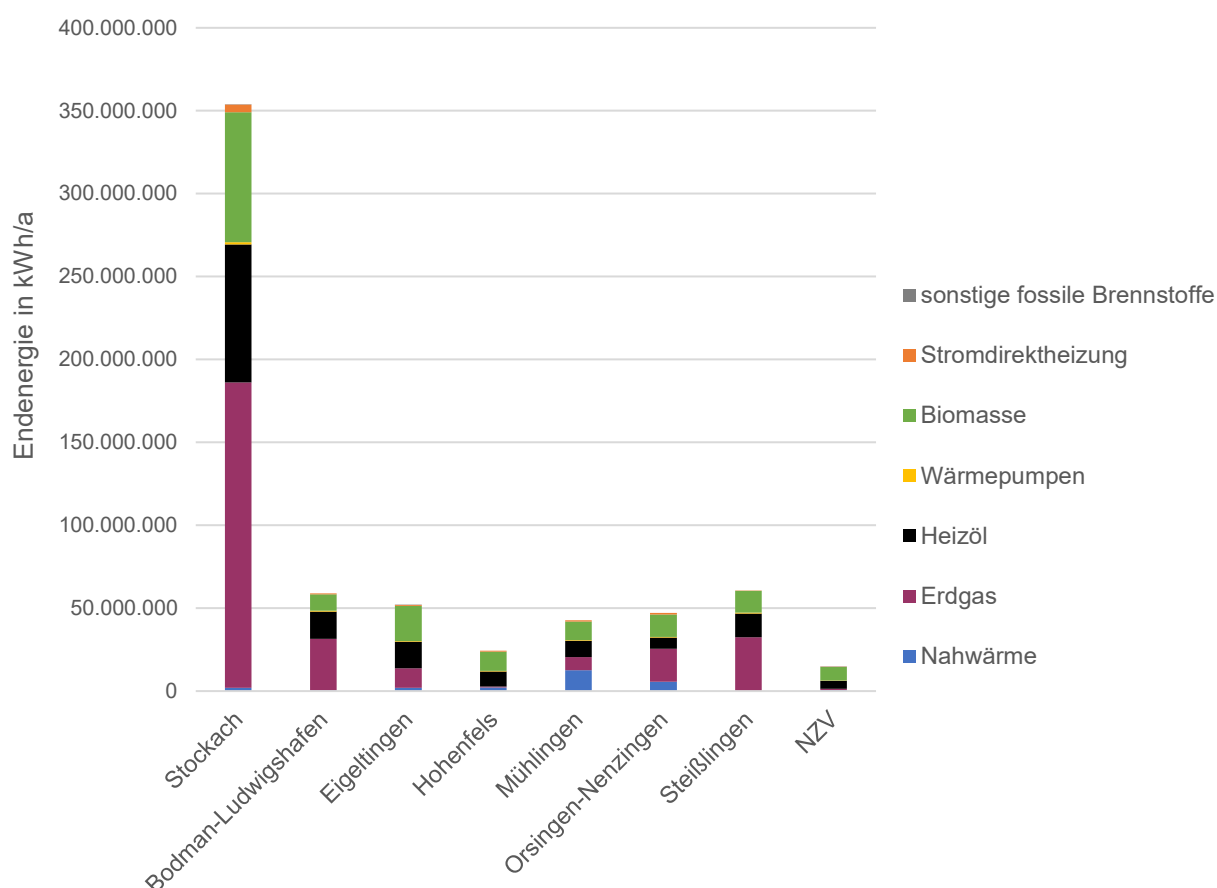


Abbildung 11: Endenergieverbrauch im Konvoi nach Kommunen und Energieträgern (2021)
(NZV = nicht zugeordnete Verbräuche)

Auffällig ist die mit Abstand verbrauchsstärkste Kommune Stockach, in der **Erdgas** deutlich der meistverbrauchte Energieträger ist. Auch in Bodman-Ludwigshafen und Steißlingen sind die

Erdgasverbräuche prozentual zum Gesamtverbrauch der jeweiligen Kommune überdurchschnittlich hoch (je über 50 %). Die Kategorie „NZV“ steht für Verbräuche, die nicht zugeordnet werden konnten.

Biomasse und **Heizöl** stellen mit einem Anteil von je gut einem Viertel nach Erdgas die Energieträger mit dem zweit- bzw. dritthöchsten Verbrauch dar. Vor allem in Eigeltingen und Hohenfels ist Biomasse ein wichtiger Bestandteil der derzeitigen Wärmeversorgung.

Die **Nahwärmeanteile** spielen vor allem in Mühlingen (29 %) und Orsingen-Nenzingen (12 %) eine vergleichsweise wichtige Rolle, was auf die fünf Wärmenetze in Mühlingen und das große Netz in Orsingen (Feucht Agrotherm) zurückzuführen ist.

Stromdirektheizung und Wärmepumpen haben einen Anteil von 0,7 % bzw. 1,3 % an der Endenergie des Konvois. Die sonstigen fossilen Brennstoffe (Braunkohle, Steinkohle, usw.) sind vernachlässigbar.

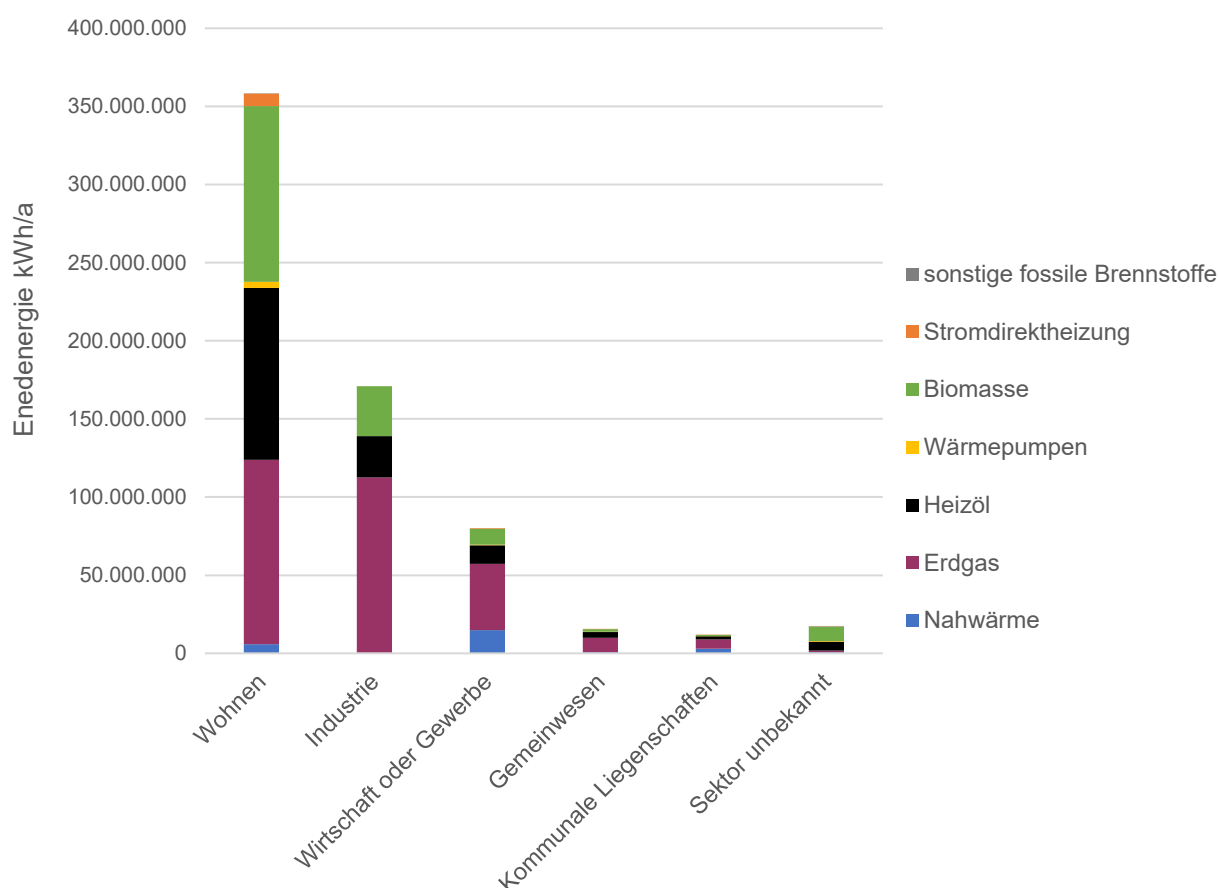


Abbildung 12: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren und Energieträgern (2021)

In Abbildung 12 wird der Endenergieverbrauch verteilt auf die Sektoren (Wohnen, Industrie, Wirtschaft oder Gewerbe, Gemeinwesen und kommunale Liegenschaften) dargestellt.

Im **Wohnsektor** hat Erdgas mit 33 % den größten Verbrauchsanteil, knapp gefolgt von Biomasse und Heizöl mit jeweils ca. 31 %. Der restliche Verbrauchsanteil entfällt auf Heizstrom (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) mit ca. 3,5 % und Nahwärme mit 1,5 %. Im Industriesektor dominiert Erdgas mit 65 %, wie auch bei Gewerbe (53 %), Gemeinwesen (60 %) und den kommunalen Liegenschaften (50 %).

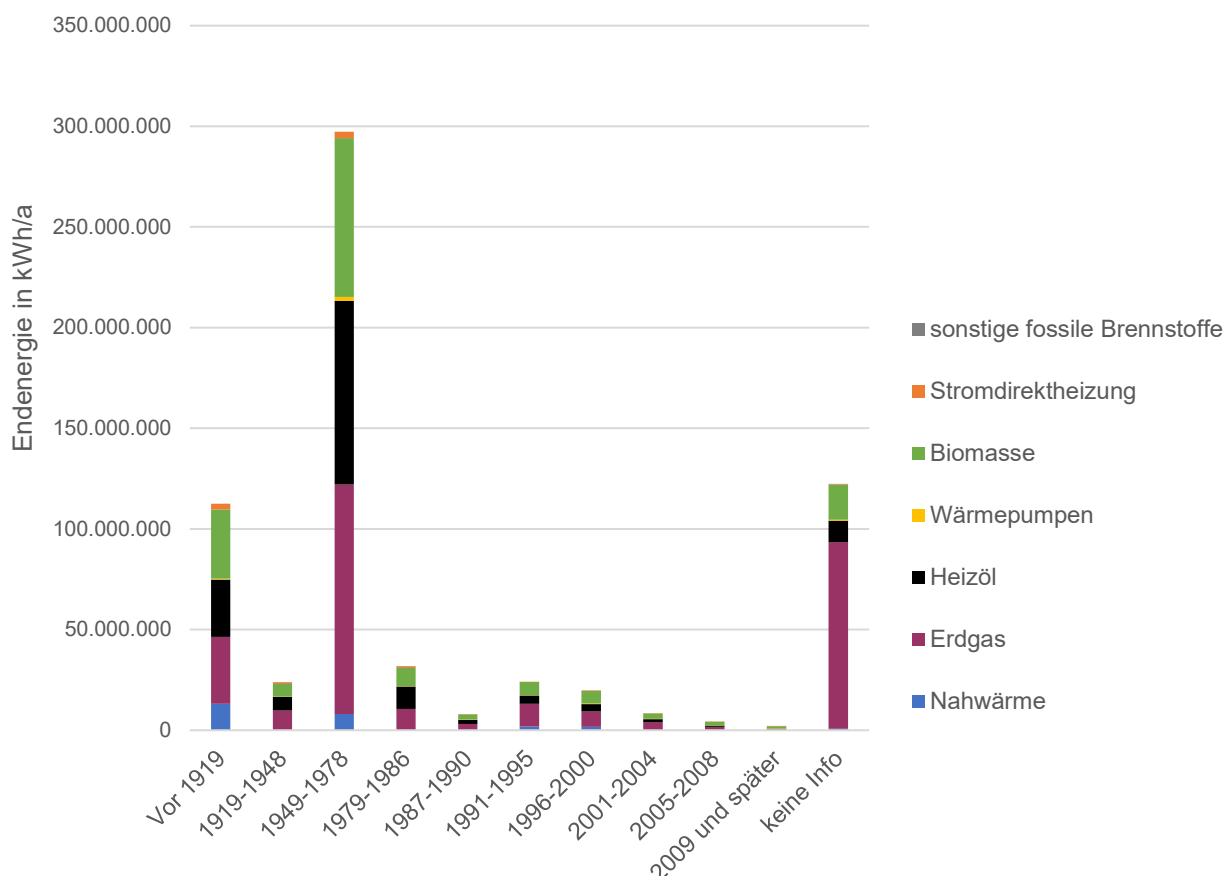


Abbildung 13: Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen und Energieträgern (2021)

Abbildung 13 zeigt, wie sich der Endenergieverbrauch der einzelnen Energieträger bzw. Heiztechnologien auf die **Baualtersklassen** der **Bestandsgebäude** (2021) verteilt.

Die verbrauchsstärkste Baualtersklasse ist 1949-1978, bedingt durch eine hohe Anzahl von Gebäuden in dieser Baualtersklasse sowie geringere energetische Standards (die erste Wärmeschutzverordnung wurde 1977 erlassen). Auch die Baualtersklasse „vor 1919“ weist einen hohen Verbrauch auf. Das Diagramm zeigt einen signifikanten Energieverbrauch für Gebäude ohne Informationen zur Baualtersklasse. Das liegt vor allem an der Stockach Aluminium GmbH, deren sehr hoher Energieverbrauch keiner Altersklasse zugeordnet werden konnte.

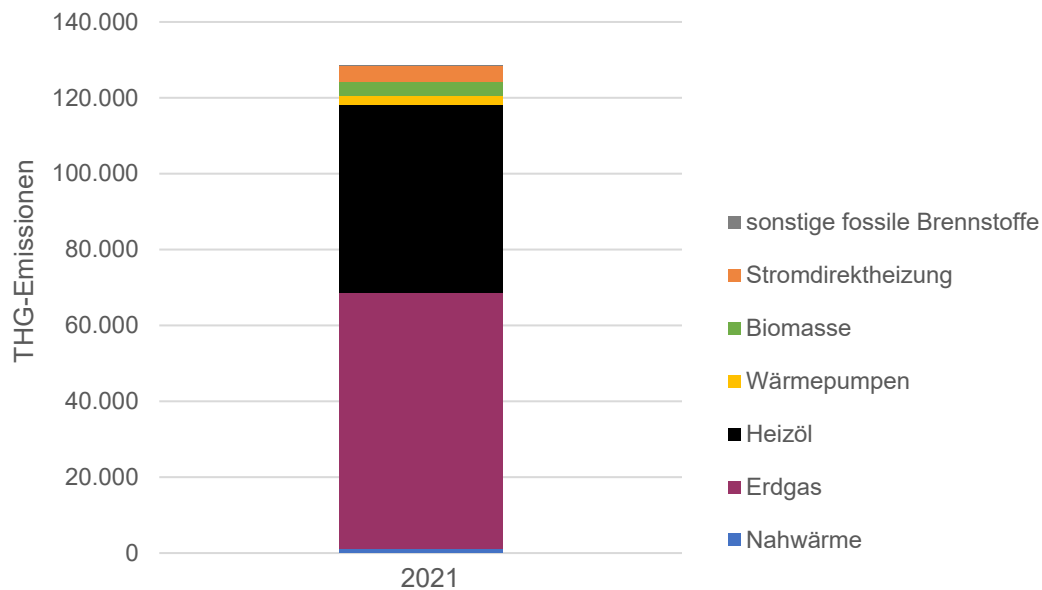


Abbildung 14: Treibhausgasbilanz des Konvois nach Energieträgern (2021)

Abbildung 14 zeigt die **THG-Emissionen** des Konvois in Tonnen pro Jahr für das Jahr 2021 im Wärmemarkt, gegliedert nach den einzelnen Energieträgern bzw. Heiztechnologien. In Summe werden demnach rund 128.460 t CO₂äq emittiert.

Die höchsten THG-Emissionen werden mit 52 % durch den Einsatz von Erdgas als Energieträger verursacht. Der THG-Anteil von Heizöl steigt gegenüber dem Verbrauchsanteil (25 %) aufgrund des hohen Emissionsfaktors von Heizöl auf 39 %. Nahwärme erreicht einen Anteil an den THG-Emissionen von ca. 1 %, deckt allerdings fast 4 % des Endenergieverbrauchs. Der THG-Emissionsfaktor der Wärmenetze profitiert gegenüber den fossilen Energieträgern von der gemeinsamen Strom- und Wärmeerzeugung in KWK und perspektivisch von seiner Transformationsfähigkeit (vgl. Kap. 3.2.10).

Die THG-Emissionen von Biomasse, Stromdirektheizungen und Wärmepumpen liegen alle bei fast 8 % der Gesamt-Emissionswerte, was mitunter an den äußerst geringen THG-Emissionsfaktoren erneuerbarer Energien liegt. Sonstige fossile Brennstoffe (Braunkohle, Steinkohle usw.) haben einen Anteil von 0,06 % am Gesamtverbrauch.

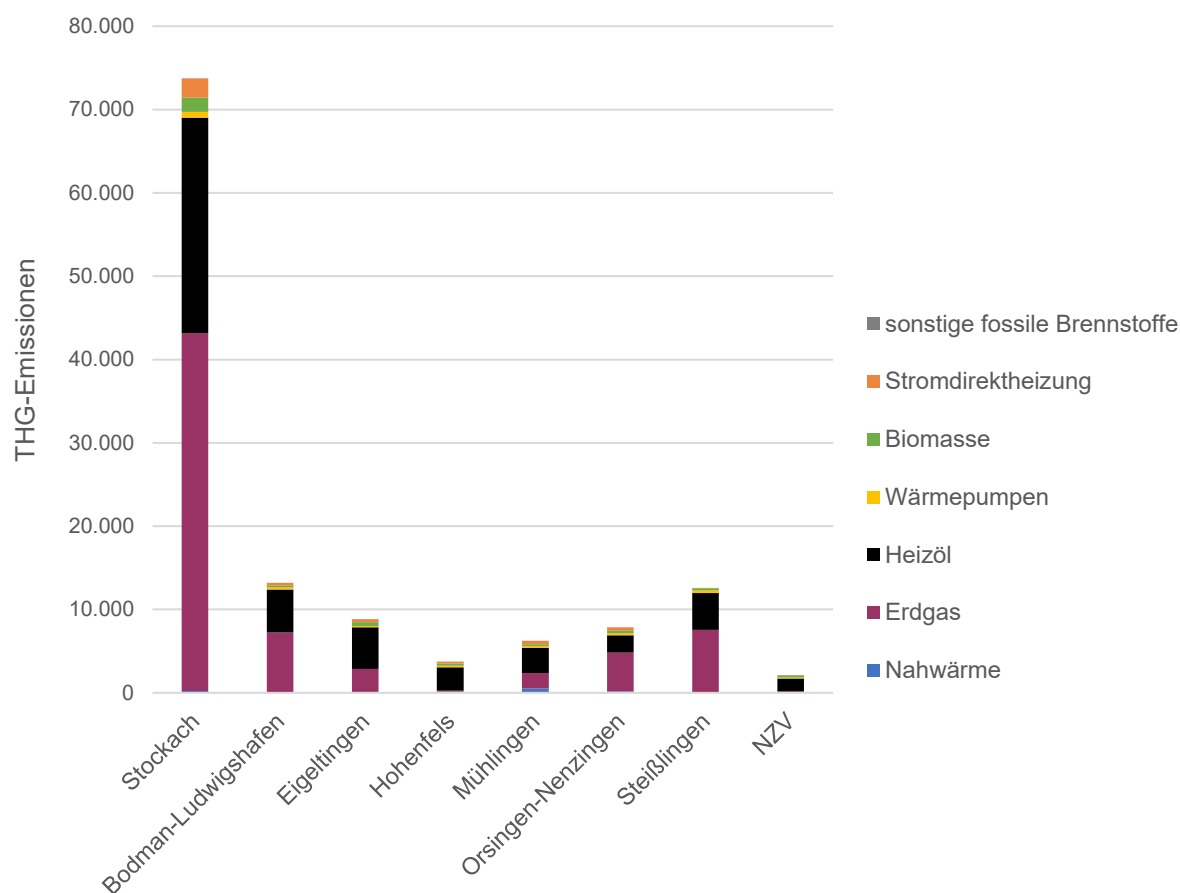


Abbildung 15: THG-Emissionen nach Kommunen und Energieträgern (2021)

Die Abbildung 15 stellt die THG-Emissionen verteilt auf die **Kommunen** im Konvoi dar. Die Grafik korrespondiert mit Abbildung 11 und damit mit der Verteilung von Energieverbräuchen nach Kommunen.

Alle Berechnungen basieren auf den THG-Emissionsfaktoren des Technikkatalogs der KEA-BW. Für die Berechnung der THG-Emissionen für Heizstromtechnologien (Wärmepumpen, Stromdirektheizungen, etc.) wurde der Strom-Mix aus dem Technikkatalog der KEA-BW verwendet (UBA und IINAS-Szenario). Die THG-Emissionsfaktoren sind aus Anhang 1 ersichtlich.

