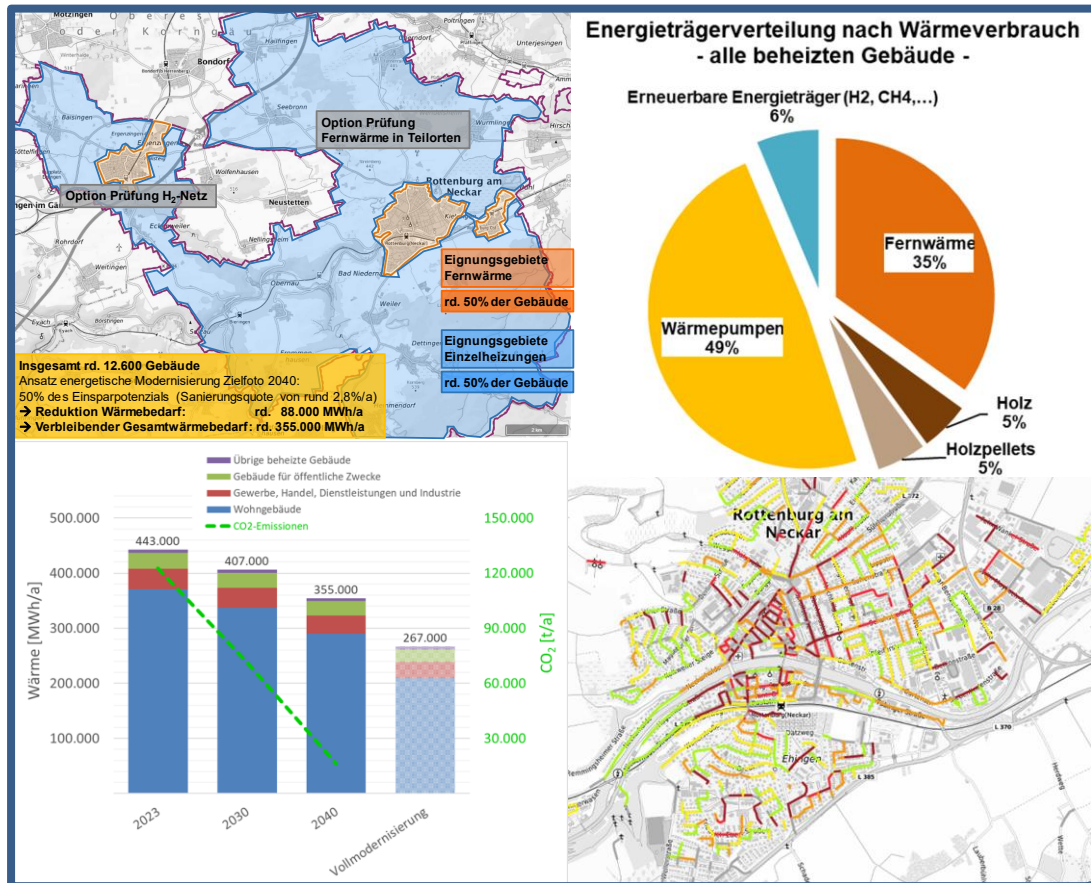




Stadt
Rottenburg
am Neckar



Stadt Rottenburg am Neckar

Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

Bietigheim-Bissingen, überarbeitet November 2024

Auftraggeber



Stadt
Rottenburg
am Neckar

Stadt Rottenburg am Neckar
Marktplatz 18
72108 Rottenburg am Neckar

www.rottenburg.de

Auftragnehmer



Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe

www.smartgeomatics.de

& (im Unterauftrag)



IBS Ingenieurgesellschaft mbH
Flößerstraße 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen

www.ibs-ing.com

Bietigheim-Bissingen, überarbeitet November 2024

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Beck
(Smart Geomatics)

i. A. Dr.-Ing. Daniel Löffler (IBS)