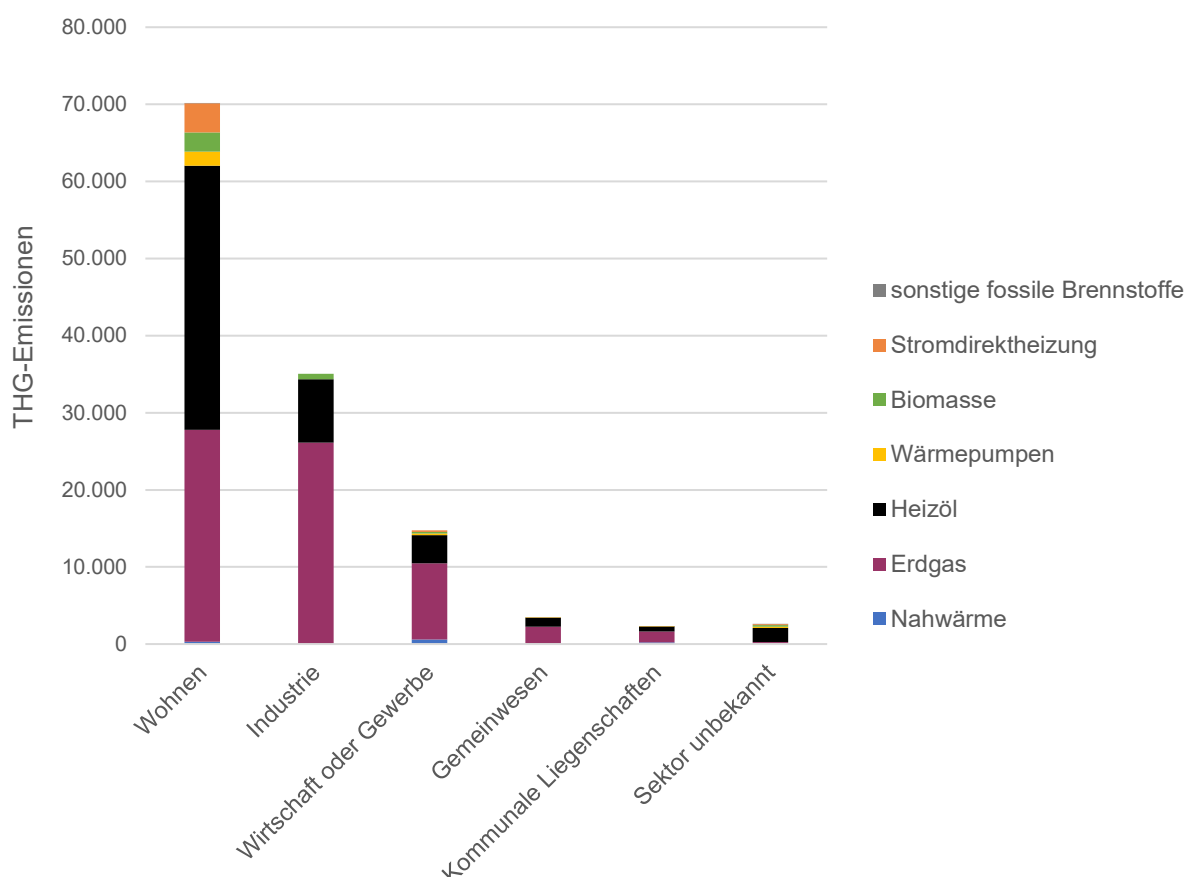


Abbildung 16: THG-Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern (2021)

Aus Abbildung 16 gehen die THG-Emissionswerte aller **Energieträger** und Heiztechnologien der Sektoren Wohnen, Industrie, Wirtschaft oder Gewerbe, Gemeinwesen und kommunale Liegenschaften hervor.

Den größten THG-Emittenten stellt der Sektor Wohnen mit mehr als 70.000 t CO₂äq pro Jahr dar (fast 55% der Gesamtemissionen). Der größte Teil der Emissionen des Sektors Wohnen wird durch Erdgas und Heizöl verursacht. In den Sektoren Industrie, Wirtschaft / Gewerbe, kommunale Liegenschaften und Gemeinwesen ist die Aufteilung der verursachenden THG-Emissionen ähnlich, über 85% der Emissionen stammen aus Erdgas und Heizöl. In allen Sektoren spielen die erneuerbaren Energieträger Biomasse, Wärmepumpen ebenso wie Stromdirektheizungen und sonstige fossile Energieträger derzeit noch eine untergeordnete Rolle.

2.6 Wärmeverbrauchsichte

Als Wärme(verbrauchs)dichte wird der Wärmeverbrauch (z. B. in kWh/a) bezogen auf eine räumlich begrenzte Fläche (z. B. in m² Bodenfläche) verstanden. Umso höher die **Wärmedichte**, desto höher auch der Wärmeverbrauch auf einer räumlich begrenzten Fläche. Somit summiert sich der

Wert auf und wird höher, je mehr Verbraucher auf der betrachteten Fläche liegen. Daher kann eine hohe Wärmeverbrauchsichte ein wichtiger Indikator dafür sein, dass zentrale Wärmeversorgungssysteme (bspw. Anschluss an vorhandenes oder an neues Wärmenetz) wirtschaftlich realisierbar sein können. Sogenannte „Ankerkunden“, z. B. Schulzentren oder Verwaltungsgebäude, welche eine langfristig konstante und meist hohe Abnahmemenge gewährleisten, erhöhen das Wärmenetzeignungspotenzial. Bei geringen Wärmedichten wie in peripheren Siedlungsgebieten sind hingegen i. d. R. dezentrale Lösungen die wirtschaftlichere Option.

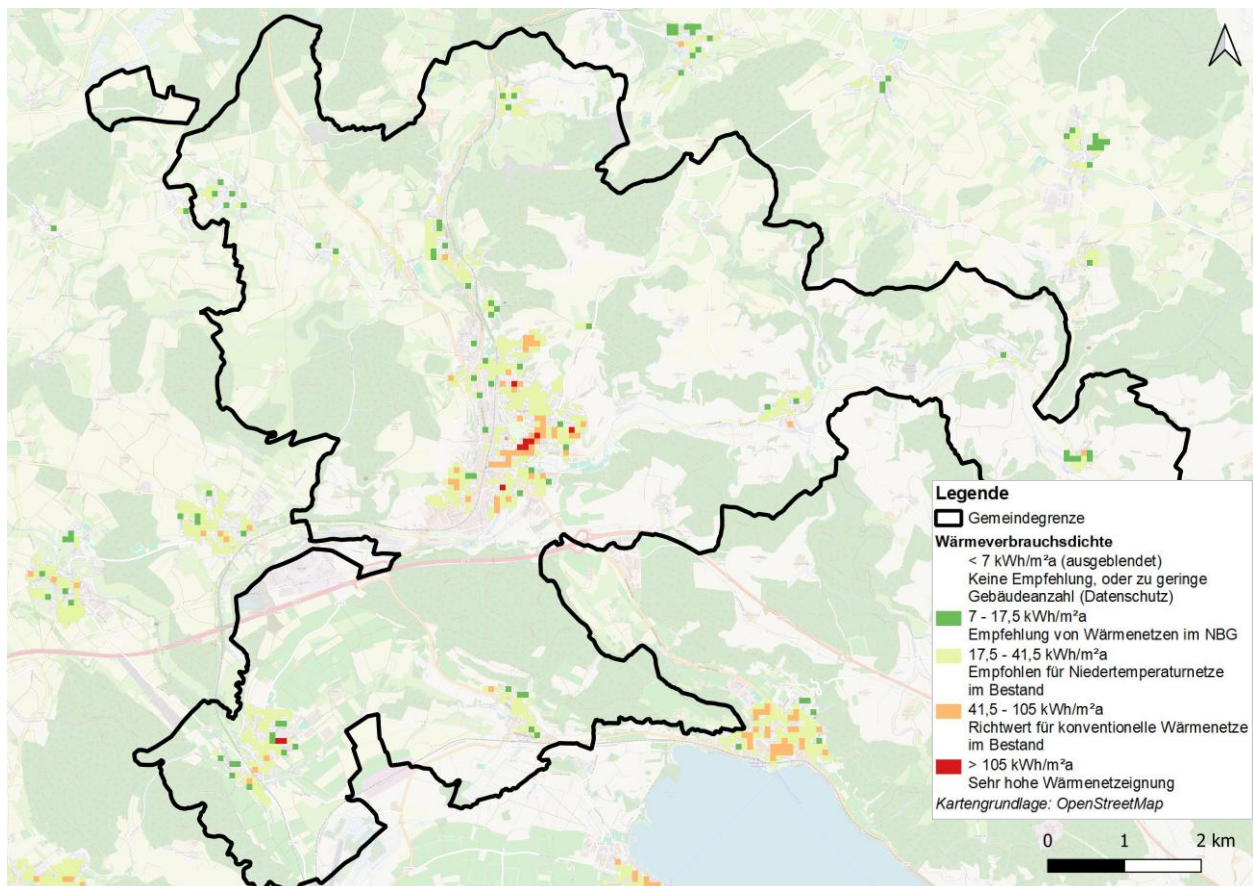


Abbildung 17: Gesamtwärmeverbrauch nach Kategorien zur Wärmeverbrauchsichte der KEA-BW am Beispiel Stadt Stockach

Abbildung 17 zeigt als Beispiel den Wärmeverbrauch pro m² Bodenfläche auf der Gemarkung Stockach. Die Werte reichen von grün (geringer Verbrauch) bis rot (hoher Verbrauch)¹⁴. Die Darstellung orientiert sich an den Grenzwerten der KEA-BW, die im Leitfaden zur Erstellung kommunaler Wärmepläne in Baden-Württemberg näher erläutert sind. Die Kennwerte stellen grobe Orientierungshilfen dar und geben Hinweise darauf, in welchen Quartieren genauere Betrachtungen in Form von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze erwägbare sind. Am Beispiel von Stockach wird

¹⁴ Kacheln mit Dichtewerten von < 7 kWh/m²a oder mit weniger als 5 Verbrauchspunkten (bzw. Gebäuden) sind ausgeblendet.

sichtbar, dass die Altstadt bzw. Oberstadt eine hohe Wärmenetzeignung aufweist, da dort die höchsten Wärmeverbrauchsichten vorherrschen (orangene/rote Kacheln). Dies ist im Wesentlichen auf die hohe Bebauungsdichte und das Baualter der Gebäude zurückzuführen. Daher sind häufig auch in Gebieten mit vorherrschender Mehrfamilienhaus-Bebauung hohe Wärmedichten festzustellen, so z. B. im Areal Hindelwanger Straße/ Anton-Bruckner-Straße ca. 1 km nördlich der Innenstadt. Peripher gelegene Ortsteile weisen sowohl in Stockach als auch in den weiteren Gemeinden des Konvois vorwiegend geringe Wärmeverbrauchsichten auf (grüne/lindgrüne Kacheln).

In den Gemeinden Steißlingen, Orsingen-Nenzingen, Eigeltingen, Mühlingen, Hohenfels und Bodman-Ludwigshafen beschränken sich die hohen bis sehr hohen Wärmeverbrauchsichten meist auf die Siedlungskerne der größten Ortsteile.

Grundsätzlich ergeben sich häufig auch in Gewerbe- und Industriegebieten hohe Wärmeverbrauchsichten, wobei dies von der Art und dem Energiebedarf der ansässigen Unternehmen abhängig ist.

3 Potenzialanalyse

3.1 Steigerung der Energieeffizienz und Verbrauchsprognosen

- Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die **energetische Sanierung** der Bestandsgebäude bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. Manche Häuser sind effizienter, vor allem Neubauten oder sanierte Gebäude, andere wiederum weniger effizient. So haben z. B. alte Bauerngehöfte in Fachwerkbauweise oft nur eine schlechte Wärmedämmung und benötigen viel Heizenergie. Zwar ist der „Normverbrauch“ solcher Gebäude sehr hoch (über 200 oder 250 kWh pro Quadratmeter und Jahr), aber der reale Verbrauch manchmal geringer (Clausen, J. et al, 2024). Aber gerade Eigentümer:innen schlecht isolierter Gebäude sind oft sparsamer und heizen nicht so viel oder nicht so viele Räume. Im Konvoi sind knapp 70 % des Wohngebäudebestands vor der ersten Wärmeschutzverordnung (1977) erbaut, d. h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz generell noch keine wesentliche Rolle beim Neubau spielte.

Die KEA-BW hat im Juni 2023 eine aktualisierte Version des **Technikkatalogs** mit Kennzahlen für die Ausarbeitung der kommunalen Wärmeplanung veröffentlicht. Der Technikkatalog enthält u. a. flächenbezogene Wärmeverbrauchskennwerte (Endenergie in kWh/m²a) für Wohngebäude unterschiedlicher Baualtersklassen im Ist-Zustand, wobei hier bereits eine Teilsanierung der Gebäudehülle berücksichtigt ist. Des Weiteren werden Zielverbrauchskennwerte als maximales Potenzial der Wärmeverbrauchseinsparung ausgegeben, die nach energetischer Sanierung der Gebäudehülle bis zum Jahr 2040 erreicht werden können (vgl. Abbildung 18). Auf Basis dieser Werte werden in diesem Unterkapitel die maximalen Effizienzpotenziale der Nachfrageseite für das klimaneutrale Zielszenario 2030 bzw. 2040 ermittelt (vgl. a. Kap. 4.2). Dabei wird berücksichtigt, dass die jährlichen Sanierungsraten begrenzt sind. Die derzeit jährlichen Sanierungsraten in Deutschland liegen bei etwa 1 % (Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen, 2024). Um die Klimaziele zu erreichen, wurde für den Konvoi ein Zielwert einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % festgelegt.

Die potenzielle Endenergieeinsparung der in Baualtersklassen eingeteilten Gebäude kann mit den Kennwerten des Technikkatalogs berechnet werden. Beispiel: Für die (teilweise sanierten) Wohngebäude der Altersklasse 1949-1978 wird ein heutiger spezifischer Endenergieverbrauch von 208 kWh/m²a angenommen. Der verbleibende Endenergieverbrauch nach Sanierung dieser Gebäude im Jahr 2040 liegt bei 73 kWh/m²a. Dies entspricht einer Endenergieeinsparung von 64,9 %. Das größtes Einsparungspotenzial durch energetische Gebäudehüllensanierungen haben die Baualtersklassen 1919-1948 und die Nachkriegsbauten von 1949- 1978. Die späteren Baualtersklassen weisen niedrigere Potenziale auf, bedingt durch gestiegene gesetzliche Vorgaben zur Energieeinsparung im Bau seit Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung Ende der

1970er und den darauffolgenden regelmäßigen Verschärfungen über die Energieeinsparverordnung (EnEV) bis hin zum GEG heute. Die Altersklasse „bis 1919“ umfasst viele Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen und/oder bei denen bestimmte energetische Sanierungsmaßnahmen, z. B. eine Ertüchtigung der Gebäudehülle auf Grund der Bausubstanz oder ortsbildprägender Fassadenelemente bzw. baukulturelle Interessen entgegensteht. Entsprechend fällt das Einsparpotenzial in dieser Baualtersklasse mit rund 25 % vergleichsweise gering aus.

Die Wärmebedarfseinsparung wird in Abbildung 18 dargestellt. Für öffentliche Gebäude und Gewerbebetriebe wurden die KEA-BW-Zahlen gleichermaßen verwendet. Für die Industriegebäude wurde eine separate Annahme für die Energieeinsparung bis 2040 getroffen: ein Einsparungspotenzial von 18% bis 2040 (Deutsche Energie-Agentur, 2011).

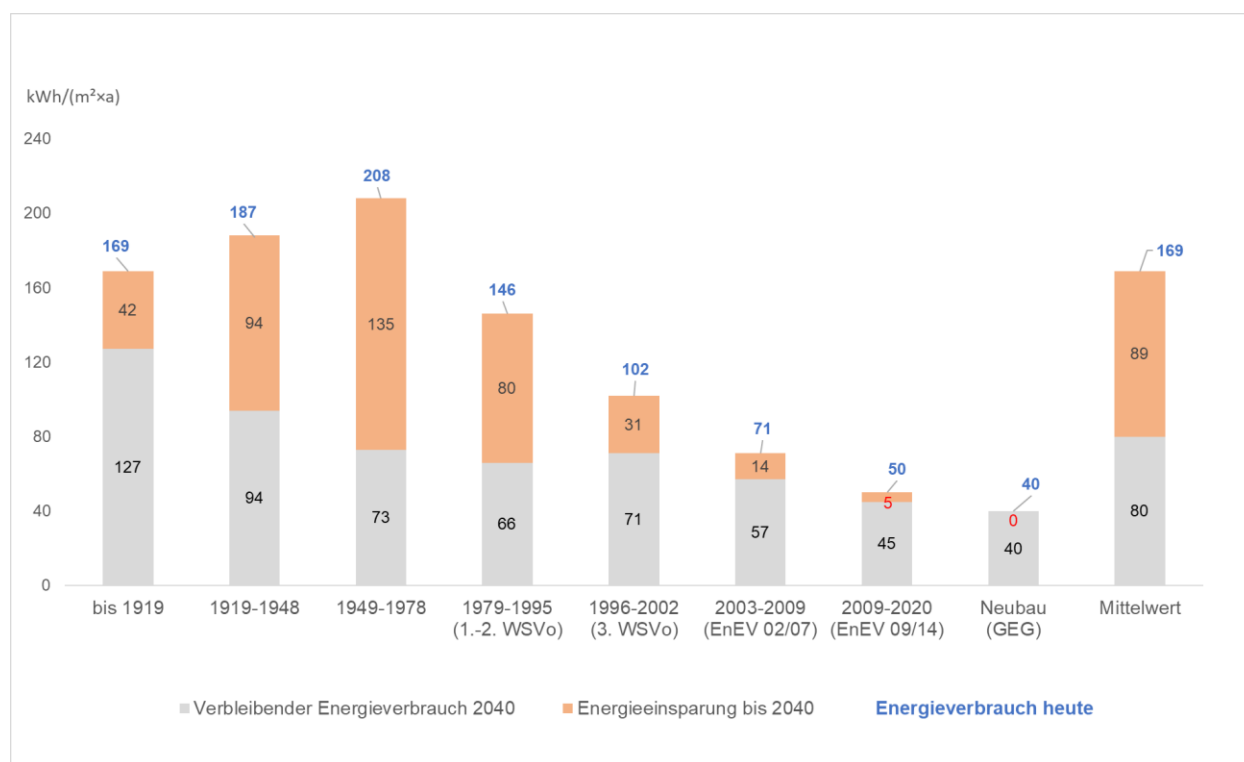


Abbildung 18: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklassen: Ist-Stand (teilsaniert) und energetische Sanierung bis 2040
(Quelle: KEA-BW, 2023)

Der Maxime folgend, dass erst durch Effizienzmaßnahmen der Energieverbrauch reduziert werden soll, bevor der verbleibende Verbrauchsanteil möglichst mit erneuerbaren und effizienten Heizungstechnologien gedeckt wird, stellen diese Kennzahlen eine wichtige Grundlage für die Abschätzung des zukünftigen Wärmeverbrauchs dar. Danach kann, wie gesetzlich gefordert, ein ambitioniertes klimaneutrales Szenario für den Wärmemarkt bis 2040 – mit Zwischenschritt in 2030 – entworfen werden (vgl. Kap. 4.2).

Weitere Potenziale zur **Effizienzsteigerung** im Gebäudebestand betreffen insbesondere folgende Maßnahmen (vgl. auch Abbildung 19):

- Effizienzsteigerung der Heizungssysteme: Für Effizienzsteigerungen von Heizsystemen gibt es verschiedene technische Optionen, z. B. Absenkung der Vorlauftemperatur mittels Einstellung von Anlagenparametern, Nachtabenkung der Temperaturen, Überprüfung/Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen der Bewohner und Nutzer oder vor allem der hydraulische Abgleich, bei dem alle Teile des Heizsystems genau aufeinander abgestimmt werden.¹⁵
- Technisches Monitoring und Optimierung von Anlagen: Bei Nichtwohngebäuden (Gewerbe, Industrie oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings, regelmäßigen Kontrollen oder unter Einsatz von Sensorik überprüft und optimiert werden, z. B. durch bedarfsgerechte Beleuchtung, Temperaturfühler oder automatische Einzelraumregelung.
- Einsparung von Prozesswärme: Wesentliche Effizienzpotenziale bestehen beim Verbrauch von Prozesswärme bei Industriebetrieben durch Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, z. B. durch energieeffiziente Anlagenkomponente (Pumpen, Ventilatoren etc.) oder effiziente Umwandlungs- und Erzeugertechnologien. Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung durch Abwärme. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Die Wärme kann zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe dazu Kapitel 3.2.7).

¹⁵ Vgl. z. B. <https://www.energiewechsel.de/KAENEFF/Redaktion/DE/Standardartikel/hydraulischer-abgleich-energieeffizientes-heizen.html> (Abruf: 29.10.2024).

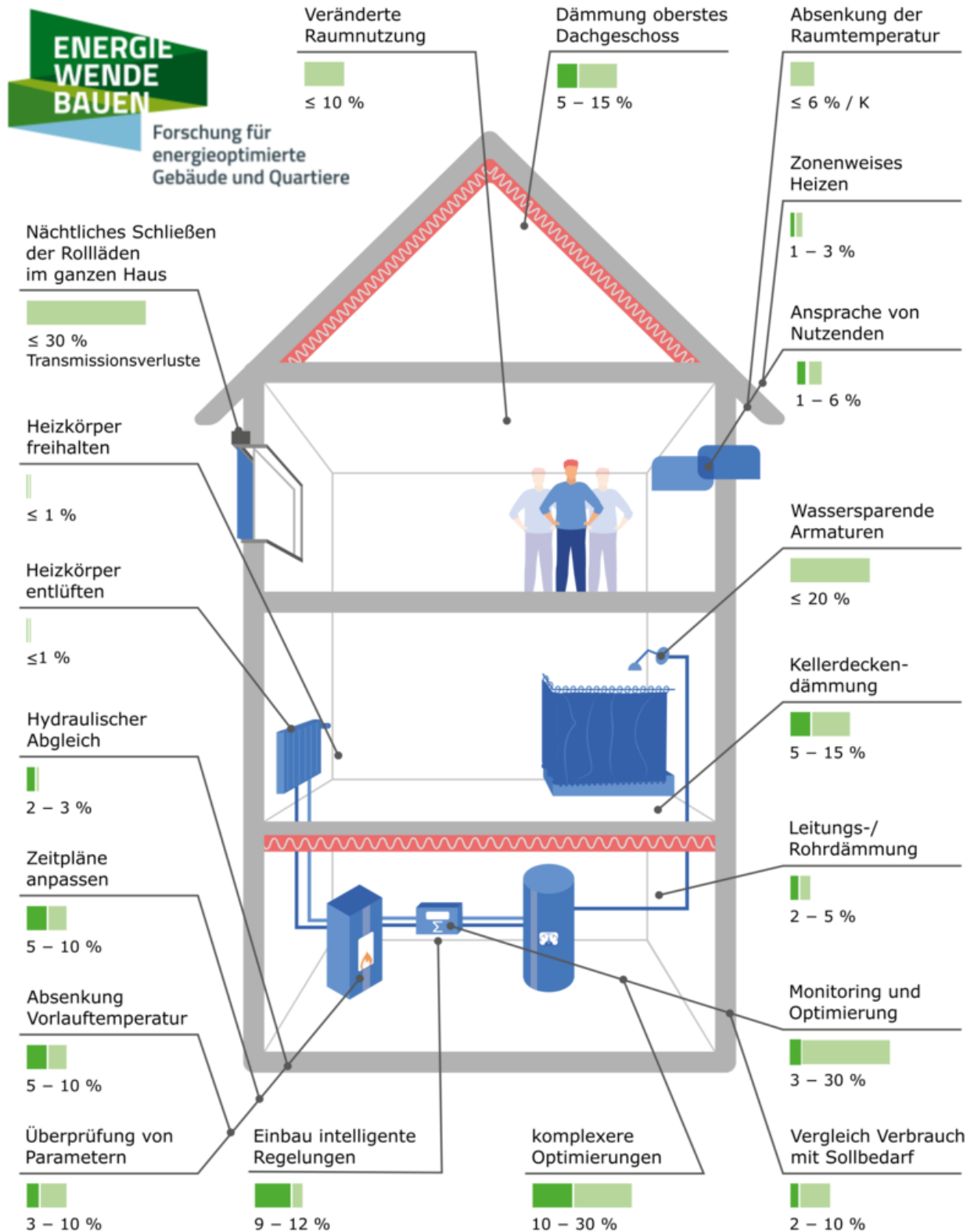


Abbildung 19: Mögliche Effizienzmaßnahmen und potenzielle Einsparungen im Gebäudebestand
(Quelle: Rehmann, F. et al, 2022)

3.2 Erneuerbare Erzeugungspotenziale

Zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestandes muss der nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf möglichst treibhausgasarm über **erneuerbare Energieträger** gedeckt werden. Erneuerbare Energien haben gegenüber fossilen Energieträgern deutliche Vorteile: sie stehen nahezu unerschöpflich zur Verfügung und wirken durch ihre sehr geringen THG-Emissionen klimaschonend, d. h. sie treiben den Treibhauseffekt nicht weiter an. Durch ihre lokale Verfügbarkeit stärken sie außerdem die lokale Wertschöpfung und reduzieren Importabhängigkeiten für fossile Energieträger. Vielfach sind Technologien marktreif entwickelt, so dass – bei langfristigem Planungshorizont (> 20 Jahre) und hinsichtlich steigender CO₂-Preise – erneuerbare Energiequellen mittlerweile konkurrenzfähig erschlossen werden können. Im Folgenden sind diese für den Konvoi Stockach im Einzelnen dargestellt.

Bezüglich verschiedener Potenzialbegriffe lassen sich folgende Arten unterscheiden:

- Theoretisches Potenzial: Physikalisch vorhandenes bzw. nutzbares regionales Potenzial, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne oder Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem festgelegten Zeitraum.
- Technisches Potenzial: Anteil des theoretischen Potenzials, der durch bekannte Technologien und Bereitstellungsverfahren erschlossen werden kann. Das Potenzial entspricht einer derzeitigen Obergrenze. Die Potenziale werden durch wirtschaftliche oder politische Rahmenbedingungen weiter eingeschränkt.
- Wirtschaftliches Potenzial: Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Höhere Kosten für fossile Energieträger (z. B. CO₂-Bepreisung) oder Förderung für die Erschließung von erneuerbaren Energien können die wirtschaftlichen Potenziale wesentlich beeinflussen. Dies beinhaltet auch z. B.: Material- und Erschließungskosten, Betriebskosten oder erzielbare Energiepreise.
- Realisierbares Potenzial (praktisch nutzbares Potenzial): Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren ab, z. B. Akzeptanz bei der Erschließung verschiedener Wärmequellen, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen oder kommunale Prioritäten.

In der folgenden **Potenzialanalyse** wurden die technischen Potenziale der wesentlichen erneuerbaren Energieträger für Wärme und Strom ermittelt und mit den Gemeinden abgestimmt, um ein möglichst praktisch nutzbares Potenzial zu erhalten. In vielen Fällen wurde auf pauschale Annahmen zurückgegriffen, die im Wesentlichen auf Erfahrungswerte und/oder Empfehlungen der KEA BW beruhen.

3.2.1 Biomasse

Die Verwendung von **nachwachsenden Rohstoffen** und **organischen Abfällen** für die Energieerzeugung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen kann ein Baustein zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energieressourcen und damit für die Umsetzung der Wärmewende sein. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass derartige Flächen bereits heute einer Nutzungskonkurrenz unterliegen können. Aus diesem Grund findet für den Konvoi Stockach keine Betrachtung von landwirtschaftlichen Flächen zur Energieerzeugung (z. B. mittels Energiemais) statt.

Biomasse aus **Holz** kann hingegen kurzfristig verfügbar sein und ist erneuerbar. Sie bietet als Energieträger die Möglichkeit, bei Vergasung und Verbrennung hohe Temperaturen zu erzeugen und lässt sich gut transportieren und lagern, so dass sie überregional und saisonal flexibel verwendet werden kann. Vor dem Hintergrund von Naturschutz, Ressourceneffizienz und mit Rücksicht auf die Bedeutung der stofflichen Nutzung von Holz in u. a. der Bau-, Zellstoff- und Möbelindustrie können generell nur Waldrestholz aus der (nachhaltigen) Forstwirtschaft sowie holzartige Abfälle aus Haushalten, Gewerbe oder der Landschaftspflege für die Wärmeerzeugung verwendet werden.

Da die lokalen Gegebenheiten und bereits bestehende (Forst-)Nutzungen berücksichtigt werden müssen, sind die ermittelten Biomasse-Potenziale für die Waldrestholznutzung mit den Gemeinden abgestimmt. So geht beispielsweise Eigeltingen davon aus, dass die eigenen Potenziale bereits ausgeschöpft sind. In der nachfolgenden Tabelle sind die Abstimmungsergebnisse für das Biomasse-Potenzial der Gemeinden im Konvoi dargestellt. Als Anhaltswerte für Flächenerträge von Waldrestholz wird ein Wert von 4,3 MWh pro ha angenommen (KEA BW, 2023a).

Tabelle 5: Ermittelte und abgestimmte Potenziale für Waldrestholznutzung im Konvoi (Quelle der Waldflächen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2023)

Gemeinde	Potenzial Waldrestholznutzung in MWh/a*
Stockach	9.305
Steißlingen	3.130
Orsingen-Nenzingen	600
Eigeltingen	0
Mühlingen	1.462
Hohenfels	4.597
Bodman-Ludwigshafen	2.883
Summe	21.977

In Summe ergibt sich für den Konvoi Stockach ein Potenzial durch Waldrestholznutzung in Höhe von ca. **21.977 MWh**.

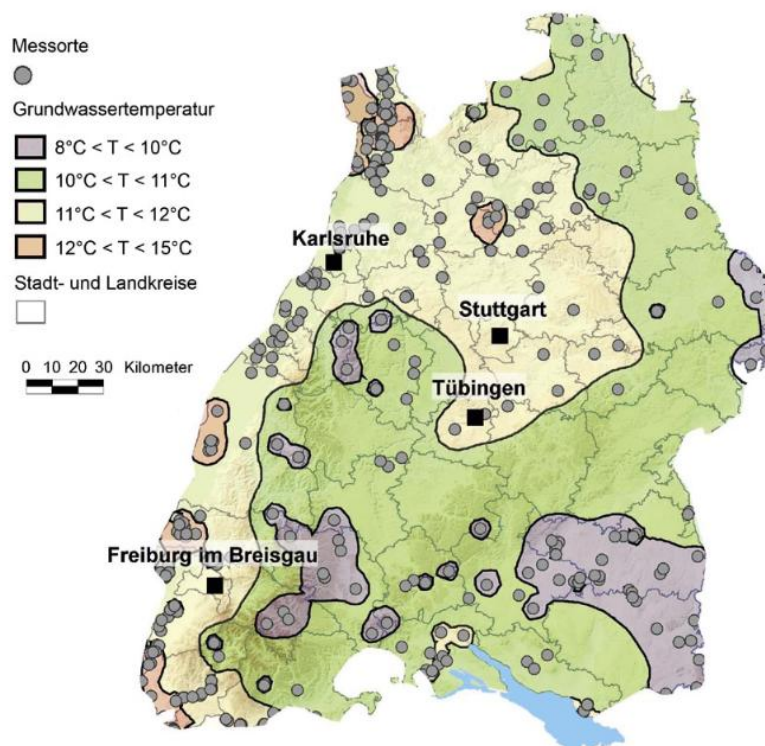
3.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der Erdwärme unterscheidet man grundsätzlich zwischen Tiefengeothermie und oberflächennaher Geothermie (weniger als 400 Meter Bohrtiefe). Je tiefer gebohrt wird, desto höher werden die Temperaturen, die sich zur Nutzung von Wärmeenergie an die Oberfläche befördern lassen. Durch Quellentemperaturen der oberflächennahen Geothermie von ca. 8-12°C und der Nachschaltung einer Wärmepumpe eignet sich die Technologie bedingt auch für den effizienten Betrieb im unsanierten Gebäudebestand. Oftmals sind Anpassungen an den Heizflächen und/oder der thermischen Gebäudehülle durch Reduktion der Transmissionswärmeverluste notwendig oder empfehlenswert, damit ein effizienter Heizbetrieb mit niedrigeren Vorlauftemperaturen im gebäudeinternen Heizungssystem gewährleistet werden kann.

Bei der **oberflächennahen Geothermie** (bis max. 400 m Tiefe) gibt es vorrangig die folgenden Verfahren:

- Grundwassernutzung
- Erdwärmekollektoren (als Flächenkollektor oder Erdwärmekorb)
- Erdwärmesonden

Bei der Grundwassernutzung wird mittels Entnahmebrunnen Grundwasser gefördert, welchem Energie entzogen wird, die zum Heizen bzw. zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden kann. Das abgekühlte Grundwasser wird in einen Schluckbrunnen wieder zurückgeleitet. Den Gemeinden im Konvoi Stockach bieten sich aufgrund günstiger Grundwassertemperaturen (ca. 10°-12°C) gute Voraussetzungen für die Nutzung von Grundwasserwärme (vgl. Abbildung 20).



*Abbildung 20: Grundwassertemperaturen in Baden-Württemberg
(Quelle: Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), 2009, S. 15)*

Ein **Erdwärmekollektor** sind flache, in etwa 0,8 bis 1,6 m Tiefe horizontal verlegte Wärmetauscherrohre, die an eine Wärmepumpe angeschlossen sind (s. Abbildung 21).

In der Bohrung für eine **Erdwärmesonde** befindet sich ein geschlossenes Rohrsystem, das die Erdwärme mithilfe einer frostsicheren Wärmeträgerflüssigkeit (Sole) an die Oberfläche befördert und sie, ggf. durch ein kaltes Nahwärmenetz an der Erdoberfläche geleitet, an eine Wärmepumpe übergibt. Es wird von Erdwärmesondenfeldern gesprochen, wenn mehr als 5 Erdwärmesonden im räumlichen Zusammenhang stehen, wobei Mindestabstände zwischen den einzelnen Abteufungen zu berücksichtigen sind. Erdwärmesonden stellen eine Lösung für die Nutzung von Geothermie auf kleineren Grundstücken dar, die für die kostengünstigeren Erdwärmekollektoren keine ausreichend große Fläche bieten. Es ist individuell zu prüfen, welche Nutzungsform der oberflächennahen Geothermie die geeignetste Lösung ist. Wichtige Kriterien sind neben der Grundstücksgröße z. B. die Bodenbeschaffenheit, Lage des Grundstücks (z. B. Hanglage), Zugänglichkeit (für Bohr- und Baugeräte), Genehmigungsfähigkeit (z. B. wasserrechtlich) und die Investitionsbereitschaft.

Im Folgenden werden Erdwärmesonden als mögliche Form der oberflächennahen Geothermie dargestellt. Die Heizenergie kann dabei entweder über klassische Heizkörper oder über eine

Fußbodenheizung genutzt werden. Abbildung 21 zeigt die schematische Darstellung der Wirkungsweisen am Beispiel der Nutzung von Heizenergie mittels Fußbodenheizung.

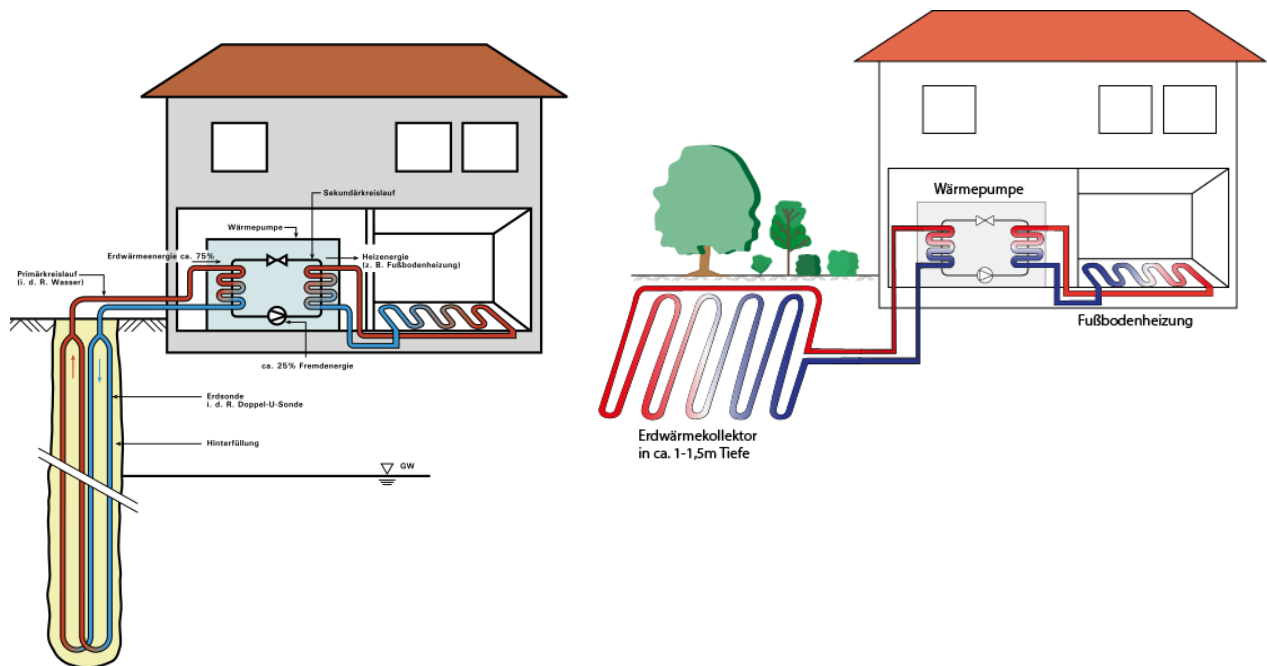


Abbildung 21: Schematische Darstellung Erdwärmesonde und Erdwärmekollektor

(Quelle: <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/.../erdwaermesonden>, <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/oberflaechennahe-geothermie/erdwaermekollektoren>, Abruf: 29.10.2024)

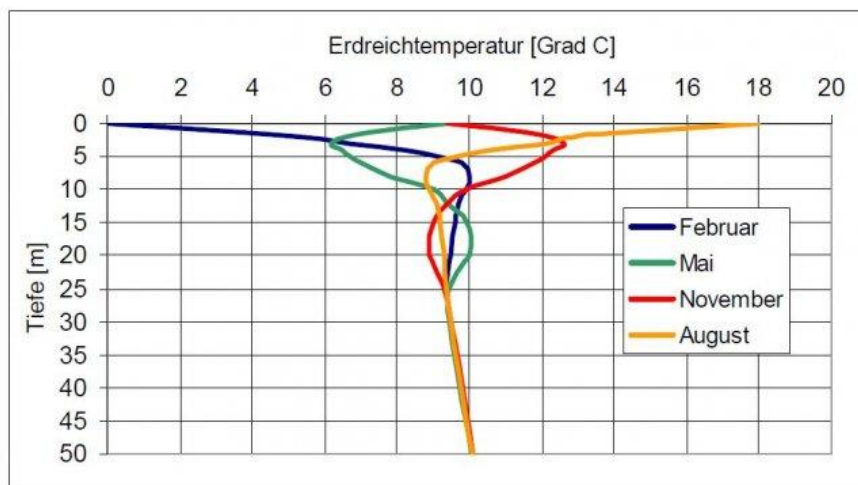


Abbildung 22: Erdreichtemperaturen nach Tiefe unter der Geländeoberkante

(Quelle: ZHAW, 2023)

Abbildung 22 zeigt, dass die Temperaturen mit zunehmender Bohrtiefe ansteigen und in tieferen Erdschichten, ab einer Bohrtiefe von ca. 25 m, über das Jahr hinweg unabhängig von der Außentemperatur der Luft sehr konstant bleiben. Bei einer oberflächennahen geothermischen Anlage wird eine Sole-Wärmepumpe hinter die geothermische Bohrung geschaltet. Die Sole-

Wärmepumpe nutzt die Erdwärme als Umweltwärme zur Erzeugung von Heizenergie. Wärmepumpen arbeiten effizienter mit einem möglichst geringen Temperaturhub (Differenz der Wärmequellentemperatur und der Vorlauftemperatur des Heizungssystems). Somit arbeitet eine Sole-Wärmepumpe mit geothermischer Bohrung bei kalten Temperaturen im Winter deutlich effizienter als eine Luft-Wärmepumpe.

Wasserschutzgebiete

Bau und Betrieb von Erdwärmebohrungen in Wasserschutzgebieten der Zonen I bis III / IIIA sind i. d. R. verboten. Ausnahmen sind in den Zonen III / IIIA im Einzelfall möglich, wenn eine Verunreinigung des Grundwassers ausgeschlossen werden kann. In der Zone III B sind oberflächennahe Erdwärmebohrungen i. d. R. erlaubt.

Flächen außerhalb von Wasserschutzgebieten sind hingegen grundsätzlich für Geothermie in Betracht zu ziehen. In diesen Gebieten sind Zustrombereiche von Grundwassernutzungen, Bohrtiefenbegrenzungen und Einzelfallbeurteilungen ggf. in Abstimmung mit der Unteren Wasser-schutzbehörde abzustimmen.

Bohr-/Bergrecht

Jede Bohrung für die Nutzung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden ist dem Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau über das LGRB-Portal (<https://anzeigeportal.lgrb-bw.de/>) anzuzeigen.

Erdwärmeerschließungen, die tiefer als 100 m reichen, sind gemäß § 3 Abs. 1 i. V. m. § 127 Bundesberggesetz (BbergG) durch die Landesbergdirektion im LGRB zu gestatten und zu überwachen. Ansprechpartner beim Genehmigungsprozess einer Bohrung ist generell das Wasser-rechtsamt im Landratsamt, welches mit dem LGRB die rechtlichen Abstimmungen durchführt.

Die KEA BW weist Potenziale für Erdwärmesonden in Baden-Württemberg aus, die in der folgenden Abbildung für das Stadtgebiet Stockach beispielhaft dargestellt sind. Dabei werden Wasserschutzgebiete und die relevanten Gebietszonen berücksichtigt. Die schematische Vorgehensweise zur Erhebung dieser Daten ist in Anhang 2 dokumentiert.

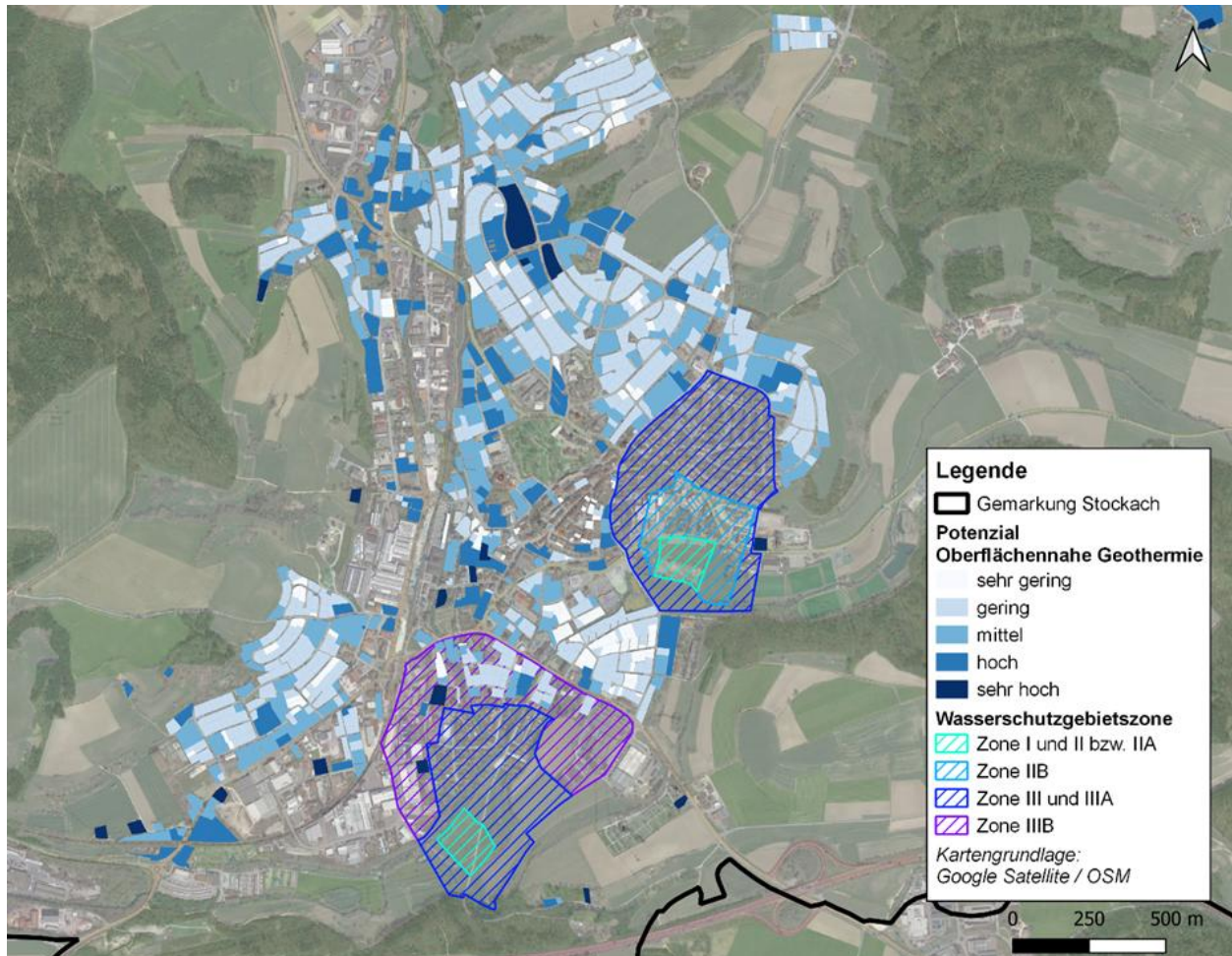


Abbildung 23: Potenzial oberflächennaher Geothermie am Beispiel Stadt Stockach
(Datenquellen: KEA-BW, 2023b; LUBW)

Weitere Informationen zur Nutzung von Geothermie finden sich in den aktuellen Leitfäden zur Nutzung der Erdwärme (Grundwasser, Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren) des Umweltministeriums Baden-Württemberg (Umweltministerium, 2006/2008/2009).