Patrick Schweizer (IBS-Geschäftsführer)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	4
2.	Bestandsanalyse	5
2.1	Beschreibung der Gemeindestruktur	5
2.2	Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs	11
2.3	Bestehende und geplante Wärmeversorgungsstrukturen	15
2.4	Energie- und Treibhausgasbilanz Wärme	23
2.5	Strombedarf und lokale Erzeugung	25
3.	Potenzialanalyse	26
3.1	Potenziale zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	26
3.2	Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung	31
3.3	Potenziale erneuerbarer Stromquellen für Wärmeanwendungen	54
4.	Beteiligungsprozess	61
5.	Zielszenario	62
5.1	Flächenhafte Darstellung der geplanten Versorgungsstruktur	62
5.2	Umsetzungsfahrplan / Zielsetzung	66
5.3	Zwischenzielszenario 2030 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung	67
5.4	Szenario 2040 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung	70
5.5	Szenario zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs für 2040	72
5.6	Zielfoto 2040	74
6.	Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog	78
6.1	Wärmewendestrategie	78
6.2	Maßnahmenkatalog	78
7.	Anhang Maßnahmen Steckbriefe	80
7.1	Quartiersuntersuchung Wendelsheim	80
7.2	Fortführung der Quartiersbearbeitung in Oberndorf	81
7.3	Quartiersuntersuchung Hailfingen	83
7.4	Quartiersuntersuchung „Eugen-Bolz-Gymnasium“	84
7.5	Wärmenetzuntersuchung Achse Priesterseminar – Haus am Neckar	86
7.6	Weitere Quartiers- und Wärmenetzuntersuchungen	88
7.7	Beratungsoffensive Heizungstausch und Gebäudemodernisierung	90
7.8	Erstellung Energiekonzept und Umsetzungsplan städtische Gebäude ...	91

1. Einleitung

Für eine nachhaltige Energieversorgung ist es von zentraler Bedeutung, dass nicht nur der Stromsektor umgebaut wird, sondern dass gleichzeitig auch eine Mobilitäts- und Wärmewende realisiert wird. Insbesondere die Wärmeversorgung hat mit rund 50 % den größten Anteil am bundesweiten Gesamtenergieverbrauch und wird aufgrund der lokal begrenzten Erzeugungs- und Versorgungscharakteristik in besonderem Maße durch kommunale Entscheidungen beeinflusst.

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg im Jahr 2021 wurden in § 7c und 7d große Kreisstädte und weitere Gebietskörperschaften mit mehr als 20.000 Einwohnern zu einer „kommunalen Wärmeplanung“ verpflichtet. Bis spätestens zum 31.12. des Jahres 2023 sollen solche Planungen vorliegen und spätestens alle 7 Jahre fortgeschrieben werden. Mit der Verabschiedung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG) im Februar 2023 wurde das bisherige Klimaschutzgesetz angepasst und fortentwickelt. Die kommunale Wärmeplanung ist hier in § 27 festgehalten. Kommunale Wärmepläne enthalten für alle Sektoren (Verwaltung, Gewerbe und Privathaushalte) mindestens:

- eine **Bestandsanalyse** über den Wärmebedarf, die Gebäudetypen, die Baualtersklassen sowie die aktuelle Versorgungsstruktur
- eine **Potenzialanalyse** zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung
- ein klimaneutrales **Zielszenario** für das Jahr 2040 mit Zwischenzielen für das Jahr 2030
- eine **Wärmewendestrategie** mit konkreten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sowie der Klimafreundlichkeit der Energieversorgung

Der Wärmeplan ist ein Planungsinstrument zur strategischen Ausrichtung der Energie- und insbesondere der Wärmeversorgung einer Kommune. Mit Hilfe des Wärmeplans lassen sich viele komplexe Fragestellungen der Energieversorgung in der Kommune beantworten sowie wichtige Grundlagen für effiziente und nachhaltige Energieversorgungslösungen schaffen.

Ein wesentliches Ziel der räumlichen Wärmeplanung ist es, Energieausbau- und Energieeffizienzstrategien mit der Überplanung bestehender Bauflächen hinsichtlich Nachverdichtung oder Umnutzung sowie der Neuplanung von noch unbebauten Flächen zu verbinden.

Die Firma Smart Geomatics Informationssysteme GmbH mit der IBS Ingenieurgesellschaft mbH im Unterauftrag wurde am 18.03.2022 mit den Arbeiten zur kommunalen Wärmeplanung in Rottenburg am Neckar beauftragt.

Im Rahmen der Untersuchung erhobene Daten, die dem Datenschutz unterliegen (z. B. Energieverbrauchsdaten, Schornsteinfegerdaten), wurden bei der Weiterverarbeitung zu größeren Einheiten, sogenannten Clustern aggregiert oder auf Straßenabschnitte zusammengefasst. Gebäudescharfe Darstellungen derartiger Daten erfolgen nicht, wodurch die Anforderungen des Datenschutzes erfüllt werden.

2. Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde über das komplette Stadtgebiet eine gebäudescharfe Wärmebedarfsanalyse, welche den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude sowie die Energieträgerverteilung aufzeigt, durchgeführt. Des Weiteren wurde der Bestand leitungsgebundener Wärmeinfrastruktur (Erdgas-, Fernwärmenetze) erfasst.

2.1 Beschreibung der Gemeindestruktur

Rottenburg am Neckar liegt mit seinen 44.653 Einwohnern und einer Fläche von 142,27 km² im westlichen Bereich des Landkreises Tübingen.

Im Mai 1972 wurde Rottenburg am Neckar eine Große Kreisstadt. Zusammen mit den umliegenden Gemeinden Hirrlingen, Neustetten und Starzach hat Rottenburg am Neckar eine Verwaltungsgemeinschaft vereinbart.

In Rottenburg am Neckar sind heute vor allem Handwerksbetriebe aller Branchen und mittelständische Betriebe des produzierenden und verarbeitenden Gewerbes ansässig. Mit wachsenden Bevölkerungszahlen gehört Rottenburg am Neckar noch zu den wenigen Städten mit Bevölkerungszuwachs.

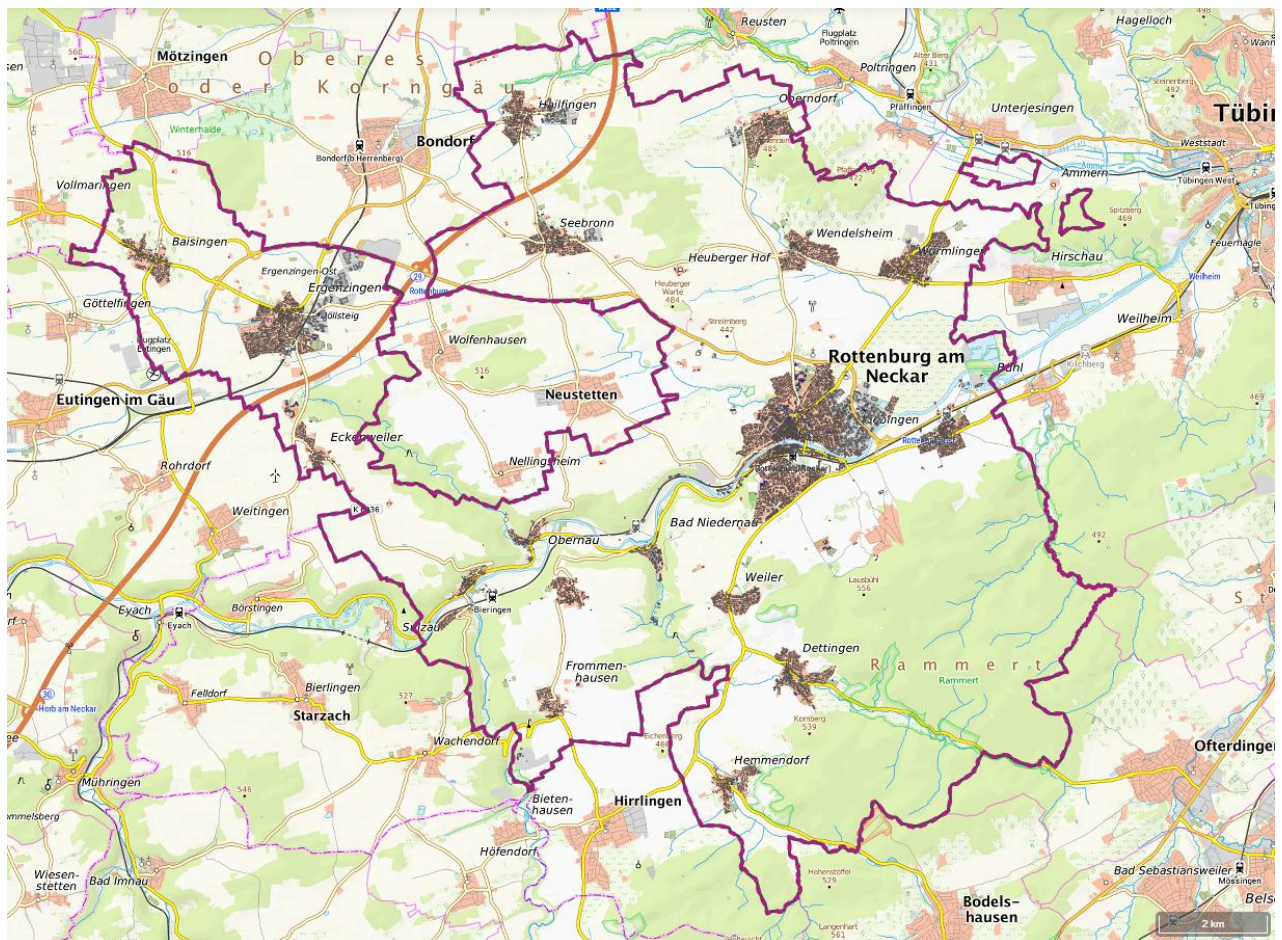


Abb. 1: Gemarkung Rottenburg am Neckar

2.1.1 Siedlungsentwicklung

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird die Siedlungsentwicklung nach dem Baujahr der Gebäude ermittelt. In den nachfolgenden Grafiken sind die Gebäude farblich ihrer jeweiligen Baualtersklasse zugeordnet, so dass der zeitliche Verlauf der Aufsiedelung Rottenburgs ersichtlich ist.