Die Potenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie wurden mit den Gemeinden abgestimmt und entsprechen nicht dem maximalen, technischen Potenzial, welches aus den Potenzialausweisungen der KEA-BW hervorgeht. Während die meisten Gemeinden einen Anteil von 50 % des Potenzials annehmen, rechnet Orsingen-Nenzingen mit 2,5 %. In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte für das oberflächennahe Geothermie-Potenzial der Gemeinden des Konvois dargestellt.

Tabelle 6: Abgestimmte Potenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie im Konvoi (Grundlagenquelle: KEA BW, 2023b)

Gemeinde	Potenzial oberflächennaher Geothermie in MWh/a
Stockach	53.558
Steißlingen	12.567
Orsingen-Nenzingen	435
Eigeltingen	17.184
Mühlingen	12.540
Hohenfels	14.841
Bodman-Ludwigshafen	14.847
Summe	125.972

In Summe ergibt sich für den Konvoi Stockach ein Potenzial durch oberflächennahe Geothermie in Höhe von ca. **125.972 MWh**.

3.2.3 Tiefengeothermie

Eine **Tiefengeothermieanlage** kann, unabhängig von Wettereinflüssen und Tages- und Nachtzeiten, nahezu ganzjährig ununterbrochen umweltfreundliche Wärme und/oder Strom liefern. Tiefengeothermie ist als lokale erneuerbare Energiequelle grundlastfähig und kann damit wesentlich zu einer hohen Versorgungssicherheit in einem klimaneutralen Wärmesektor beitragen. Eine solche Anlage nutzt die Wärme ab mindestens 400 m Tiefe. In diesen Tiefen kann Wärme mit hohen Temperaturen genutzt werden, die dann direkt (fast ohne den Einsatz von zusätzlichem Strom) in ein Wärmenetz eingespeist werden kann.

Der Realisierung einer tiefengeothermischen Anlage gehen umfangreiche Voruntersuchungen und Genehmigungsverfahren voraus. Stockach liegt im Molassebecken, das neben dem Oberrheingraben ein weiteres Gebiet in Baden-Württemberg ist, in dem die geologischen Verhältnisse für eine tiefe geothermische Nutzung günstig sind.¹⁶ Das Molassebecken erstreckt sich südöstlich der Donau im voralpinen Raum über Österreich, Deutschland und der Schweiz. Im deutschen Bereich wurde das tiefengeothermische Potenzial im Rahmen des Forschungsprojekts GeoMol (GeoMol Team, 2015) untersucht, allerdings nur in der Region Kempten bis Sipplingen. Am südöstlichen Ende dieses Gebietes (rund um Bregenz) wurden die höchsten Temperaturen im Untergrund gefunden. Da für die Region um Stockach keine Daten dieser oder ähnlicher Untersuchungen vorliegen, kann ohne umfangreiche Voruntersuchungen keine konkrete Aussage zum Tiefengeothermie-Potenzial für den Konvoi getroffen werden.

¹⁶ Vgl. <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg/molassebecken> (Abruf: 29.10.2024).

3.2.4 Solarthermie

Solarthermieranlagen wandeln Sonnenenergie in thermische Energie um. **Solarthermische Kollektoren** werden vorwiegend auf privaten oder gewerblichen Gebäudedächern installiert, können jedoch auch als solarthermische Großanlagen in Kombination mit Langzeitspeichern in einer Wärmenetzversorgung eingesetzt werden.

Die betrachteten Gemeinden liegen in einem Breitengrad, in dem die Strahlungsintensität der Sonne keinen ganzjährigen und vollständigen solarthermischen Heizbetrieb gewährleistet. In der Praxis bedeutet dies, dass in der Übergangszeit (Frühjahrs- und Herbstmonate) nur temporär auf eine Zuschaltung der konventionellen Heizung verzichtet werden kann. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei mittlerer Auslegung von solarthermischen Anlagen durchschnittlich 60 % des Endenergieverbrauchs für die Warmwasserbereitung (DAA GmbH, 2024) sowie 10 % des Endenergieverbrauchs (Umweltministerium BW, 2016) für die Gebäudeheizung abgedeckt werden können. Bei größerer Auslegung einer Solarthermieranlage inkl. Pufferspeicher lässt sich die Eigenverbrauchsquote weiter erhöhen. In der Sommer- und teils in der Übergangszeit können solarthermische Anlagen fossile Heizungsanlagen sogar vollständig ersetzen. Solarthermie ist eine Erfüllungsoption für das GEG und bewährt sich insbesondere in klimafreundlichen Hybridsystemen, wie z. B. in Kombination mit Wärmepumpen.

Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) hat im Jahr 2021 eine aktualisierte Version des Solarkatasters für Dachflächen im Energieatlas für Baden-Württemberg veröffentlicht. Die Analyse beinhaltet unter anderem die Eignung der Dachflächen (sehr hohe, hohe, mittlere, geringe Einstrahlung) sowie Daten für die 3D-Dachflächen der Dachseiten, die sich für die Installation solartechnischer Modulanlagen (solarthermisch oder photovoltaisch) eignen (in m²).

Für die Berechnung des Potenzials von **Solarthermie auf Dachflächen** in der Stadt / den Gemeinden des Konvois Stockach wird eine Technik Kennzahl des Leitfadens für die kommunale Wärmepläne verwendet. Der jährliche Kollektorertrag beträgt demnach ca. 400 kWh/m² (Kea BW, 2021). Es wird davon ausgegangen, dass für Dachflächen in den meisten Fällen eine Photovoltaik-Nutzung bevorzugt wird, sodass lediglich ein geringer Prozentanteil der Potenzialflächen auf Solarthermie entfällt. Aufbauend auf dieser Datengrundlage sind die Solarthermie-Dachflächenpotenziale jeweils mit den Gemeinden abgestimmt und in Tabelle 7 zusammengefasst. Dabei wird jeweils von einem Anteil von 5-10% der Dachflächen mit hoher/sehr hoher Eignung ausgegangen.

Tabelle 7: Abgestimmte Potenziale zur Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen im Konvoi (Grundlagenquelle: LUBW, 2021)

Gemeinde	Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen in MWh/a
Stockach	13.735
Steißlingen	3.814
Orsingen-Nenzingen	6.113
Eigeltingen	4.025
Mühlingen	2.551
Hohenfels	3.041
Bodman-Ludwigshafen	3.393
Summe	36.672

In Summe ergibt sich für den Konvoi Stockach ein Potenzial durch Solarthermie auf Dachflächen in Höhe von ca. **36.672 MWh**.

Freiflächen

Alle Freiflächen, die im Energieatlas der LUBW¹⁷ als potenzielle Flächen für Photovoltaik (PV) im Untersuchungsraum genannt sind, sind grundsätzlich auch für Solarthermie geeignet. Ob PV oder Solarthermie installiert wird, ist davon abhängig, ob eine Solarthermieanlage zur Wärmeerzeugung an ein Wärmenetz angeschlossen werden kann oder soll. Durch die hohen Temperaturen der Solarthermieanlage ist eine direkte Wärmeeinspeisung ins Wärmenetz möglich.

Für die Berechnung der Potenziale für die **Solarenergienutzung auf Freiflächen** gibt der Energieatlas der LUBW generell die Freiflächen vor, die theoretisch für Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung – FFÖ-VO¹⁸ geeignet sind. Anhand eines Indikatorenmodells sind dort alle Flächen in benachteiligten sowie auf gut geeigneten Gebieten, wie Konversionsflächen und Seitenrandstreifen aufgeführt. Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse werden nur Potenzialflächen auf Konversionsflächen und Seitenrandstreifen berücksichtigt, da den benachteiligten Flächen bestimmte Restriktionen entgegenstehen oder Einschränkungen bestehen können¹⁹, für die es eine gezielte Analyse auf Kommunalebene bedarf.

¹⁷ Vgl. www.energieatlas-bw.de.

¹⁸ Seit der im März 2017 verabschiedeten Verordnung zur Öffnung der Ausschreibung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen für Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten (Freiflächenöffnungsverordnung – FFÖ-VO) können in Baden-Württemberg bei den bundesweiten Solarausschreibungen auch Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten landwirtschaftlichen Gebieten im Umfang von bis zu 100 MW pro Kalenderjahr bezuschlagt werden.

¹⁹ Sog. harte Restriktionen (z. B. Waldflächen, Naturschutzgebiete) oder weiche Restriktionen (z. B. Natura 2000- und Landschaftsschutzgebiete).

Die Lage der ermittelten Potenzialflächen (Stand 2018) der jeweiligen Kommunen kann den Potenzialkarten in den Gemeindesteckbriefen (Anhang 3) entnommen werden. Grundsätzlich kann für die Nutzung von Solarthermie ein jährlicher Ertrag von 400 kWh/m² Bodenfläche angesetzt werden (Kea BW, 2021), woraus sich für den Konvoi unter Berücksichtigung der ausgewiesenen Flächen (ohne und mit weichen Restriktionen) ein theoretisches, maximales Potenzial von 861.288 MWh ergibt. Die Flächen stehen allerdings in Nutzungskonkurrenz zu einer Belegung mit Freiflächen-Photovoltaik. Im Rahmen der KWP wird nur die Nutzung der Flächen für Photovoltaik (s. Kapitel 3.2.5) angenommen, da für eine Freiflächen-Solarthermieranlage eine Wärmeabnahme oder eine Anbindung an ein Wärmenetz in der direkten Umgebung erforderlich ist; auch sind für Wärmenetze i. d. R. bereits alternative Erzeugungstechnologien verfügbar (vgl. Kapitel 3.2.10).

Beim Ausbau zentraler Wärmeversorgungsinfrastrukturen sollten zukünftig solche Anlagen dennoch als eine potenzielle Wärmequelle in Betracht gezogen werden, da sie einen Beitrag zur klimaneutralen und erneuerbaren Versorgung darstellen (können). Um die weitere Versiegelung von Flächen zu vermeiden, können auch bereits versiegelte Areale, wie großflächige Parkplätze oder Konversionsflächen, in Betracht gezogen werden.

3.2.5 Photovoltaik zur Stromerzeugung

Dachflächen

Gemäß Energieatlas BW gibt es auf Dachflächen der Stadt Stockach und den Gemeinden im Konvoi eine installierte PV-Leistung von ca. 39.000 MWh/a (Stand 2018, vgl. Tabelle 8).

*Tabelle 8: Bestehende installierte PV-Leistung im Konvoi
(Quelle: LUBW- Energieatlas, Stand 2018)*

Gemeinde	Stromerzeugung in MWh/a
Stockach	14.526
Steißlingen	4.546
Orsingen-Nenzingen	3.257
Eigeltingen	4.171
Mühlingen	5.240
Hohenfels	4.556
Bodman-Ludwigshafen	2.686
Summe	38.982

Für die Berechnung der technisch möglichen Stromerzeugung von **Photovoltaik auf Dachflächen** können ebenfalls auf Daten aus dem Energieatlas der LUBW (PV-Dachflächenpotenzial) zurückgegriffen werden (vgl. Tabelle 9).

*Tabelle 9: Maximales, technisches Photovoltaik-Dachflächenpotenzial im Konvoi
(Quelle: LUBW, Stand 2021)*

Dachflächen-Eignung	Modulfläche (m²)	Maximal erzielbarer Jahresertrag (MWh/a)
sehr hoch	1.147.821	148.662
hoch	533.006	74.598
mittel	345.126	46.585
gering / zu prüfen	191.249	21.904
Summe	2.217.202	291.749

Da angenommen werden kann, dass nicht auf sämtlichen Dachflächen im Untersuchungsgebiet PV-Anlagen realisiert werden (können), wurden auch diese Potenziale jeweils mit den Gemeinden näher abgestimmt. Die prognostizierten Annahmen reichen von 15 % des maximalen Potenzials (Orsingen-Nenzingen) bis 50 % (Bodman-Ludwigshafen); die restlichen Gemeinden liegen bei 40 %. Die Potenzialwerte können den Gemeindesteckbriefen in Anhang 3 entnommen werden.

*Tabelle 10: Abgestimmte Potenziale zur Nutzung von Dachflächen-PV im Konvoi
(Grundlagenquelle: LUBW, 2021)*

Gemeinde	Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen in MWh/a
Stockach	45.774
Steißlingen	12.870
Orsingen-Nenzingen	3.000*
Eigeltingen	14.004
Mühlingen	9.608
Hohenfels	11.202
Bodman-Ludwigshafen	15.490
Summe	111.949

Das Potenzial für die PV-Stromerzeugung auf Dachflächen liegt für den Konvoi Stockach somit bei rund **112.000 MWh/a**.

Freiflächen

Der Energieatlas BW listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum theoretischen Potenzial für **PV-Anlagen auf Freiflächen** auf (LUBW, 2020). Die Flächen sind für die

Photovoltaiknutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) geeignet.²⁰ Für Freiflächenanlagen sieht das EEG 2017 als zulässige Flächenkulisse vor allem Konversionsflächen sowie Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenstrecken vor. Auf Grundlage der FFÖ-VO, welche auf der im EEG 2017 enthaltenen Länderöffnungsklausel basiert, können bei den bundesweiten Solarausschreibungen auch Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in sog. „benachteiligten Gebieten“ in Baden-Württemberg bezuschlagt werden.

Es bestehen Solarparks in mehreren Gemeinden des Konvois, z. B. verfügt der Solarpark Mooshof in Bodman-Ludwigshafen und Stockach (Ortsteil Espasingen) über eine Fläche von 16,5 ha.²¹ In Stockach befindet sich ein Solarpark an der Autobahnauffahrt A81 (Stockach West) und in Steißlingen ein Solarpark mit 10 ha Fläche. Weitere Anlagen gibt es in Eigeltingen-Honstetten (auf Carports), in Mühlingen (Mühlweiler) sowie in Liggersdorf (PV auf Wohnmobil-Stellplätzen). Zum Zeitpunkt der Berichterstellung sind mehrere weitere Solarparks in Planung, d. h. die im Verfahren sind oder bereits Baurecht durch einen rechtskräftigen Bebauungsplan besteht, darunter in Bodman-Ludwigshafen (Weiherhof), Mühlingen (Schwackenreute) sowie in Stockach (Hopetenzell und Zizenhausen).

Neben den Potenzialflächen der LUBW sind im Rahmen des Abstimmungsprozesses von den Gemeinden auch bestehende oder geplante Anlagen in die Bewertung mit eingeflossen. Der Leitfaden für die kommunale Wärmepläne (KEA BW, 2021) gibt für die Berechnung der Stromerzeugung aus PV auf Freiflächen einen durchschnittlichen Flächenertrag von 40 kWh/m² Bodenfläche vor. Die Ergebnisse des Abstimmungsprozesses sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

*Tabelle 11: Abgestimmte Potenziale für Freiflächen-Photovoltaik im Konvoi
(Grundlagenquelle: LUBW, 2021)*

Gemeinde	Photovoltaik-Potenzial auf Freiflächen in MWh/a
Stockach	25.195
Steißlingen	1.606
Orsingen-Nenzingen	3.000*
Eigeltingen	6.400
Mühlingen	11.746
Hohenfels	0
Bodman-Ludwigshafen	2.130
Summe	50.077

²⁰ Vgl. <https://www.energieatlas-bw.de/>.

²¹ Vgl. <https://www.buergerenergiebodensee.de/projekte/solarpark-mooshof/> (Abruf: 29.10.2024).

Für den Konvoi ergibt sich in Summe ein Potenzial durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Höhe von ca. **50.000 MWh/a.**

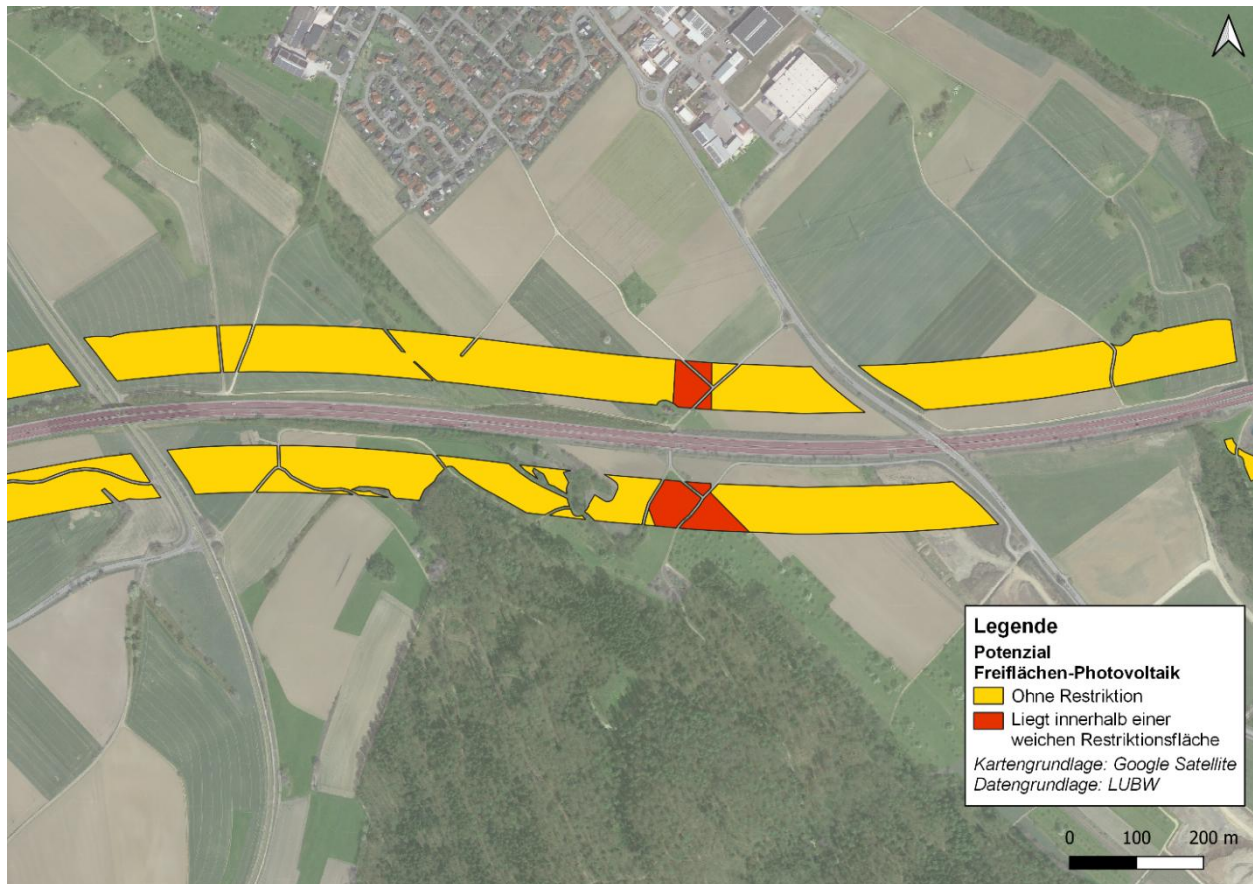


Abbildung 24: Beispiel potenzieller Flächen für Freiflächen-PV bzw. Freiflächen-Solarthermie südlich von Orsingen nach LUBW (Stand: 2021)

3.2.6 Umweltwärme aus Außenluft und Oberflächengewässer (mittels Wärmepumpe)

Eine Potenzialberechnung für die Umweltwärme aus Außenluft wird nicht durchgeführt, da Luft immer zur Verfügung steht. Luft kann mithilfe von **Luft-Wasser-Wärmepumpen** mit einem im Vergleich zu Direktstromheizungen deutlich geringerem Stromeinsatz zur effizienten Wärmeerzeugung genutzt werden. Grundsätzlich entziehen Wärmepumpen der Außenluft (oder dem Erdreich bzw. dem Grundwasser oder einem anderen Wärmeträger wie industrieller Abwärme oder Abwasser) Wärme und heben („pumpen“) sie unter Zuführung von mechanischer Energie in einem Kreislaufprozess durch Verdampfung und Verdichtung eines Arbeitsmediums auf ein höheres Temperaturniveau. Diese „gepumpte“ Wärme kann dann an das Medium im Heizverteilsystem eines Gebäudes abgegeben und als Raumwärme genutzt werden. Wärmepumpen erfüllen als effiziente Technologie die Anforderungen des GEG.

Der Strombedarf eines Wärmepumpensystems kann dabei auch über regenerativ erzeugten Eigenstrom (z. B. PV) oder Ökostrom aus dem Stromnetz gedeckt werden. Bei steigenden Preisen für Wärmepumpenstromtarife und sinkenden Kosten für Batteriespeicher werden Komplettlösungen für ein dezentrales Energiemanagement zunehmend wirtschaftlich. Diese Eigenverbrauchsoptimierung ist nicht zuletzt auch auf Grund von gesunkenen EEG-Einspeisevergütungen und gestiegenen Strompreisen attraktiv.

Der Einsatz der Wärmepumpen ist insbesondere bei gut gedämmten Häusern mit geringen Vorlauftemperaturen im Wärmeverteilsystem wie beispielsweise bei Flächenheizungen sehr vorteilhaft, da die Wärmepumpe bei geringem Temperaturhub am effizientesten arbeitet. Dies ist im Neubau oder im sanierten Altbau der Fall, so dass als Einsatzorte bspw. Niedrigenergiehäuser mit Fußbodenheizung in Betracht kommen. Mit baulichen Anpassungen an der Heizungstechnik (z. B. Vergrößerung der Wärmeüberträgerflächen der Raumheizkörper) ist der Einsatz im unsanierten Altgebäudebestand ohne umfassende Effizienzhaussanierung ebenfalls möglich. Da die Wärmepumpe in der Regel im unsanierten Altbau einen höheren Temperaturhub leisten muss, um die höheren Vorlauftemperaturen im Vergleich zur Flächenheizung bereit zu stellen, kann sie nicht auf ihrem Effizienzmaximum betrieben werden, woraus i. d. R. ein höherer Strombedarf resultiert. Ob die Wärmepumpe ohne Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich sinnvoll ist, muss im Einzelfall geprüft werden.

3.2.7 Abwärme

Die Nutzbarmachung **unvermeidbarer Abwärme** für die Wärmeversorgung (z. B. in Wärmenetzen oder Wärmeversorgungskonzepten für Quartiere mit einer Wärmeleistung > 150 kW) ist nach der Abwärmevermeidung (Abwärmekaskade) die effizienteste Art mit Abwärme umzugehen. Abwärme kann hierbei bspw. bei industriellen Prozessen oder auch im Abwasserkanal als „Abfallprodukt“ anfallen. Statt diese Wärme ungenutzt in die Umwelt abzugeben, werden spezielle Wärmerückgewinnungssysteme bzw. -taucher eingesetzt, um die Abwärme zu erfassen und für weitere wärmerelevante Zwecke zu nutzen.