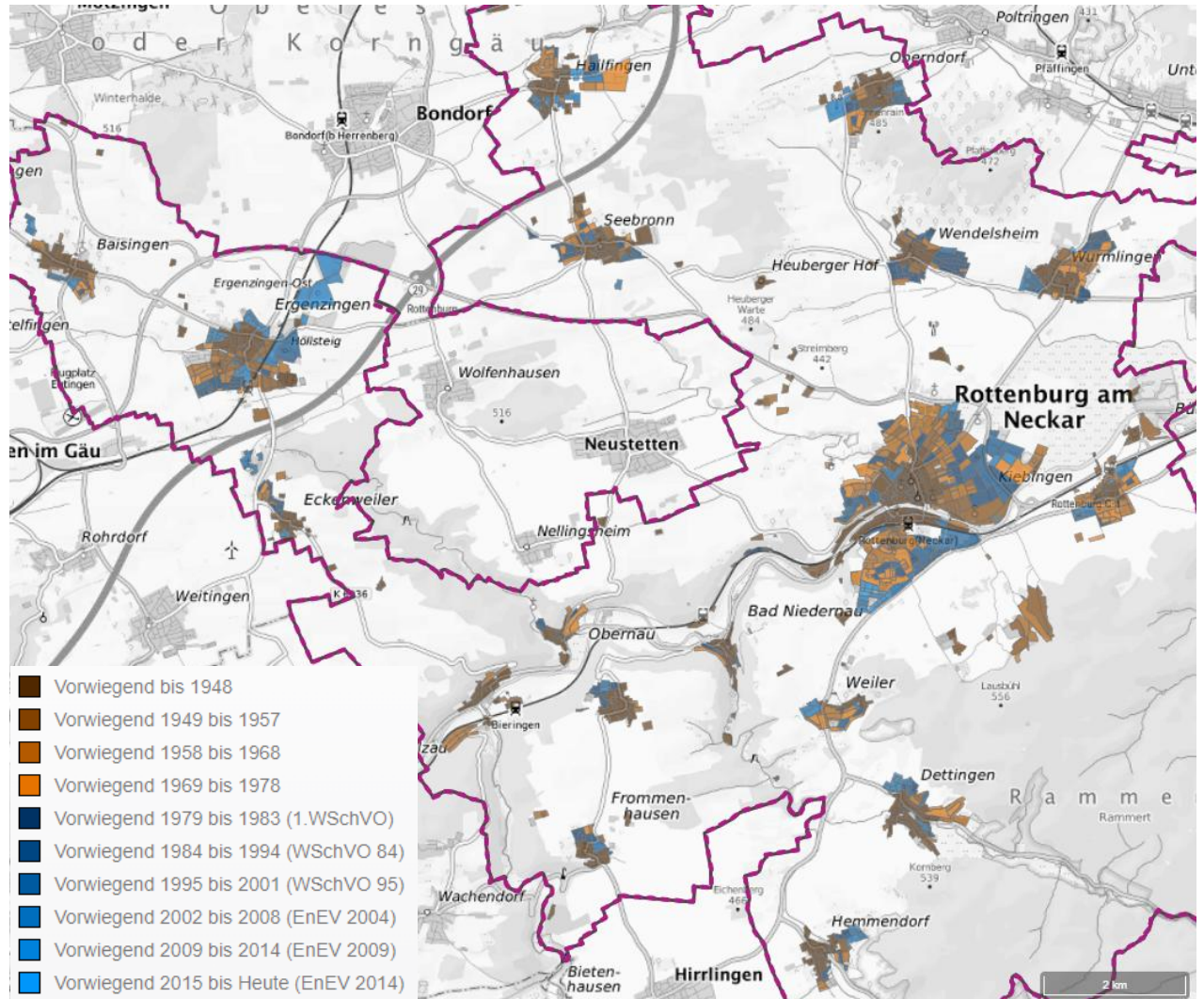


Abb. 2: Übersicht Entwicklung der Bebauung in Rottenburg am Neckar (vorwiegendes Gebäudebaujahr auf Baublockebene)



Abb. 3: Entwicklung der Bebauung in der Kernstadt von Rottenburg am Neckar (vorwiegendes Gebäudebaujahr auf Baublockebene)

Der größte Teil der Gebäude wurde vor der ersten Wärmeschutzverordnung (1. WSchVO) im Jahr 1979 erbaut. Vorwiegend in den Randlagen der Kernstadt sowie der Teilortschaften sind neuere Gebäude errichtet, welche damit in die ab diesem Zeitpunkt geltenden Energieeinsparverordnungen (WSchVO über EnEV bis hin zum GEG) fallen. Die Gebäude der Altstadt im Rottenburger Zentrum wurden überwiegend vor 1948 gebaut.