Die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg hat eine Vorlage/Fragebogen für die Erfassung von Abwärme- und Energiedaten von großen **Gewerbe- und Industrieunternehmen** für die kommunalen Wärmeplanung erstellt (Stand 2023). Im Rahmen des Projekts wurden, in Absprache mit den Kommunalverwaltungen, die größten Unternehmen im Konvoi Stockach angefragt. Das aus dieser Abfrage ermittelte Abwärmepotenzial beträgt ca. **24.900 MWh/Jahr**.

Das Gebiet Hornbach / Möbel Stumpp wird als Wärmenetz-Prüfgebiet ausgewiesen. In diesem Gebiet könnte die Abwärme der Firma Stockach Aluminium GmbH in einem klassischen Wärmenetz (>65°C Vorlauftemperatur) genutzt und Gewerbe- und Wohngebäude mit dieser Wärme

versorgt werden. Die Machbarkeit dieser Nahwärmelösung sollte als nächster Schritt in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden.

Um das Potenzial der **Abwasserwärme** im kommunalen Entwässerungssystem beurteilen zu können, sind neben einer ausreichenden Dimensionierung des Abwasserkanals zur Installation von Wärmetauschertechnologien vor allem ein ausreichender Trockenwetterabfluss von 15 Liter pro Sekunde (Bundesamt für Energie, 2004) erforderlich, um eine ausreichende Überströmung bzw. Wärmeabnahme des Wärmetauschers zu gewährleisten, unabhängig davon, ob dieser als Rinnenwärmetauscher im Kanal oder in Kombination mit einer Schachtsieb- und -pumpanlage außerhalb des Kanals installiert wird. Mit den zur Verfügung stehenden Daten konnte keine Auswertungen geeigneter Abwasserkanäle vorgenommen werden, so dass die Empfehlung bleibt, eine Abwasserwärmenutzung im Einzelfall gemeinsam mit dem für die Entwässerung zuständigen Zweckverband zu prüfen. Um das Abwärmepotenzial aus dem Ablauf der Kläranlagen nutzen zu können, muss die Kläranlage in der Nähe eines möglichen Wärmenetzgebietes liegen. Die Kläranlage in Espasingen ist für eine Ablaufwärmenutzung zu weit entfernt von möglichen Wärmenetzgebieten. Die Kläranlage in Mühlingen liegt in der Nähe eines potenziellen Wärmenetzgebietes, allerdings ist die Kläranlage so klein, dass das Abwärmepotenzial vermutlich nicht wirtschaftlich erschlossen werden kann.

3.2.8 Wind zur Stromerzeugung

Mit einer zunehmenden strombasierten Wärmeversorgung und durch die im Zielszenario (vgl. Kap. 4.2 unten) angenommenen Deckungsanteile elektrisch betriebener Wärmepumpen stellen **Windkraftanlagen** zur regenerativen Stromerzeugung, insbesondere in der Heizperiode, auch einen notwendigen Baustein für die Wärmewende dar. Während das Potenzial durch Photovoltaik sein Maximum im Sommerhalbjahr erreicht, liegt dieses für die Windkraft im Winterhalbjahr, so dass Windkraft eine sinnvolle Ergänzung darstellt. Zudem ist Windkraft gegenüber Photovoltaik und Biomasse deutlich flächeneffizienter²².

Im Energieatlas der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, Stand der Daten 2019) sind zwar keine Windkraftanlagen auf den Gemarkungen der Stadt Stockach bzw. Gemeinden des Konvois verzeichnet, jedoch werden Potenzialflächen für Mühlingen, Bodman-Ludwigshafen und Hohenfels ausgewiesen, die durch ihre Windhöffigkeit und Planungskriterien grundsätzlich für die Realisierung von Windkraftanlagen geeignet sind. Die sich daraus ergebenden Potenziale für die drei Gemeinden sind in Tabelle 12 gelistet.

²² Windkraft ist ca. 20-mal so flächeneffizient wie Photovoltaik und über 300-mal wie Biomasse (<https://www.bund-naturschutz.de/energiewende/erneuerbare-energien/faq-windkraft>, Abruf: 29.10.2024).

*Tabelle 12: Abgestimmte Potenziale für die Nutzung von Windkraft im Konvoi
(Grundlagenquelle: LUBW, 2021)*

Gemeinde	Potenzial durch Windkraft in MWh/a*
Stockach	0
Steißlingen	0
Orsingen-Nenzingen	0
Eigeltingen	0
Mühlingen	9.754
Hohenfels	9.796
Bodman-Ludwigshafen	8.697
Summe	28.247

In Summe ergibt sich für den Konvoi Stockach ein Potenzial durch Windkraft in Höhe von rund **28.000 MWh**.

3.2.9 Seewärme

Der Bodensee ist eine große nachhaltige Energiequelle, die für die ökologische Wärmeversorgung der am See gelegenen Gemeinden (hier: Bodman-Ludwigshafen) genutzt werden kann. Das Bodenseewasser darf grundsätzlich gemäß der Bodenseerichtlinie²³ für thermische Zwecke genutzt werden. Dabei sind verschiedene Restriktionen zu beachten, z. B. die Einhaltung eines Abstandes zu Trinkwasserentnahmestationen oder Zurückführung des thermisch genutzten Wassers in einer Tiefe von 20-40 m. Anlagen bis zu einer Größe von 5 MW können dabei ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren durchlaufen.

Beim ersten Projekt zur Nutzung des **Bodenseewassers** für die Wärmeversorgung von Haushalten und Gewerbenutzungen in Deutschland, in Meersburg ca. 30 km südöstlich von Ludwigshafen, wird künftig Wasser in ca. 20 m Tiefe über eine Leitung entnommen und in eine Energiezentrale geleitet. In einem Wärmetauscher wird die Wärme dem Wasser entzogen, das anschließend um ca. 2-3°C abgekühlt wieder in den See zurückgeleitet wird (vgl. Abbildung 25). In einem zweiten Wasserkreislauf wird das Wasser mit einer Wärmepumpe auf die Temperatur erwärmt, die zum Heizen benötigt wird. Der Strom für die Wärmepumpe kommt teilweise aus einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Energiezentrale. Weiteren Strom (und zusätzliche Wärme) produziert ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einem Wirkungsgrad von ca. 90 %. In einem Pufferspeicher wird die Wärme kurzfristig gespeichert und von dort über ein lokales Wärmenetz mit

²³ Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Bodensee-Richtlinien 2005, Stand: September 2023. Abrufbar unter: www.igkb.org.

einer Vorlauftemperatur von ca. 75°C zu den angeschlossenen Gebäuden geleitet. Die angeschlossenen Gebäude erhalten eine Übergabestation, die die Wärme aufnimmt und an das Wassernetz im Haus weitergibt. Das Projekt ist derzeit in Planung und soll ab 2026 Wärme für Meersburg liefern.

Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer Versorgung mit Seewärme für Ludwigshafen ist in einer Machbarkeitsstudie näher zu untersuchen; hierzu wurde ein Prüfgebiet für das Zentrum entlang der Sernatingen- und Hauptstraße abgegrenzt (Maßnahme A.1.10).

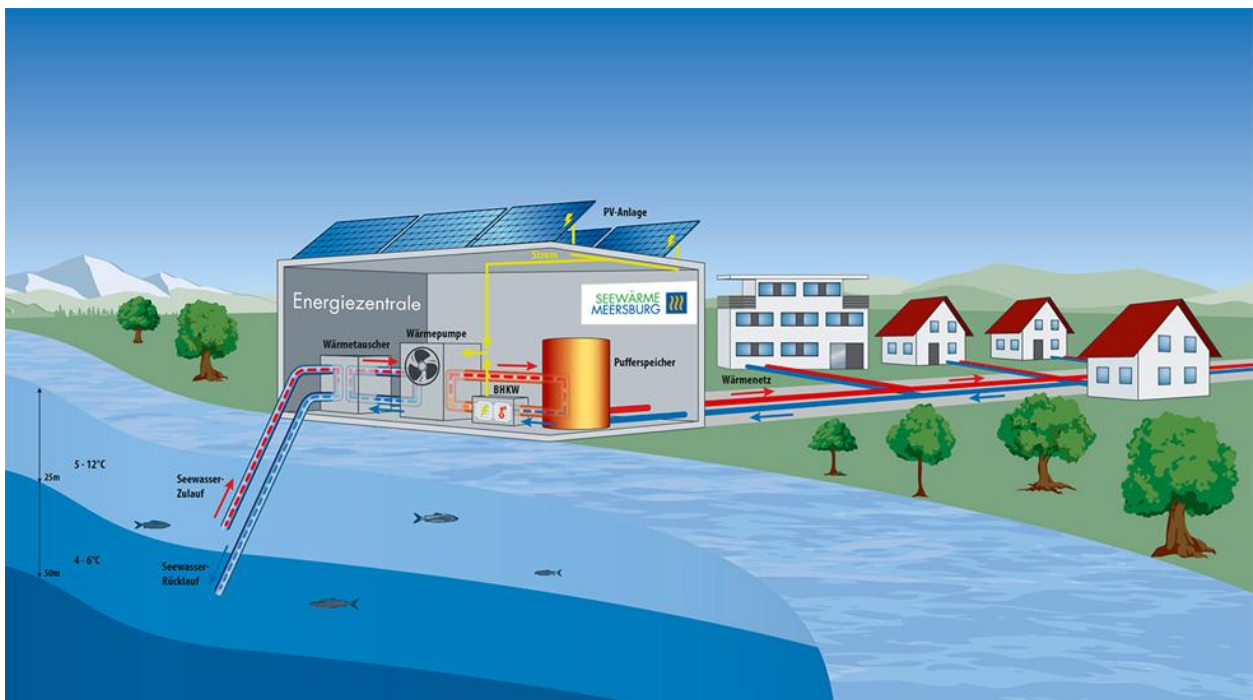


Abbildung 25: Funktionsweise der Energiezentrale und Wärmenetz für Seewärme in Meersburg (Quelle: <https://www.seewaerme-meersburg.de/de/Technik/Technik.html>, Abruf: 29.10.2024)

3.2.10 Transformation der Wärmenetze und Nutzung Kraft-Wärme-Kopplung

Da die kommunale Wärmeplanung für den Konvoi Stockach auf dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg basiert, müssen die Vorgaben des Gesetzes und die Klimaziele eingehalten werden, nämlich eine *klimaneutrale kommunale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040* zu erreichen (§ 1 Abs. 2 KlimaG).

Um die Klimaneutralität für den Konvoi zu erreichen, wird angenommen, dass Wärmenetze, die noch einen fossilen Anteil im Brennstoffeinsatz haben, diesen bis 2040 durch einen erneuerbaren Energieträger ersetzen müssen. Die Versorgung mit regenerativer Wärme in den Wärmenetzen erfolgt fast ausschließlich mit Biogas und Holz (vgl. Abschnitt 2.4, Tabelle 4). Nur fünf der bestehenden Wärmenetze werden noch mit Restanteilen von Erdgas und Heizöl als Brennstoff betrieben, darunter insbesondere das Wärmenetz „Wärmezentrale Dill“ in Stockach, das im Vergleich

zu den anderen Wärmenetzen den höchsten Anteil an fossilen Brennstoffen aufweist. Für die fünf Wärmenetze wurde angenommen, dass der Anteil fossiler Brennstoffe bis 2040 sukzessive durch erneuerbare Energieträger ersetzt wird. Für die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze kann die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) genutzt werden (BAFA, 2023), welche einerseits Transformationsplanungen und Machbarkeitsstudien (Modul 1) und andererseits auch Investitions- und Betriebskosten (Module 2-4) fördert, wenn eine Wirtschaftlichkeitslücke nachgewiesen werden kann (vgl. hierzu auch Kap. 1.3). Die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Wärmenetze erfolgte mit den Kennzahlen/Emissionsfaktoren des Technologiekatalogs (KEA-BW, 2023a), die in Anhang 1 angegeben sind.

Drei der vier **Biogasanlagen** im Konvoi setzen Biogas auch zur Erzeugung von Strom (mit Hilfe von Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) ein und erhalten für den eingespeisten Strom eine Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Der Vergütungsanspruch nach dem EEG besteht grundsätzlich für 20 Jahre beginnend ab der Inbetriebnahme der Anlage. Im EEG 2017 wurde erstmals für Bestandsanlagen die Möglichkeit geschaffen, eine Anschlussvergütung für weitere zehn Jahre zu erhalten. Dazu muss der Anlagenbetreibende an einer der zweimal jährlich stattfindenden Ausschreibungen der Bundesnetzagentur teilnehmen, deren Ausschreibungsvolumen jedoch begrenzt ist. Für ältere Anlagen muss daher geprüft und entschieden werden, ob und wie der weitere Betrieb unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu bewerten ist.²⁴ „Die Nutzung von bereits bestehenden Biogasanlagen kann als Überbrückungsmodell für vielleicht noch 10 Jahre als Wärmequelle eines Wärmenetzes sinnvoll sein. Sind jedoch größere Investitionen in den Anschluss von Biogasanlagen nötig oder sollten diese gar neu gebaut werden, könnte dies zu dauerhaft sehr hohen Wärmepreisen führen“ (Clausen, J. et al, 2024).

Der Einsatz von **KWK** zur Versorgung von Wärmenetzen stellt eine effektive Technik zur flexiblen und netzdienlichen Erzeugung von Strom und Wärme dar. KWK-Anlagen zeichnen sich durch hohe Effizienz aus und sind besonders geeignet zur Deckung der Grundlast, während sie gleichzeitig ausreichend Flexibilität bieten, um auf die Schwankungen erneuerbarer Energien zu reagieren. Die Quantifizierung und räumliche Darstellung von bestehenden KWK-Anlagen sowie von KWK-Potenzialen im Rahmen der Wärmeplanung erweist sich jedoch als schwierig, da detaillierte Daten zur Infrastruktur und zu Energieverbräuchen oft nicht verfügbar bzw. aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht verwertbar sind. Ferner erschweren wirtschaftliche, politische und technische Unsicherheiten konkrete Planungen und Perspektiven.

Bei den Wärmenetzbetreibenden wurden mögliche Potenziale zu Leistungsreserven und Ausbaupotenzialen abgefragt. Die Angaben waren teils uneinheitlich und hinsichtlich des

²⁴ Vgl. <https://erneuerbare-bw.de/de/news/news-einzelansicht/biogasanlagen-droht-das-aus-branche-dringt-auf-verbesserungen> (Abruf: 29.10.2024).

Planungsstandes und weiteren Entwicklung (noch) nicht aussagekräftig, so dass sie im Rahmen der vorliegenden Wärmeplanung nicht näher berücksichtigt werden können.

3.2.11 Transformation der Gasnetze und Einsatz von Wasserstoff

Die vorhandenen Gasnetze stellen für die Energieversorger bzw. Netzbetreiber einen großen Vermögenswert dar, der nur als unvermeidliche und äußerste Maßnahme stillgelegt und zurückgebaut werden sollte. Dies betrifft insbesondere solche Gebiete, in denen ein Wärmenetz verlegt wird und dadurch der Parallelbetrieb des Erdgasnetzes unwirtschaftlich wird. Deshalb muss nach Alternativen durch Umstellung auf erneuerbare Gase gesucht werden, um die bestehenden Leitungen weiterhin zu erhalten und zu nutzen. Hierfür kann Wasserstoff eine grüne Alternative für Erdgas darstellen, v. a. da für die fossilen Energieträger wie Gas und Öl in den kommenden Jahren zunehmend steigende Kosten zu erwarten sind. Allerdings müsste das Gasnetz voraussichtlich technisch umgerüstet werden, um den sehr flüchtigen Wasserstoff sicher und ohne Verluste zu transportieren, was wiederum mit Investitionen in das bestehende Gasnetz verbunden ist.

Mit der Veröffentlichung der **Nationalen Wasserstoffstrategie** (NWS) der Bundesregierung im Jahr 2020 wurde die Basis für eine Wasserstoffwirtschaft in Deutschland geschaffen. Diese Strategie wurde im Juli 2023 aktualisiert und die Zielerwartung erhöht²⁵. Die ehrgeizigen Ziele, die mit Wasserstoff erreicht werden sollen, erfordern den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur. Die Planung für ein Wasserstoff-Kernnetz hat bereits begonnen. Die Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) haben einen Antrag mit Maßnahmen zur Errichtung des Wasserstoff-Kernnetzes erstellt und der Bundesnetzagentur vorgelegt²⁶. Ziel des Wasserstoff-Kernnetzes ist, zentrale potenzielle Wasserstoff-Standorte anzubinden, z. B. große Industriezentren, Kraftwerke, Speicher oder Erzeugungsanlagen und Importkorridore. Die Planung erfolgt im Einklang mit der europäischen H2-Backbone-Initiative EHB (European Hydrogen Backbone).²⁷ Die Umsetzung der Netzausbaumaßnahmen für das deutsche Kernnetz soll bis 2032 abgeschlossen sein.

Der größte Nutzen von Wasserstoff wird somit für die Industrie und den Verkehrssektor erwartet. In der Wärmeerzeugung hat Wasserstoff eine nachrangigere Rolle, da es bereits klimafreundliche Alternativen wie z. B. Wärmepumpen, Nah- und Fernwärme oder Biomasse gibt. In Gebäuden, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können und in denen alternative Wärmetechnologien, wie z. B. Luftwärmepumpen, aufgrund des Gebäudezustands nicht möglich sind, könnte der Einsatz von Wasserstoff grundsätzlich eine Option sein.

²⁵ Vgl. <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Navigation/DE/Wasserstoff/wasserstoffstrategie.html> (Abruf: 20.10.2025).

²⁶ Vgl. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html> (Abruf: 29.10.2024).

²⁷ Zu der Initiative haben sich 33 europäische Fernleitungsbetreiber aus 28 Ländern zusammengeschlossen.

Eine weitere Option, die für die Wärmeversorgung in Frage kommt, sind **Wasserstoffinselnetze**. In diesem Fall wird das ausgewählte Gebiet vom bestehenden Gasnetz abgetrennt und im Inselbetrieb versorgt. Die Versorgung kann durch einen Elektrolyseur²⁸ vor Ort erfolgen („Power to gas“) oder durch einen Wasserstoffspeicher, der mit Wasserstoff beliefert wird. Solche Inselnetz-lösungen könnten in Gebieten, die neue bzw. nicht-sanierungsbedürftige Gasnetze haben, in Betracht gezogen werden. Die Elektrolysetechnologie weist jedoch derzeit einen deutlich niedrigeren Wirkungsgrad von durchschnittlich rund 75 % im Vergleich zu Wärmepumpen mit 250 - 500 % auf²⁹, d. h. mit einer kWh Strom kann lediglich 0,75 kWh Wasserstoff gewonnen werden, welcher anschließend in einer Wasserstoffheizung zu Wärme umgewandelt wird.³⁰ Im Vergleich kann mit einer kWh Strom 2,5 bis 5 kWh Wärme erzeugt werden. Das bedeutet für die Endkunden, dass ihre Energiebezugskosten für die Wärmeversorgung mit Wasserstoff wahrscheinlich 3 bis 7 mal so hoch sind, wie die Betriebskosten einer Wärmepumpe.

Sofern eine Umstellung der Gasnetzinfrastuktur auf die vollständige Versorgung der Anschlussnehmer mit Wasserstoff erfolgen soll, ist diese Umstellung in Fahrplänen darzulegen und muss von der Bundesnetzagentur genehmigt werden (vgl. § 71k GEG). Was diese Fahrpläne enthalten müssen, wird aktuell in einem Konsultationsverfahren erarbeitet und voraussichtlich bis Ende 2024 festgelegt.³¹ Die Erstellung eines Fahrplans kann laut Bundesnetzagentur aber nur dann erfolgen, wenn in mindestens einem Teilgebiet der kommunalen Wärmeplanung ein Wasserstoffnetzausbauggebiet (gem. § 26 WPG) geplant wurde.

Die derzeitige Planung des Gasversorgers Thüga Netze, der in den meisten Kommunen des Konvois die Gasnetze betreibt, sieht vor, im Jahr 2025 einen Plan vorzulegen, welche Netzteile für eine Umrüstung auf Wasserstoff grundsätzlich in Frage kommen. Anschließend legt Thüga fest, zu welchem Zeitpunkt³² es tatsächlich zu einer Umrüstung bzw. Umstellung auf Wasserstoff kommt.³³

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für den Konvoi wird daher eine **Maßnahme in den Maßnahmenkatalog** aufgenommen (A.2: Zukunft Erdgasnetz: Prüfung und Erarbeitung Transformationsplan), die grundsätzlich die folgenden Schritte aus Sicht der Kommunen vorsieht:

1. Prüfung der zuständigen Gasnetzbetreiber, inwieweit und für welche Gebiete die Erstellung einer konkreten Transformationsplanung grundsätzlich in Frage kommt.

²⁸ Bei der Wasserstoffelektrolyse wird unter Einsatz von Strom das Wasser (H₂O) in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) gespalten.

²⁹ <https://www.enbw.com/blog/wohnen/modernisieren-und-bauen/effizienz-von-waermepumpen-im-vergleich/> (Abruf: 29.10.2024).

³⁰ Es gibt bereits technische Entwicklungen, in der die Wirkungsgrade von Elektrolyseuren deutlich erhöht wurden.

³¹ Vgl. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/start.html> (Abruf: 29.10.2024).

³² In einem Gespräch mit Thüga Netze wurde der Zeitraum zwischen 2032 und 2040 genannt.

³³ In Deutschland ist die Trennung von Gasnetzbetrieb und -vertrieb (und somit im weiteren Sinne auch die Erzeugung/Bereitstellung von Wasserstoff) rechtlich durch das sog. „Unbundling“ getrennt. Thüga Netze hat auf Nachfrage, ob mit der technischen Umrüstung des Gasnetzes auch gewährleistet würde, dass dann Wasserstoff durch die Netze und zu welchem Preis bezogen werden kann, auf das Unbundling verwiesen bzw. dass hierzu keine Aussage getroffen werden könne.

2. Aufforderung an den Netzbetreiber, auf Grundlage der identifizierten Gebiete einen zunächst vorläufigen, jedoch an den Vorgaben der Bundesnetzagentur orientierten konkreten Transformationsplan vorzulegen.
3. Auf Basis des dann gültigen Landesrechts Entscheidung durch die planungsverantwortliche Stelle, per Satzung oder vergleichbar oder in der Fortschreibung der Wärmeplanung, Wasserstoffprüf- bzw. -ausbauggebiete gemäß § 26 WPG verbindlich auszuweisen.
4. Anschließend kann auf Basis der Ergebnisse aus dem Konsultationsverfahren der Bundesnetzagentur der bisher unverbindliche Transformationsplan zu einem verbindlichen Transformationsplan umgewandelt werden.
5. Ggf. ist durch die planungsverantwortliche Stelle in Einklang mit dem dann gültigen Energiewirtschaftsrecht zu prüfen, inwieweit sich die Verbindlichkeit des Transformationsplans im Rahmen des nächsten Konzessionsverfahrens zum Gasnetz vertraglich zusichern lässt.

3.2.12 Zusammenfassung der Potenziale

Die Berechnung der **erneuerbaren Energiepotenziale** in Abstimmung mit den Kommunen ist ein wichtiger Baustein der kommunalen Wärmeplanung. Der größte Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs muss aus diesen Potenzialen gedeckt werden, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. In Abbildung 26 werden die realisierbaren erneuerbaren Energiepotenziale im Konvoi Stockach zusammenfassend dargestellt.

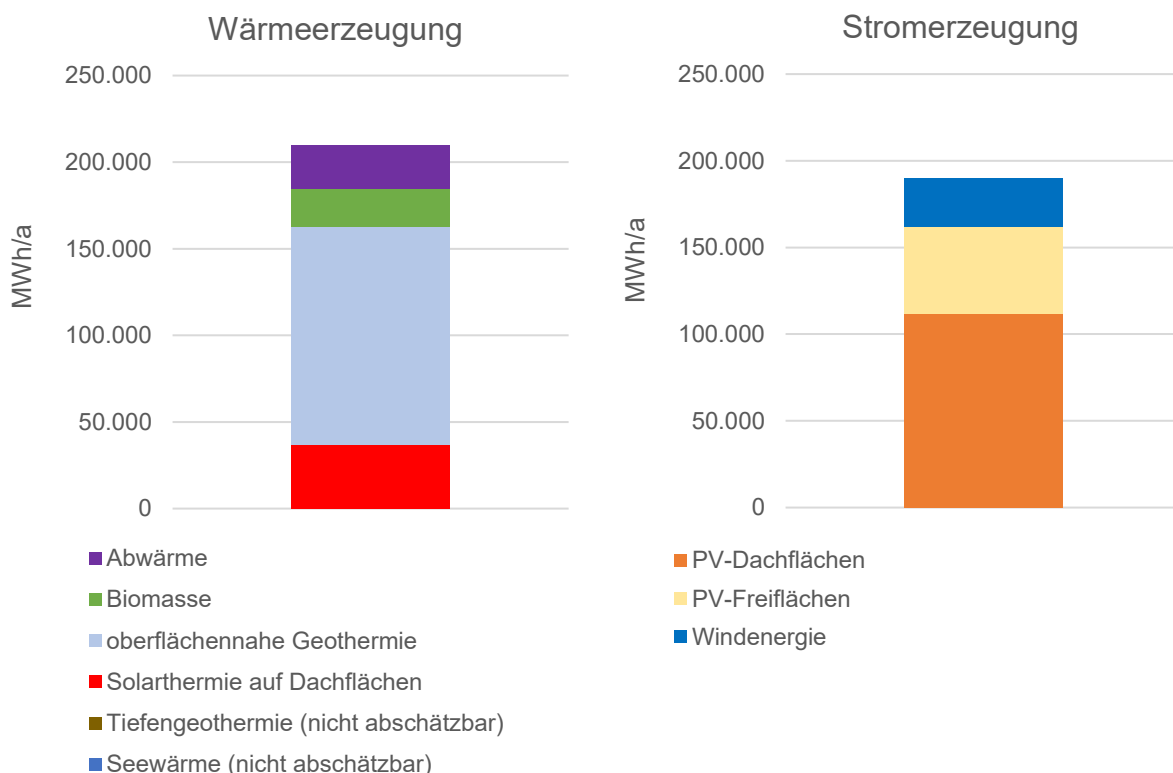


Abbildung 26: Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien im Konvoi

Für die Erzeugung der **Wärme** werden vorrangig die Potenziale für oberflächennahe Geothermie, Biomasse, Solarthermie sowie Abwärme herangezogen. Für die Berechnungen der Potenziale der oberflächennahen Geothermie wurden auf Daten der KEA BW zurückgegriffen. Das hier angegebene realisierbare Potenzial von 125.972 MWh/a wurde aufgrund dieser Werte, sowie auf den getroffenen Annahmen errechnet (vgl. Kap 3.2.2.). Für das Biomassepotenzial wurden die Angaben der Kommunen in Verbindung mit den Kennzahlen des KEA-Leitfadens zum verfügbaren Brennholz (Waldrestholz) berücksichtigt. Das gesamte Biomassepotenzial beträgt 21.977 MWh/a (vgl. Kap.3.2.1). Für die Berechnung der Solarthermie-Potenziale auf Dachflächen von ca. 36.672 MWh/a wurden Daten der Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg herangezogen (vgl. Kap. 3.2.4). Für die Berechnung/Einschätzung des Abwärmepotenzials der Industrie wurden die größten Industriebetriebe der Kommunen kontaktiert. Die Erhebung erfolgte mit Hilfe eines Fragebogens der KEA-BW (Abwärme- und Energiedatenerfassung für die kommunale Wärmeplanung). Der einzige Industriebetrieb, der ein Abwärmepotenzial ausgewiesen hat, war die Stockach Aluminium GmbH (vgl. Kap. 3.2.7).

Ferner wurden die realisierbaren Potenziale zur **Stromerzeugung** dargestellt, da Strom ein wichtiger Faktor v. a. in den dezentralen Eignungsgebieten (insbesondere für Wärmepumpen) darstellt. Für PV auf Dachflächen wurden ausgehend von den Grundlegendaten der LUBW insgesamt 111.949 MWh/a und auf Freiflächen 50.077 MWh/a ermittelt (vgl. Kap. 3.2.5). Die entsprechenden Potenziale für Strom aus Windkraft betragen ca. 28.247 MWh/a (Kap. 3.2.8).

4 Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie bildet die Schnittstelle zwischen dem Erstellungsprozess des Wärmeplans und dessen Umsetzung. Sie berücksichtigt die (Entwicklungs-)Strategien der verantwortlichen Akteur:innen, allen voran der Gemeinden und den Stadtwerken, Netzbetreibern, ggf. des Handwerks, von Eigentümer:innen oder Gewerbetreibenden. Um Akzeptanz und Engagement für die Wärmewende zu fördern und möglichst viele Akteur:innen hinter der gemeinsamen Wärmewendestrategie zu vereinen, wurde im Rahmen der Wärmeplanerstellung ein entsprechender Beteiligungsprozess durchgeführt (vgl. Kap. 1.5).

Die Wärmewendestrategie besteht aus den Bausteinen

- 1) Ausweisung der Eignungsgebiete für die künftige Wärmeversorgung
- 2) Klimaneutrales Zielszenario für 2040
- 3) Maßnahmenkatalog.

4.1 Ausweisung der Eignungsgebiete für die künftige Wärmeversorgung

4.1.1 Abgrenzung der Eignungsgebiete

Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurden die Gemeindegebiete im Konvoi in sog. **Eignungsgebiete** zur zentralen oder dezentralen Versorgung aufgeteilt. Die Abgrenzung und Einteilung von Gebieten für die Nutzung erneuerbarer Energien über ein Wärmenetz oder dezentral mit Einzelheizungen wurde insbesondere anhand folgender Bewertungskriterien vorgenommen:

- städtebauliche Struktur unter Betrachtung von Gebäudealtersklassen,
- Nutzungsarten (Wohnen, Gewerbe, Industrie, komm. Liegenschaften, Gemeinwesen),
- Netzsituation im Bestand, insbesondere die Verfügbarkeit von Gas- und Wärmenetzen,
- große Verbraucher als Ankerkunden,
- Wärmeverbrauchsichten und Wertgrenzen der Eignung für Wärmenetze (Einteilung nach dem Leitfaden für kommunale Wärmepläne der KEA BW).

Die Gebiete, die sich für eine zentrale Wärmeversorgung eignen, wurden dabei als Bestands- oder Prüfgebiete mit Fokus auf eine wirtschaftliche, nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung bewertet. Die Feinabstimmung erfolgte mit den Kommunen unter Berücksichtigung konkreter (Ausbau-)Projekte oder städtebaulicher Entwicklungen (z. B. geplante Neubaugebiete). Hierzu wurden Steckbriefe der einzelnen Eignungsgebiete mit konkreten Einteilungsvorschlägen sowie Übersichtskarten über die zukünftige Wärmeversorgung eingebracht.

Für den Konvoi Stockach wurden gemäß Tabelle 13 insgesamt **30 Eignungsgebiete** festgelegt. Die Lage und Abgrenzung der Eignungsgebiete kann den Gemeinde- und Gebietsteckbriefen in den Anhängen 3 bzw. 4 entnommen werden. Die Gebiete sind nach den Kategorien Wärmenetzgebiet (Bestand), Prüfgebiet Wärmenetz (Voraussetzungen für ein Wärmenetz sind vorhanden und werden geprüft), Prüfgebiet Wasserstoff (Sonderfall Industriegebiet Hardt in Stockach) und dezentrale Gebiete (individuelle Lösungen erforderlich) ausgewiesen. Die Einteilung soll auch den Gebäudeeigentümer:innen und Investor:innen Orientierung hinsichtlich der künftigen Versorgungsoptionen geben.

Tabelle 13: Auflistung der Eignungsgebiete im Konvoi Stockach³⁴

Gemeinde	Eignungsgebiete
Stockach	1) Mahlspüren im Hegau 2) Heizzentrale Krankenhaus 3) Wärmezentrale Dill 4) Innenstadt 5) Rathaus 6) Kapellenacker 7) Gaswerkstraße / Abbläswiesen 8) Stumpp / Hornbach / Wohngebiet 9) Industriegebiet Hardt 10) Kinderdorf / Walldorfschule Wahlwies 11) Stockach Dezentral
Steißlingen	1) Prüfgebiet Ortskern Steißlingen 2) Steißlingen Dezentral
Orsingen-Nenzingen	1) Wärmenetz Orsingen 2) Orsingen-Nenzingen Dezentral
Eigeltingen	1) Wärmenetz Lochmühle 2) Wärmenetz Ortskern 3) Eigeltingen Dezentral
Mühlingen	1) Traber Hecheln 2) Schlossbühlhalle 3) Rathaus Mühlingen 4) Biogas Muffler 5) Weiherbachschule Zoznegg 6) Mühlingen Dezentral
Hohenfels	1) Liggersdorf Süd 2) Röschberg Liggersdorf 3) Hohenfels Dezentral
Bodman-Ludwigshafen	1) Gut Bodman 2) Prüfgebiet Zentrum Ludwigshafen 3) Bodman-Ludwigshafen Dezentral

³⁴ Auflistung der Kommunen geographisch im Uhrzeigersinn, ausgehend von Stockach.

Die räumliche Verteilung der Eignungsgebiete ergibt sich für den Konvoi aus Abbildung 27. Eine detailliertere Betrachtung kann den Gemeindesteckbriefen in Anhang 3 bzw. Gebietssteckbriefen (Anhang 4) entnommen werden (vgl. auch Kapitel 4.1.2).

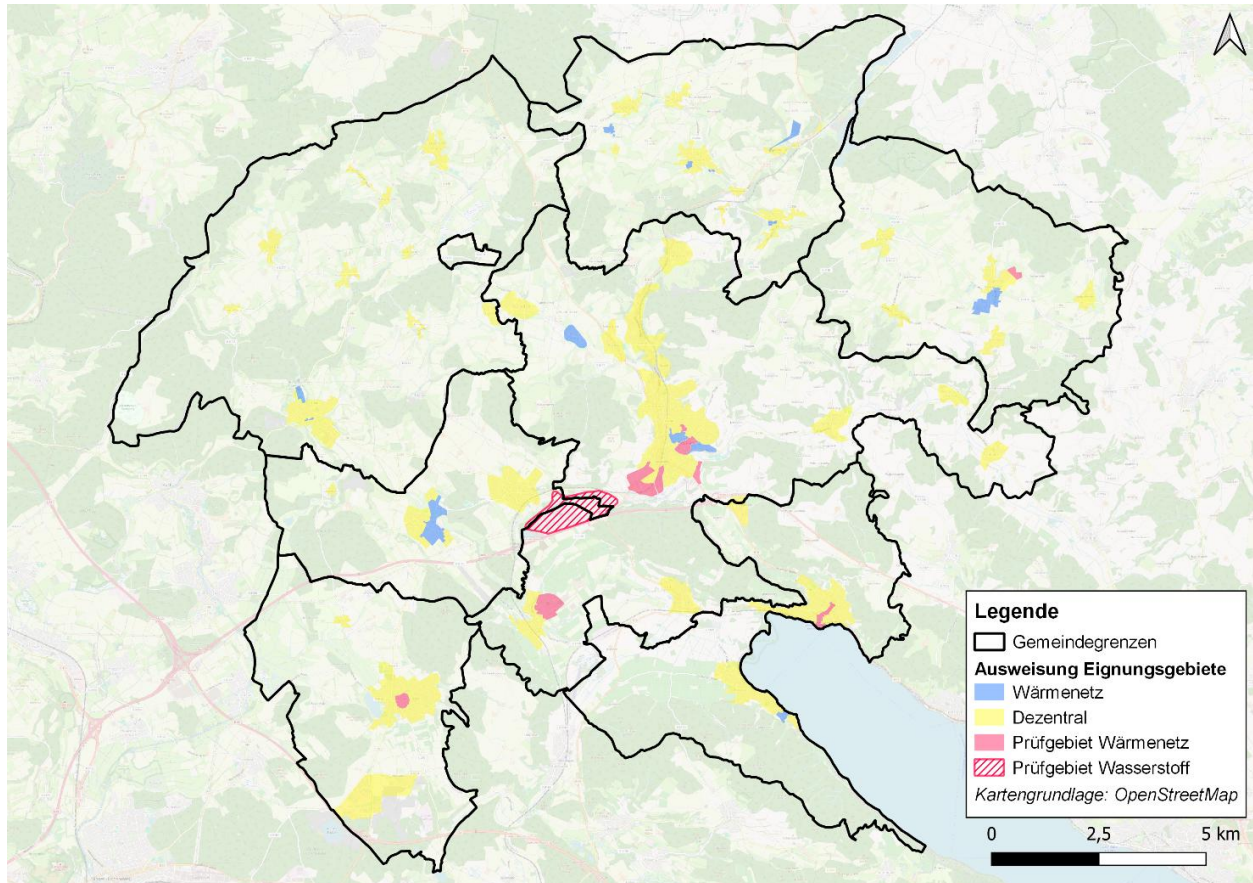


Abbildung 27: Zukünftige mögliche Wärmeversorgung in den Eignungsgebieten (2040)

In den **Wärmenetzgebieten** soll der langfristige Bestand, Ausbau oder (Nach-)Verdichtung von Wärmenetzen sowie ggf. die Dekarbonisierung vorangetrieben werden. Der Konvoi verfügt bereits über 13 Wärmenetze, deren Anschlussgebiete räumlich abgrenzt wurden. Eine Anschlussquote von 100 % wird jedoch nicht in allen Wärmenetzgebieten erreicht werden können, da auch individuelle Lösungen wie Wärmepumpen (etc.) bestehen oder künftig bevorzugt werden.

Die **Prüfgebiete für Wärmenetze** sind Gebiete, bei denen die wesentlichen Voraussetzungen für ein Wärmenetz identifiziert wurden, aber derzeit noch unklar ist, welche Versorgungsoption zukünftig am besten geeignet ist. Hier soll im Rahmen von Machbarkeitsstudien geprüft werden, ob Wärmenetzlösungen – idealerweise gemeinsam mit geeigneten Ankerkunden mit großer Wärmeabnahme, wie z. B. Schulzentren – eine sinnvolle und wirtschaftlich tragbare Wärmeversorgungsoption darstellen. Dabei kommen auch kalte Nahwärmenetze für Neubaugebiete in Betracht.

Beim (bisher einzigen) **Prüfgebiet für Wasserstoff** handelt es sich um das Industriegebiet Hardt, dessen Gasnetz nach Aussage der Stadtwerke Stockach für Wasserstoff geeignet ist. Aufgrund des hohen Energiebedarfs durch die Industrienutzungen sollen in einer Machbarkeitsstudie die Möglichkeiten einer Wasserstoffversorgung geprüft werden.

Bei der Gebietszuordnung wurden alle Gebiete, die sich außerhalb von zentralen Eignungsgebieten befinden, als Gebiete für eine **dezentrale Versorgung** ausgewiesen. In diesen Gebieten liegen die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Ausbau eines Wärmenetzes insbesondere aufgrund der geringen Wärmedichte derzeit nicht vor. Die Versorgungsalternativen zu fossilen Erdgas- und Heizölheizungen bilden in diesen zukünftig dezentral versorgten Eignungsgebieten vor allem bei Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen (Erdwärme), Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Direktstromheizungen, Biomasse (z. B. Pellets, Holzvergaserkessel) oder ergänzend Solarthermie oder bivalente Hybrid-Heizsysteme.

4.1.2 Steckbriefe

Mit Hilfe von Steckbriefen werden einerseits wesentliche Informationen auf Stadt-/Gemeindeebene und andererseits die Beschreibung der Eignungsgebiete zusammengefasst. Die **Gemeindesteckbriefe** (vgl. Anhang 3) bilden für jede Stadt bzw. Gemeinde im Konvoi folgende Informationen ab:

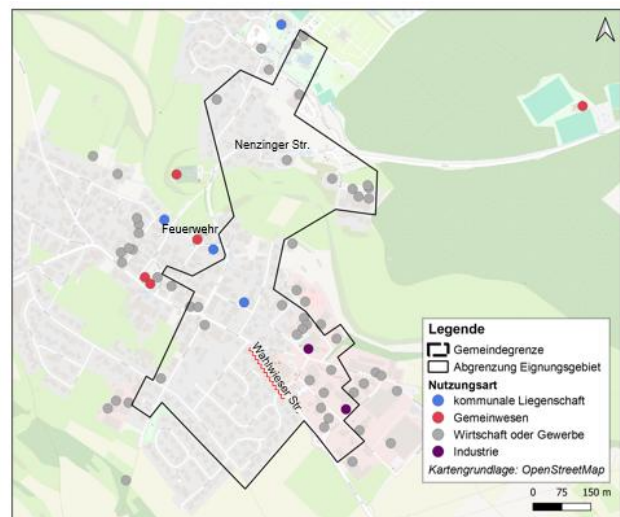
- Kurzbeschreibung, Übersichtskarte und Lage, statistische Informationen zur Einwohnerzahl, Größe, Flächenaufteilung und Gebäudezahl,
- Verteilung der Gebäude nach Sektoren und Baualtersklassen,
- kommunaler Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren im Bestandsjahr (2021) und Anteil am Konvoi,
- Kurzbeschreibung Versorgungsstruktur (Gas- und Wärmenetzen sowie dezentralen Versorgung, bestehende Solarparks),
- Übersicht zu den abgestimmten Potenzialen der Nutzung erneuerbarer Energien für den Wärme- und Stromsektor,
- Wärmeverbrauchsichte im Bestand,
- Einteilung Eignungsgebiete (Wärmenetzgebiet, Prüfgebiet Wärmenetz/Wasserstoff, dezentral),
- Zielszenarios: Endenergiebilanz nach Energieträgern und Treibhausgasemissionen für die Jahre 2021, 2030 und 2040,
- Zusammenfassung wichtigste Ergebnisse und der am höchsten Priorisierten Maßnahmen.

Die **Gebietssteckbriefe** (vgl. Anhang 4) spezifizieren Informationen auf lokaler Ebene und bilden für jedes Eignungsgebiet im Konvoi folgende Informationen ab:

- Übersichtskarte mit Abgrenzung des Eignungsgebiets und der Gebäudenutzung,
- Informationen zur räumlichen Lage sowie Größe und der Anzahl wärmeversorgter Gebäude,
- Gebäudetypen, überwiegende Nutzungsart(en),
- Netzbestand (Gas-/Wärmenetz) sowie Einordnung der Wärmeverbrauchsichte,
- erneuerbare Energiepotenziale oberflächennahe Erdwärme, Solarenergie auf Dachflächen,
- Ausweisung des Gebiets im Zuge der kommunalen Wärmeplanung,
- falls vorhanden: Wärmenetzanteil im Bestandsjahr sowie für die Jahre 2030 und 2040,
- Wärmeverbrauch-/bedarf (Nutzenergie) für die Jahre 2021, 2030 und 2040,
- überschlägige Empfehlung für Haus- und Wohnungseigentümer:innen, und,
- ggf. weitere KWP-relevante Informationen zur Gebietsentwicklung.

Die Steckbriefe sind dreigeteilt: Die erste Seite befasst sich mit der Ausgangssituation und den Kriterien für die Wärmenetzeignung, während auf Seite 2 die Potenziale der Eignungsgebiete aufgezeigt werden. Auf der dritten Seite wird ein möglicher künftiger Entwicklungspfad aufgezeigt. In Abbildung 28 ist beispielhaft der Steckbrief des Eignungsgebietes „Wärmenetz Orsingen“ dargestellt.

Lage / Größe	Lage: Im Zentrum von Orsingen. Bis zum Freibad im Norden und der Kimbbergstraße im Süden. Größe: ca. 34,4 ha Wärmeversorgte Gebäude: 204
Gebäudetypen und Nutzungsart	Nördlich des Krebsbachs: Freibad und Discounter & Protec Orsingen, südlich Kindergarten. Gewerbe im Südosten des Gebiets. Sonst Wohngebäude, meist freistehende Einfamilienhäuser. Überwiegende Nutzungsarten: Wohnen & Wirtschaft oder Gewerbe
Gebäudealter	Überwiegend 1949-1978, im äußeren Nord- und Südteil z. T. 1996-2004, westlich Oberhoferweg / Nenzinger Straße vor 1919
Netzbestand	Gas: Ja Wärmenetz: Ja
Wärmeverbrauchsichte	Überwiegend mittel, z. T. hoch / sehr hoch



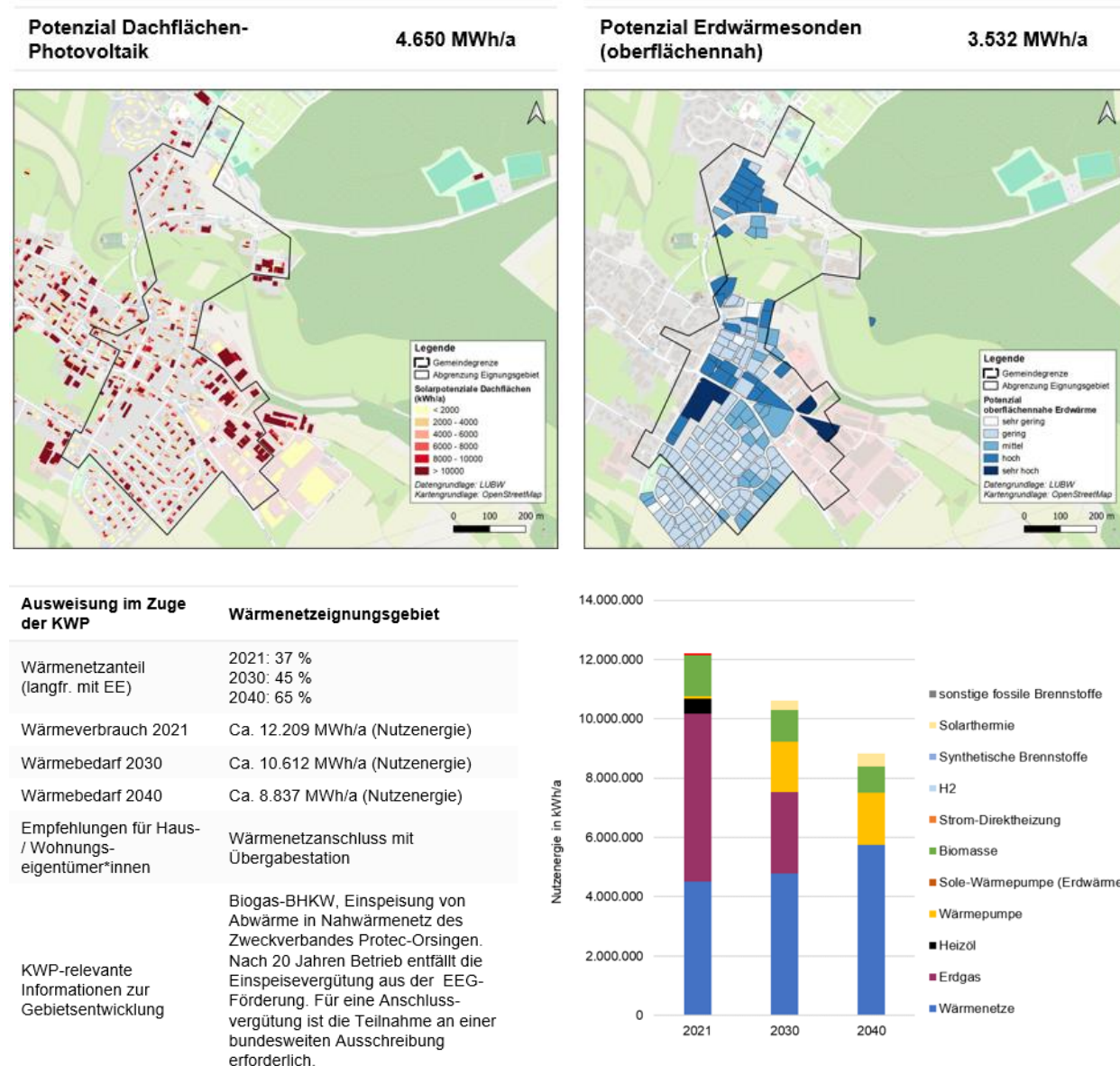


Abbildung 28: Beispiel Gebietsteckbrief Wärmenetz Orsingen

4.2 Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040

In § 27 KlimaG BW wird klargestellt, dass ein KWP ein klimaneutrales Szenario für das Jahr 2040 – mit Zwischenziel für das Jahr 2030 –, zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs und der zur Bedarfsdeckung *klimaneutralen* Versorgungsstruktur, erfordert. Das folgende Zielszenario bildet dieses klimaneutrale Zukunftsszenario entsprechend ab. Hierbei werden die prognostizierten Bedarfe (vgl. Kap. 3.1) und die erneuerbaren Energiepotenziale (Kap. 3.2) in einem Transformationspfad gebündelt. Dazu werden für jedes Eignungsgebiet der zukünftige Energiemix für 2030 und 2040 abgeschätzt (Wärmeversorgungsszenario). Über den Zwischenschritt 2030 wird der Energiemix nach und nach durch klimafreundliche Energieträger ersetzt. Bei den Berechnungen

wurden auch die (geplanten) Neubaugebiete der Kommunen mit einem entsprechenden Wärmebedarf berücksichtigt.

Bei der Bewertung der Zielszenarien ist zu beachten, dass die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festgelegt werden, sondern die Einteilung in Eignungsgebiete und die Szenarien als Ausgangspunkt für eine strategische Infrastrukturentwicklung dienen, wie den Ausbau von Wärmenetzen. Um die technische und wirtschaftliche Machbarkeit des Ausbaus von Wärmenetzen festzustellen und daraufhin fundierte Entscheidungen zu treffen, sind i. d. R. detaillierte Untersuchungen in Form von Machbarkeitsstudien erforderlich. Die Umsetzung der Strategie ist abhängig von zahlreichen weiteren Variablen und Rahmenbedingungen, die in dieser Szenarioanalyse nicht berücksichtigt werden (können). Dazu gehören beispielsweise die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer, treibhausgasneutrale Wärmeerzeugungstechnologien einzubauen, Schwankungen in Anlagen- und Brennstoffpreisen sowie der Erfolg bei der Kundenakquisition für Wärmenetze. Die Rahmenbedingungen werden auch durch nationale und internationale politische und wirtschaftliche Entwicklungen beeinflusst. Gerade die langfristige Entwicklung von Energieträgerpreisen (z. B. Erdgas und -öl, zukünftig auch Wasserstoff) ist mit großen Unsicherheiten verbunden. Gleichfalls spielt auch die Entwicklung der Strompreise eine wichtige Rolle, da sie direkte Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und Attraktivität verschiedener Technologien und Versorgungsmodelle hat, wie zum Beispiel für den Einsatz von Wärmepumpen. Verschiedene Prognosen gehen von einem Anstieg der Strompreise bis 2040 aus.³⁵ Die Entwicklung hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab, wie dem künftigen Ausbau erneuerbarer Energien und den Investitionskosten für Infrastruktur und Netzkapazitäten, der Nachfrageentwicklung oder die Entwicklung der CO₂-Bepreisung.

4.2.1 Wärmeversorgungsszenarien

In Abbildung 29 ist die **Endenergiebilanz** für den Wärmesektor (in kWh/a), gegliedert nach Energieträgern dargestellt, die der Summe der aktuellen Endenergieverbräuche aller Eignungsgebiete im Konvoi entspricht. Die Energieträger Nahwärme, Erdgas, Heizöl, Luft-Wärmepumpen, Sole-Wärmepumpen (Erdwärme), Biomasse, Stromdirektheizung, Solarthermie und sonstige fossile Brennstoffe sind für die Jahre 2021, 2030 und 2040 relevant. Ziel der Wärmeplanung ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040. Dazu ist eine Ablösung der fossilen Energieträger notwendig, weshalb die Anteile von Erdgas, Heizöl und sonstiger fossilen Energien in den Szenarien bis 2030 zunächst deutlich gesenkt und bis 2040 auf null reduziert werden.

³⁵ Vgl. z. B. <https://www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Infrastruktur/Energie/Neue-Strompreisprognose-bis-2040.jsp> (Abruf: 20.10.2025). Die Bundesregierung ging 2023 auf Grundlage einer Berechnung des BMWK im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zur Novelle des Gebäudeenergiegesetzes von einem moderaten Anstieg bis 2042 auf rund 40 ct/kwh aus.

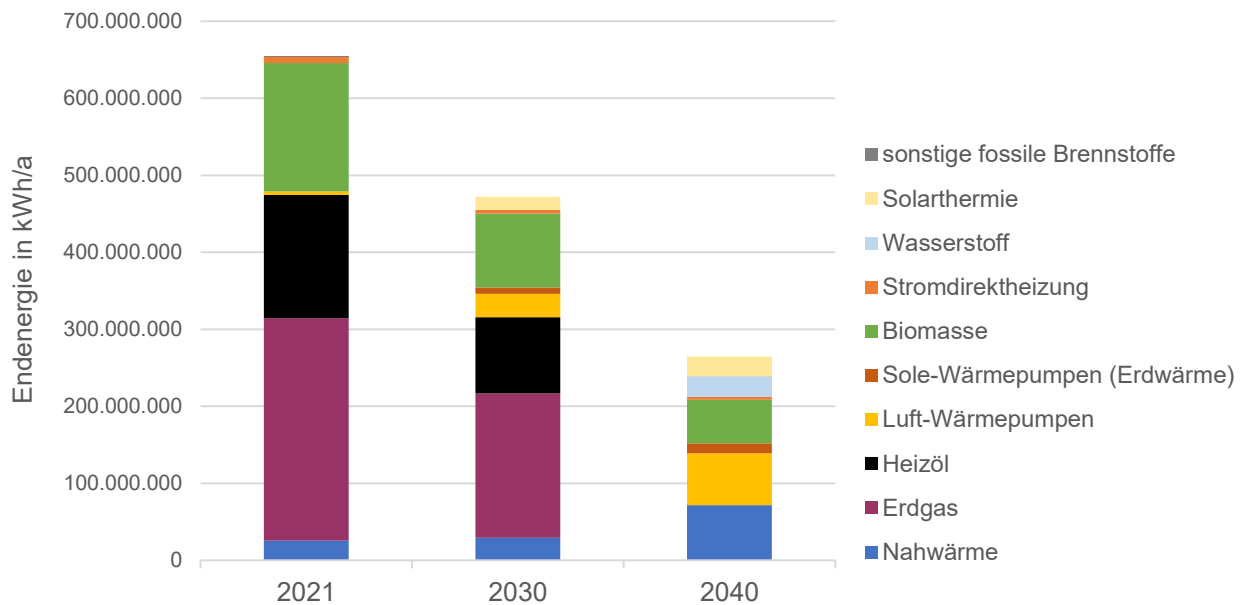


Abbildung 29: Endenergiebilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040

Durch Sanierungspotenziale und bessere Wirkungsgrade von Heizungstechnologien (z. B. Luft-Wärmepumpen) wird der Endenergiebedarf bzw. -verbrauch künftig deutlich rückläufig sein (müssen). Der relativ geringe Anteil, den Wärmepumpen in Zukunft zur Endenergiebilanz beitragen, ist mit der hohen Effizienz der Technologie zu erklären. Je nach Wärmequelle wurden für Wärmepumpen sog. „Coefficients of Performance“ (COP; Effizienzkennzahl für Wärmepumpen) von 3,25 (Außenluft) und 3,8 (oberflächennahe Erdwärme) angenommen. Das heißt, dass eine kWh Strom in jeweils über drei kWh Wärme gewandelt werden. Der Anteil, den die Wärmepumpen zur Deckung des Wärmebedarfs (Nutzenergie) beitragen, ist also über drei Mal höher.

Der Unterschied zwischen Endenergie (= Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht) und Nutzenergie (= Energie, die dem Endnutzer für seine Bedürfnisse zur Verfügung steht) wird auch aus dem Vergleich von Abbildung 30 mit Abbildung 29 deutlich: bei Wärmepumpen zeigt sich die Nutzenergie (erzeugte Wärme) deutlich höher als die eingesetzte Endenergie (entspricht dem Strom-Verbrauch).

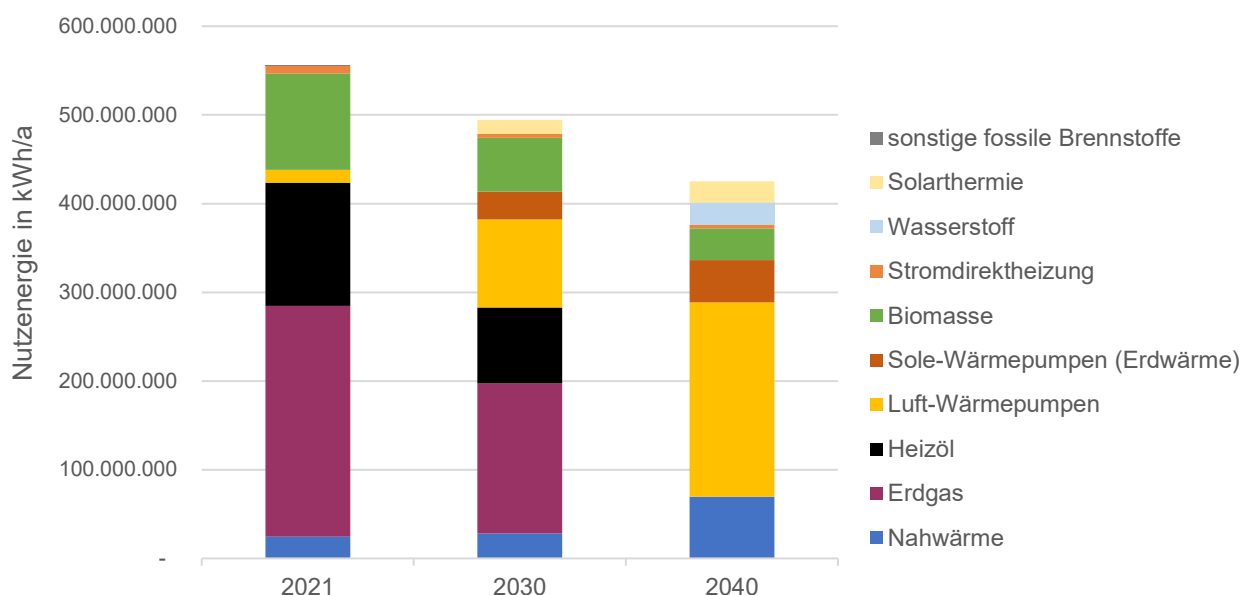


Abbildung 30: Nutzenergiebilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040

Die Wärmeversorgungszenarien für die jeweiligen Kommunen und Eignungsgebiete können den Steckbriefen in Anhang 3 und 4 entnommen werden.

4.2.2 Treibhausgas-Bilanz

Zur Berechnung der **THG-Emissionen** (inkl. Äquivalente und Vorketten) für 2030 und 2040 wurden die THG-Emissionswerte des Technikataloges der KEA-BW herangezogen (vgl. Anhang 1). Hier wird auch ein Emissionsfaktor des prognostizierten Strommixes auf Grundlage des IINAS-Szenarios³⁶ ausgewiesen, der für Wärmepumpen, deren Anteil bereits bis 2030 deutlich steigt, und für Direktstromheizungen zur Anwendung kommt. Neben der Gebäudeeffizienz und dem Auslaufen der Energieträger Gas und Heizöl leistet also auch besonders die Dekarbonisierung der Stromerzeugung einen wesentlichen Beitrag zum Rückgang der Emissionen. Daher ist auch die Hebung lokaler Potenziale, z. B. aus PV, entscheidend. Die Wärmepumpen tragen wegen des zukünftig noch höheren Anteils an erneuerbarem Strom und der – gegenüber einer Direktstrom-Nutzung – erhöhten Effizienz daher nur in sehr geringem Ausmaß zur THG-Emissionsbelastung bei.

Für die Wärmeversorgung wurden ebenfalls die Emissionsfaktoren aus dem Technikatalog verwendet (vgl. Kap. 3.2.10). Unter diesen ambitionierten Annahmen ist eine fast vollständige

³⁶ IINAS = Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien, www.iinas.org.

Klimaneutralität für den Konvoi Stockach möglich, wie nachfolgende Abbildung zeigt. Verbleibende Emissionen können durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden.

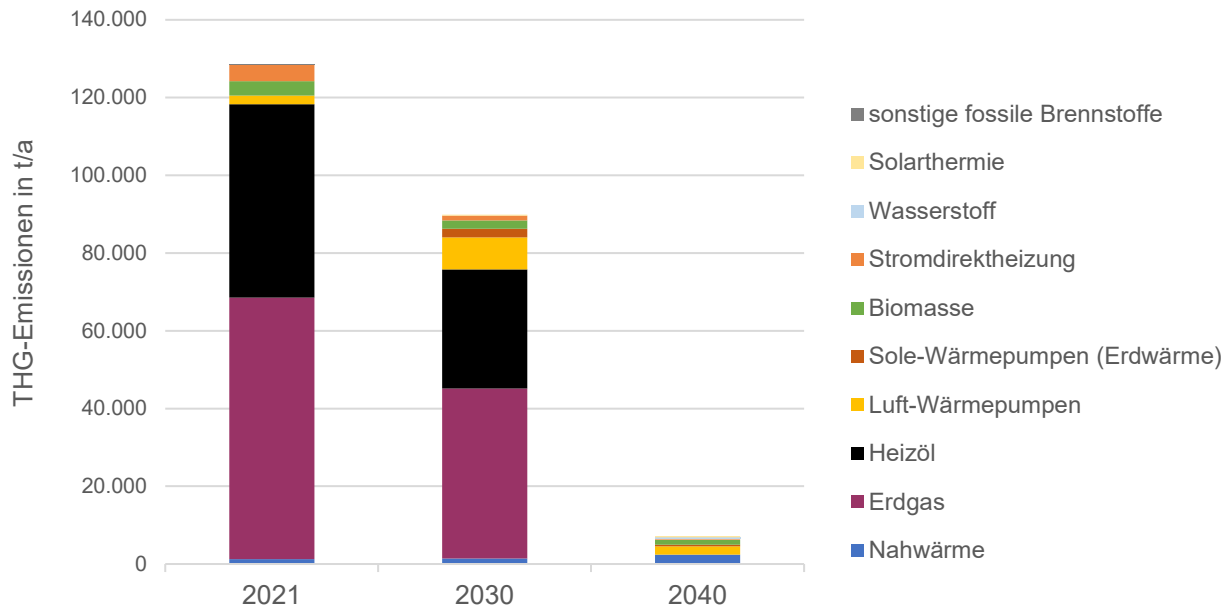


Abbildung 31: Treibhausgasbilanz 2021 und Zielszenario für die Jahre 2030 und 2040

Im Wärmebereich wurden in Konvoi Stockach 2021 insgesamt THG-Emissionen von 128.459 t emittiert. Bis 2030 ist ein Rückgang von ca. 30 % auf dann 89.830 t CO₂äq/a berechnet, bis 2040 ein Rückgang von 94,5 % auf dann 7.151 t CO₂/a. Insbesondere ist das auf den Rückgang des Energieverbrauchs und der fossilen Energieträger Gas und Heizöl zurückzuführen, deren Anteil 2021 noch bei 91 % der Emissionen liegt.

Abbildung 32 zeigt die THG-Emissionen in 2040 unterteilt nach Kommunen. Die Stadt Stockach weist aufgrund ihrer Einwohnerzahl und ihrer Größe die höchsten Treibhausgasemissionen auf. Wie aus Abbildung 32 hervorgeht, ist die Reduktion und Verteilung der THG-Emissionen nach Kommunen in 2040 nicht proportional zu den THG-Emissionen von 2021 (Abbildung 15), sondern hängt mit den Energieträgern, den Maßnahmen und dem Sanierungspotenzial jeder Kommune zusammen.

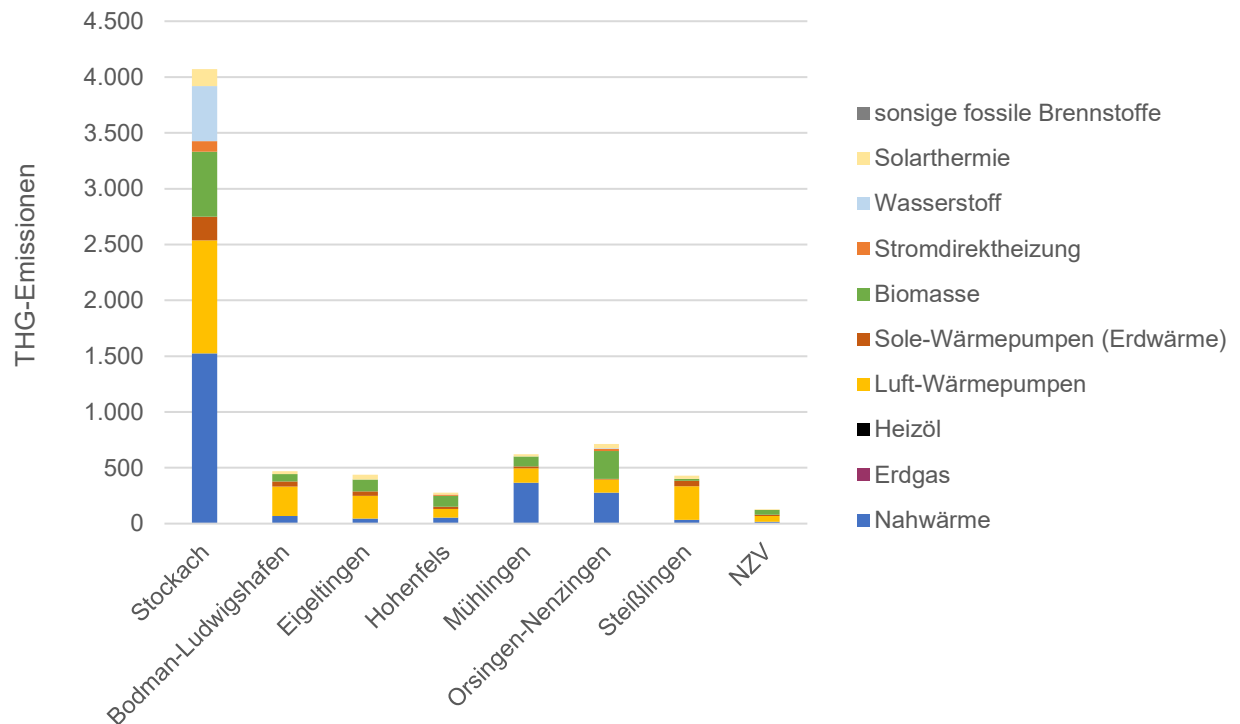


Abbildung 32: THG-Emissionen in 2040 - unterteilt nach Kommunen
(NZV = nicht zugeordnete Verbräuche)

Abbildung 33 zeigt das Szenario für THG-Emissionen im Jahr 2040 unterteilt nach den einzelnen Sektoren Wohnen, Industrie, Wirtschaft und Gewerbe, Gemeinwesen sowie kommunale Liegenschaften.

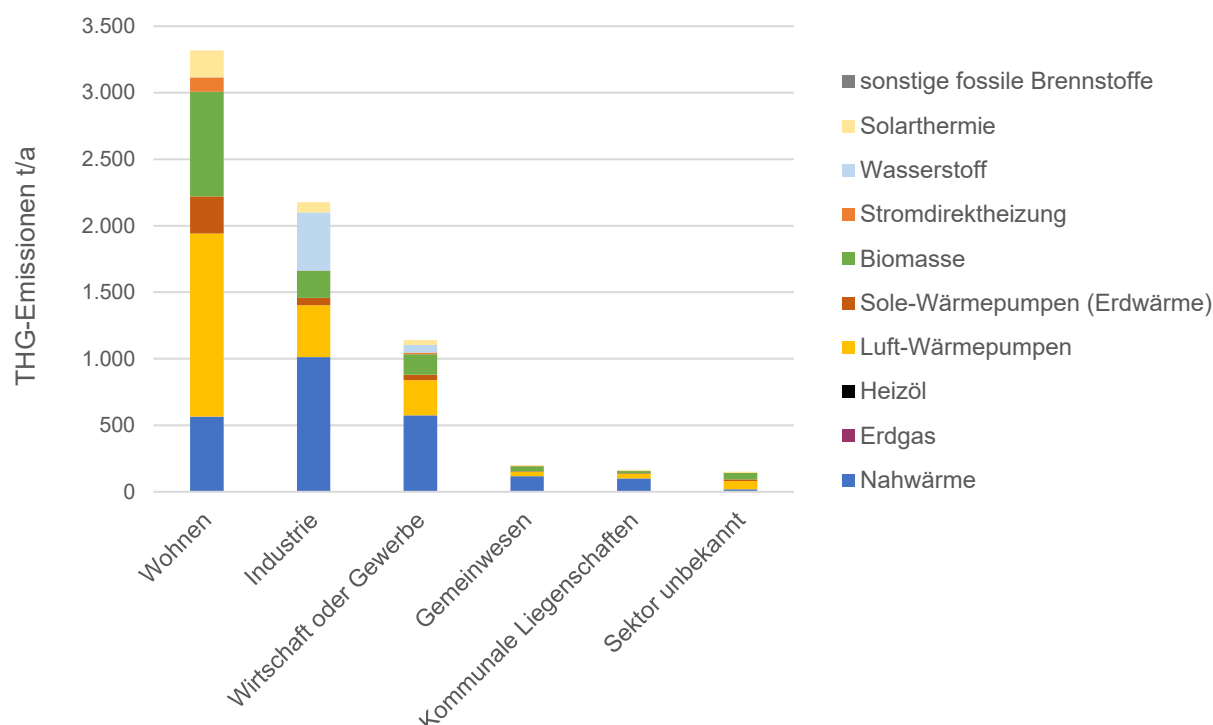


Abbildung 33: THG-Emissionen in 2040 - unterteilt nach Sektoren

Auch zukünftig werden die meisten THG-Emissionen im Konvoi Stockach im Sektor Wohnen entstehen: 2040 wird prognostiziert, dass noch 46 % der THG-Emissionen auf den Sektor Wohnen entfallen. Dort liegen entsprechend die größten Reduktionspotenziale, weshalb die im nächsten Unterkapitel beschriebenen Maßnahmen mitunter auf die Gebäudeeigentümer:innen zugeschnitten wurden.

4.3 Maßnahmenkatalog

Die Umsetzung des Wärmeplans kann nur schrittweise über einen langfristigen Zeitraum erfolgen. Folglich wird auch der Transformationspfad in einzelnen Schritten und durch verschiedene Einzelmaßnahmen beschrieben. Damit der kommunale Transformationspfad zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung führt, muss grundsätzlich die Summe aller Maßnahmen zum Zielszenario 2040 des Wärmeplans führen. Das umsetzungsorientierte Handlungskonzept zur Wärmeplanung im Konvoi Stockach gliedert sich dabei in „harte“, d. h. investive und „weiche“, d. h. kommunikative oder organisatorische Maßnahmen, die die Wärmewende im Konvoi unterstützen und ermöglichen sollen. Für das Handlungskonzept wurden insgesamt **27 Maßnahmen** definiert, die auf die Bereiche **Wärmeversorgung (Ausbau & Transformation)**, **Wärmewende in den einzelnen Sektoren** und übergeordnete **Organisation, Support und Öffentlichkeitsarbeit** aufgeteilt sind. Für die Kommunen im Konvoi Stockach gibt es dabei unterschiedliche

Voraussetzungen, Anforderungen und Prioritäten zu beachten. Auch sind einige der Maßnahmen nur dann sinnvoll und effektiv durchzuführen, wenn sie auf Konvoi-Ebene gebündelt, d. h. durch eine verantwortliche Stelle, betreut werden.

Die Einzelmaßnahmen wurden mit den Kommunen abgestimmt und durch jede Einzelkommune priorisiert. Daraus ergeben sich **priorisierte Maßnahmen** sowohl auf Konvoi-Ebene wie auf Gemeindeebene. Eine Übersicht über die Einzelmaßnahmen und ihre Priorisierung der Kommunen ergibt sich aus den Anhängen 5 -7. Gemäß § 27 Abs. 2 S. 3 KlimaG BW hat der Konvoi mindestens fünf Maßnahmen zu benennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre, d. h. bis zum Jahr 2030, begonnen werden soll. Die Maßnahmen mit höchster Priorität (**TOP-Maßnahmen**) sind in Anhang 6 nach einer einleitenden Beschreibung über Ziele und Wesen der Maßnahme mit weiteren Merkmalen dargestellt und konkretisiert:

- Zuordnung: Zuständigkeit, Durchführung im Konvoi und/oder Einzelgemeinde.
- Aufgaben/Schritte: Zusammenfassung der wesentlichen Umsetzungsschritte zur Strukturierung der Prozesse.
- Initiator/Träger bzw. Zielgruppen: Wer ist für den Start der Maßnahme verantwortlich, und welche weiteren Akteur:innen und Zielgruppen arbeiten mit oder sollen angesprochen werden?
- Maßnahmenbeginn: Abschätzung des konkreten Beginns oder des zeitlichen Rahmens (kurzfristig, d. h. ab 2025 und innerhalb der nächsten 5 Jahre, mittelfristig bis in 5-10 Jahren, langfristig bis 2040). Die Abschätzung bezieht sich auf den Startzeitpunkt und nicht den Abschluss der Maßnahme.
- Dauer: Grobe Abschätzung der Projekt- oder Maßnahmendauer.
- Laufende Kosten und geschätzte Höhe der Investitionen: Sofern ermittelbar, werden die Kosten für den laufenden Betrieb oder z. B. Personalkosten abgeschätzt. Für die Abschätzung der voraussichtlichen Gesamtinvestitionskosten (inkl. Planung und Vorbereitung), die für die weitere Umsetzungsplanung bzw. Projektentwicklung erforderlich sind, wird teilweise auf spezifische, durchschnittliche Kostenansätze zurückgegriffen.

In der Startphase sollte der Fokus auf der Schaffung von handlungsfähigen Strukturen in den Verwaltungen der Gemeinden bestehen. *„Die KWP ist ein fortlaufender, rollierender Prozess und erfordert langfristige Organisationsstrukturen. Nach der Erstellung des kommunalen Wärmeplans beginnt die Detailplanung und Maßnahmenumsetzung, dazu zählen u. a. das Vorantreiben der energetischen Sanierung, die Koordination der Infrastrukturentwicklung, die Sicherung von Flächen im Rahmen der Bauleitplanung, die Genehmigung von Anlagen zur Erzeugung, Verteilung und Speicherung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme, das Akquirieren und*

Bereitstellen von finanziellen Mitteln und ggf. die Vergabe von Leistungen an Externe“ (dena (Hrsg.), 2023, S. 13.)

Der kommunale Wärmeplan wurde in wesentlicher Abstimmung mit dem Stadtbauamt Stockach erstellt, so dass der Themenbereich und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung geordnet sind. Durch regelmäßige Berichterstattung und Monitoring sollte künftig über den Fortschritt, evtl. auftretende Hemmnisse und Anpassung bzw. Ergänzung der Maßnahmen mit den beteiligten Gemeinden und Verwaltungsstellen beraten werden. Hierzu bietet sich das Format der Bürgermeisterrunde an, das bereits im Planungsprozess mit eingebunden war. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungspraxis in der Stadtplanung, beim Tiefbau, bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei den städtischen Liegenschaften integriert werden. Darüber hinaus sollten auch die kommunalen Gremien die Maßnahmen und die Strategie des kommunalen Wärmeplans mittragen und bei relevanten Entscheidungen entsprechend abwägen. Über die Fortschritte sollte auch regelmäßig öffentlichkeitswirksam in den Kommunen berichtet werden. Zur Erreichung dieser Ziele sollen vor allem die organisatorischen und übergeordneten **Maßnahmen C.1, C.2, C.3 und C.5** beitragen.

Weitere Schlüsselkomponenten einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung für den Konvoi sind:

→ Energetische Sanierung: Sanierungsquote von mindestens 2 %

Um den Energieverbrauch deutlich zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Ferner sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungsanlagen und durch das individuelle Nutzerverhalten genutzt werden. Mit dem Wärmeplan schaffen die Gemeinden die Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Um dieses Ziel bis 2040 angehen und umsetzen zu können, ist die Beratung, Kommunikation und Information aller relevanten Akteur:innen essenziell. Die Kommunen selbst können im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz der erneuerbaren Energien in den eigenen Liegenschaften umsetzen. Der sonstige Gebäudebestand, d. h. Privatgebäude, Gewerbebetriebe oder beispielsweise Vereins- oder Kirchenimmobilien, liegen nicht in der Hand der Verwaltungen. Darum sind hier gezielte Beratungen und Information der einzelnen Zielgruppen wichtig, um diese zum Sanieren zu motivieren. Entsprechende Aufgaben wurden in den **Maßnahmen B.1.1-B.1.1.3, B.2-B.3 sowie C.4** formuliert.

→ Ausbau von Nahwärmenetzen sowie die Schaffung neuer Wärmenetze

Der Ausbau von zentralen Wärmenetzlösungen ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie in fast allen Gemeinden des Konvois. Im Rahmen geförderter Machbarkeitsstudien können Trassenverläufe, Wärmeabsatzprognosen und Erzeugerstrukturen mit Blick auf der

technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht, Versorgungsoptionen verglichen sowie die Verfügbarkeit von Standorten zukünftiger Heizzentralen geprüft werden. Auf dieser Basis können lokale Wärmenetze entwickelt und bis 2040 zur Umsetzung gebracht werden. Für bestehende Wärmenetze sollen weitere Ausbau- und Verdichtungsmöglichkeiten evaluiert und ggf. im Detail geprüft werden. Die im Rahmen des Wärmeplans identifizierten Wärmenetz- und Prüfgebiete wurden als Maßnahmen im Handlungskonzept definiert (**Maßnahme A.1.1 bis A1.10, A.3**). Die potenziellen Anschlussnehmer bzw. Gebäudeeigentümer:innen sollten dabei frühzeitig über die Planungen informiert werden. Eine zentrale Informations- und Kundenplattform (online) kann dabei die Interessen für potenzielle Wärmenetzanschlüsse bündeln und die Effizienz der Kundengewinnung steigern (**Maßnahme A.4**).

→ Nutzung lokaler regenerativer Quellen: Ausbau von PV, Wind, Geothermie und Seewärme

Der nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Neben Ausbau und Anpassung der Energieinfrastrukturen sollen die im Wärmeplan identifizierten lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen und genutzt werden. Zur Förderung und Beschleunigung der Nutzung wurden entsprechende **Maßnahmen B.4.1-B.4.3** definiert.

In peripheren oder weniger verdichteten Bestandsgebieten wird sich nach den Zielen der Bundesregierung die Wärmepumpe als wichtigstes Heizungssystem durchsetzen³⁷. Die Kommunen sollten in den dezentralen Eignungsgebieten zusammen mit dem Stromversorger sicherstellen, dass das Stromnetz bei Bedarf für die neuen Herausforderungen der Versorgung einer großen Zahl von Wärmepumpen ertüchtigt wird, wobei auch der künftige Ausbau von PV und der Elektromobilität zu beachten sind.

5 Fortschreibung, Fazit und Ausblick

5.1 Fortschreibung

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach sieben Jahren fortgeschrieben werden muss (§ 27 Abs. 3 KlimaG). Es wird jedoch vorgeschlagen, die Fortschreibung nicht erst nach sieben Jahren anzugehen. Mit einer **kontinuierlichen Fortschreibung** können laufende Entwicklungen in den Kommunen und der Gas- und Wärmenetze sowie aus der Umsetzung der Maßnahmen regelmäßig in die Datenbanken und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden, z. B. wenn sich die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, die Potenziale für Wasserstoff oder Abwärme ändern oder Prüfungen und

³⁷ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/kanzler-viessmann-2070096> (Abruf: 29.10.2024).

Machbarkeitsuntersuchungen Wärmenetze negative Ergebnisse liefern. Zudem können sich aus der aktuellen Klimaschutzpolitik und Förderlandschaft Änderungen ergeben.

Ist der kommunale Wärmeplan regelmäßig aktualisiert und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Tool für die Stadtverwaltung, die Akteur:innen und Bürger:innen der Gemeinden entwickeln.

5.2 Zusammenfassung und Ausblick

Die Kommunen im Konvoi Stockach haben sich zusammengeschlossen, um bis 2040 gemeinsam den ambitionierten Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gehen. Dafür wurden für alle Gemeinden insgesamt 30 Eignungsbiete abgegrenzt und nach den Kategorien Wärmenetzgebiet (Bestand), Prüfgebiet Wärmenetz und Wasserstoff sowie in dezentrale Eignungsgebiete aufgeteilt und für alle Gebiete klimaneutrale Zielszenarien ermittelt. Zur kurz-, mittel- und langfristigen Umsetzung der Wärmewendestrategie wurden 27 Maßnahmen erarbeitet, von denen neun mit höchster Priorität angegangen werden sollen, davon vier auf Konvoiebene und fünf in Einzelgemeinden.

Der Konvoi verfügt bereits über 13 weitgehend mit nachhaltigen Energieträgern versorgte Wärmenetze, deren langfristiger Bestand, Ausbau und/oder Nachverdichtung sowie ggf. die Dekarbonisierung vorangetrieben werden soll. Weitere zehn Gebiete wurden als Prüfgebiete ausgewiesen, die grundsätzlich als Wärmenetz geeignet sind und deren Machbarkeit im Rahmen vertiefender Studien untersucht werden soll. Zentrale Herausforderung dabei ist, erneuerbare Energien für eine klimaneutrale Wärmenutzung zu erschließen, wobei die Rolle von Biogas (Einspeisevergütung, Flächenverfügbarkeit für Silomais etc.), Wasserstoff (Verfügbarkeit, Effizienz etc.) und Holz (Waldnutzung, Preisentwicklung etc.) im Einzelfall genauer zu prüfen ist. In manchen Wärmenetzen spielt auch die Absenkung der Vor- und Rücklauftemperaturen eine wichtige Rolle, um die Effizienz im Betrieb zu steigern und Wärmeverluste zu reduzieren.

Die dezentrale Wärmeversorgung steht ebenfalls vor einer großen Transformation. Hier werden vor allem Wärmepumpen zur Nutzung der Umweltenergie empfohlen (z. B. Außenluft, oberflächennahe Geothermie, Grundwasser). Als Zwischenschritt können bivalente Wärmeerzeugungs- bzw. Hybridsysteme eingesetzt werden, in denen Wärmepumpen mit bestehenden fossilen Kesseln kombiniert werden. In vielen Fällen sollten dann zusätzlich Dämmmaßnahmen getroffen werden, um den Umstieg auf eine monovalente Wärmeversorgung mittels erneuerbarer Heizungstechnologie zu vereinfachen. Die Kommunen sollten zusammen mit dem Stromversorger sicherstellen, dass das Stromnetz ggf. für die Versorgung einer großen Zahl von Wärmepumpen erüchtigt wird, wobei auch der Ausbau von PV und der Elektromobilität zu berücksichtigen sind. Das Heizen mit Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets stellt ebenfalls eine effiziente Alternative

dar. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Technologien, insbesondere die Anschaffungs-, Betriebs- und Brennstoffkosten oder der Platzbedarf müssen im Einzelfall geprüft und abgewogen werden.

Auch bleibt die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz durch Erhöhung der Sanierungsraten und -tiefen, insbesondere durch Dämmung der Gebäudehülle, dringend erforderlich. Ferner können die Gemeinden die Effizienz von Neubauvorhaben, z. B. im Rahmen der Bauleitplanung, steuern. Für kommunale Liegenschaften und Akteure mit größeren Gebäudebeständen gilt es, Sanierungsfahrpläne zu erarbeiten. Grundsätzlich ist es sinnvoll, Maßnahmen an der Gebäudehülle zeitlich vor der Umstellung der Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser durchzuführen. So kann beim Anlagentausch eine optimale Auslegung der Anlagentechnik auf die neuen Gebäudeanforderungen gewährleistet werden. Langfristig rechnen sich Einsparmaßnahmen an der Gebäudehülle, insbesondere wenn die Energiekosten weiter steigen werden.

Der vorliegende kommunale Wärmeplan wurde mit allen verfügbaren Daten erstellt und hat zum Ziel, eine langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung für die Kommunen des Konvois zu ermöglichen. Allerdings basiert er auf Wissen und Fachkenntnissen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Alle sieben Jahre³⁸ ist gemäß KlimaG die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans gesetzlich vorgeschrieben. Dies dient zum Monitoring des Wärmewendefortschritts einerseits. Andererseits lassen sich wirtschaftliche, technologische oder ökologische Entwicklungen aufgreifen und im Rahmen eines Updates in den Wärmeplan integrieren. Das heißt, dass sich der kommunale Wärmeplan ebenfalls weiterentwickelt und der Status Quo nicht bis 2040 unveränderlich festgeschrieben ist.

Baden-Württemberg und seine Kommunen sind Vorreiter bei der kommunalen Wärmeplanung, deren Prozess mit Beschluss des Wärmeplans am Anfang steht und deren Umsetzungserfolg vom Willen und Handeln aller Kommunen abhängt.

³⁸ Laut Wärmeplanungsgesetz des Bundes ist der Wärmeplan alle fünf Jahre zu prüfen (§ 25 WPG); bei Bedarf ist er zu überarbeiten und zu aktualisieren (Fortschreibung).

6 Quellenverzeichnis

- Literaturverzeichnis:

Agentur für Erneuerbare Energien (2022): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2022. (<https://www.unendlich-viel-energie.de/.../endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr>) (letzter Abruf: 29.10.2024)

Bundesamt für Energie (2004): Wärmenutzung aus Abwasser, Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen, Bern/Zürich.

Clausen, J.; Johannsen, L.; Böhler, H.; Kranich, K.; Huber, M.; Seifert, Th. (2022). Kommunale Wärmeplanung. Grundlage einer klimaverantwortlichen Stadtplanung. Policy Paper der Scientists for Future, Berlin.

Clausen, J.; Huber, M.; Ehrhardt, H.; Jordan, U. (2024): Wärmewende auf dem Dorf. Policy Paper der Scientists for Future, Berlin

Clausen, J.; Seifert, Th., Huber, M. (2024b): Die Wärmewende: Zentrale Aufgabe einer klimaverantwortlichen Kommunalpolitik. Scientists for Future, Berlin

DAA GmbH (2024): Solarthermie Berechnung für die Solare Warmwasserbereitung. (<https://www.solaranlagen-portal.com/solarthermie/kauf/berechnung>) (letzter Abruf: 29.10.2024)

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2011): Energieeffizienz bei Wärmeversorgungssystemen in Industrie und Gewerbe, Berlin.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.) (2023): Erste Schritte in der Kommunalen Wärmeplanung: Die Vorbereitungsphase, Berlin.

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.) (2023): Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden, 4. Auflage, Berlin.

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (2020): Wärmepumpen in Bestandsgebäuden. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WP_{smart} im Bestand“, Freiburg.

GeoMol Team (2015): GeoMol – Assessing subsurface potentials of the Alpine Foreland Basins for sustainable planning and use of natural resources – Project Report, Augsburg.

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW) (2021): Leitfaden Kommunale Wärmeplanung, Stuttgart.
(<https://um.baden-wuerttemberg.de/.../Publikationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf>)

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW) (2023a): Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung V1.1.
(<https://www.kea-bw.de/waermewende/.../kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>)

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW) (2023b): Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für Gemeinden in Baden-Württemberg, www.kea-bw.de/waermewende/...erdwaermesonden-potenzial-fuer-die-kommunale-waermeplanung (letzter Abruf: 29.10.2024)

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (2024): Stichwort Sanierungsquote. www.klimaschutz-niedersachsen.de/.../stichwort-sanierungsrate.php (letzter Abruf: 29.10.2024)

Rehmann, F.; Streblow, R.; Müller, D. (2022): Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Quartieren, Whitepaper, Berlin

Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2005): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, 4. Überarbeitete Neuauflage, Stuttgart.

Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2008): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren, 1. Auflage, Stuttgart.

Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2009): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen, 1. Auflage, Stuttgart.

Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2016): Informationsblatt – Häufig gestellte Fragen zum EWärmeG 2015 (Novelle), Stuttgart. (<https://www.erneuerbare-waerme-gesetz.de/wp-content/uploads/2019/09/infoblatt-faq-um.pdf>) (letzter Abruf: 29.10.2024)

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (2023): Optimierung von Erdwärmesonden, Wädenswil. <https://erdsondenoptimierung.ch> (letzter Abruf: 29.10.2024)

- Linkverzeichnis und sonstige Quellen

BAFA, Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): www.bafa.de/.../effiziente_gebaeude_node.html (letzter Abruf: 29.10.2024)

BAFA, Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): https://www.bafa.de/.../effiziente_waermenetze_node.html (letzter Abruf: 29.10.2024)

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW), DVGW-Regelwerk: www.dvgw.de/leistungen/regeln-und-normen

Energieatlas BW. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) (2016-2024), Karlsruhe: <https://www.energieatlas-bw.de/>

Forst Baden-Württemberg, Interaktive Karte: <https://gis.forstbw.de/>

Geoportal Baden-Württemberg, Kartenviewer des Geoportal-BW: www.geoportal-bw.de

Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen: <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/>

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Kartenviewer: isong.lgrb-bw.de/

KfW, Worst Performing Building (WPB): [https://www.kfw.de/.../Worst-Performing-Building-\(WPB\)/](https://www.kfw.de/.../Worst-Performing-Building-(WPB)/)
(letzter Abruf: 29.10.2024)

MLW BW, Städtebauförderung: <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/.../staedtebaufoerderung>

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: www.statistik-bw.de