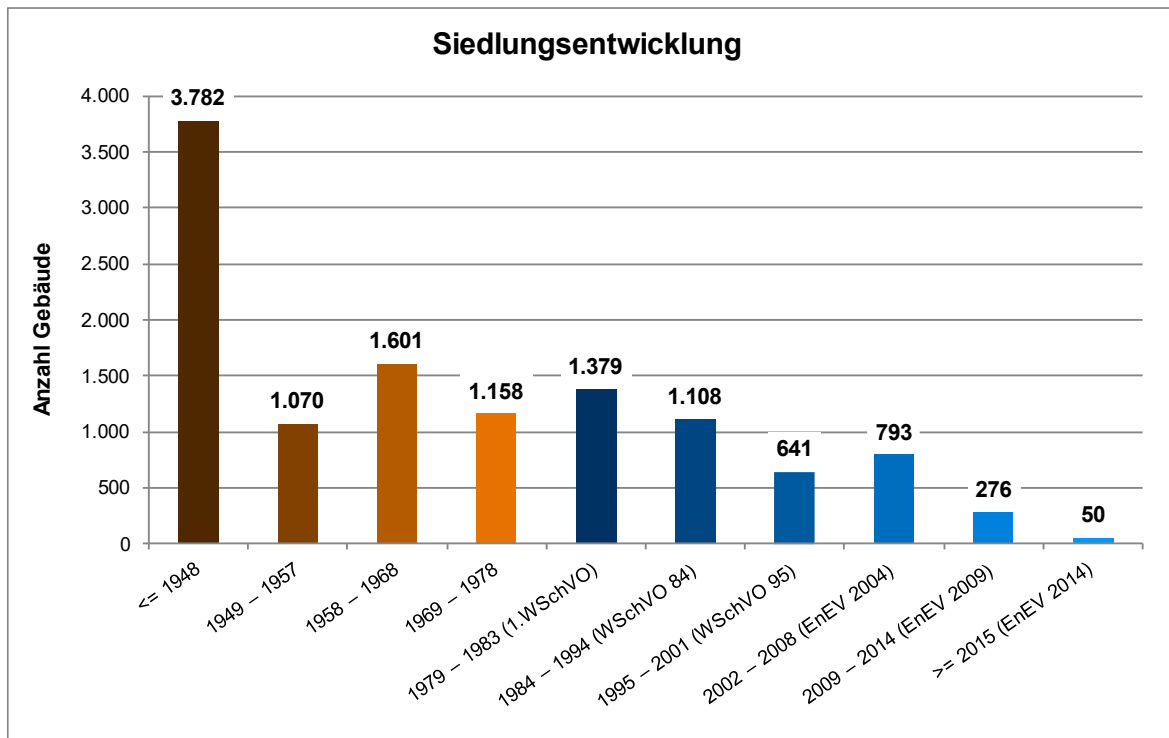


Abb. 4: Siedlungsentwicklung nach Baualtersklassen

2.1.2 Gebäudekategorien und -typen

Im Stadtgebiet Rottenburg am Neckar dominieren die Wohn- und Wohnmischgebäude mit einem Anteil von rund 90 %. Den nächstgrößeren Sektor bilden die Gebäude mit gewerblicher Nutzung, welche einen Anteil von etwa 8 % ausmachen. Knapp 2 % der Gebäude werden für öffentliche Zwecke genutzt. Die restlichen Gebäude weisen sonstige Nutzungen auf.

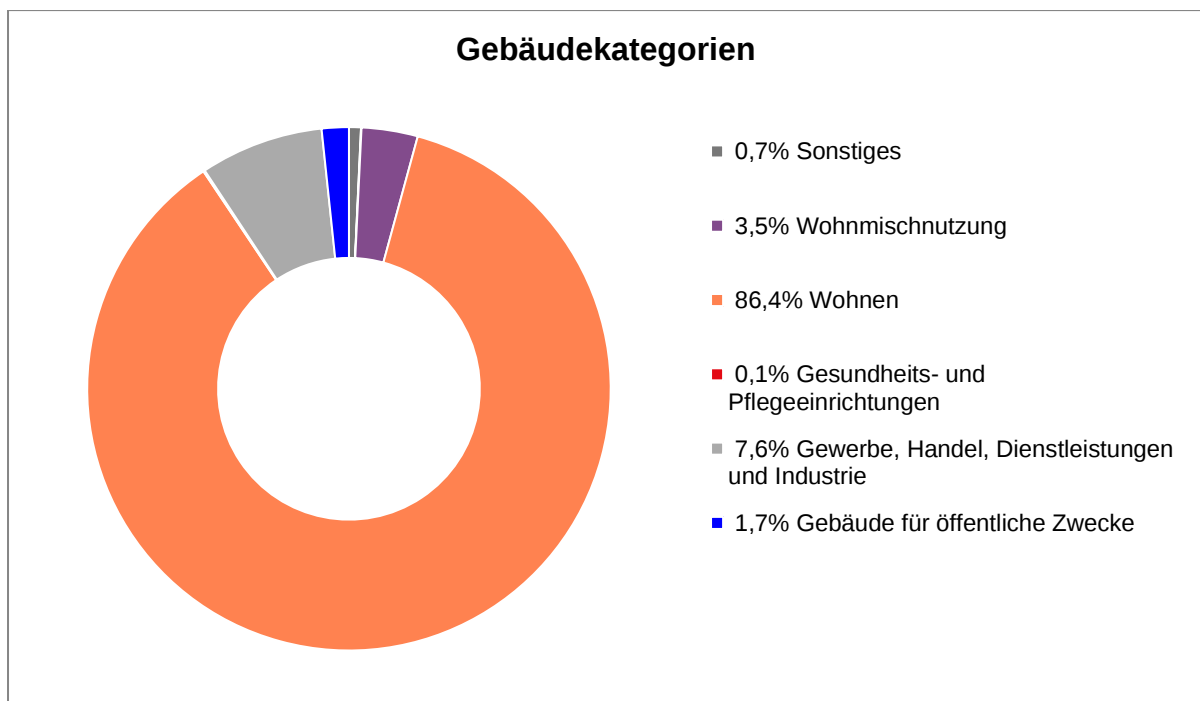


Abb. 5: Gebäudekategorien nach Sektoren

Von den rund 11.300 Wohngebäuden (inkl. Wohnmischnutzung) im Stadtgebiet dominieren die Gebäudetypen Ein- bis Zweifamilienhaus und Doppel-/Reihenhaus mit knapp 80 % den Rottenburger Wohngebäudebestand. Auch Mehrfamilienhäuser finden sich mit einem Anteil von rund 16 % regelmäßig in der Bebauung. Bezogen auf die Wohn-/bzw. Nutzflächen weisen diese Gebäude aufgrund der Gebäudegröße einen größeren Anteil auf, als er sich - bezogen auf die Anzahl der Gebäude - mit 16 % ergibt. Hochhäuser finden sich nur in geringer Anzahl und spielen daher eine untergeordnete Rolle.

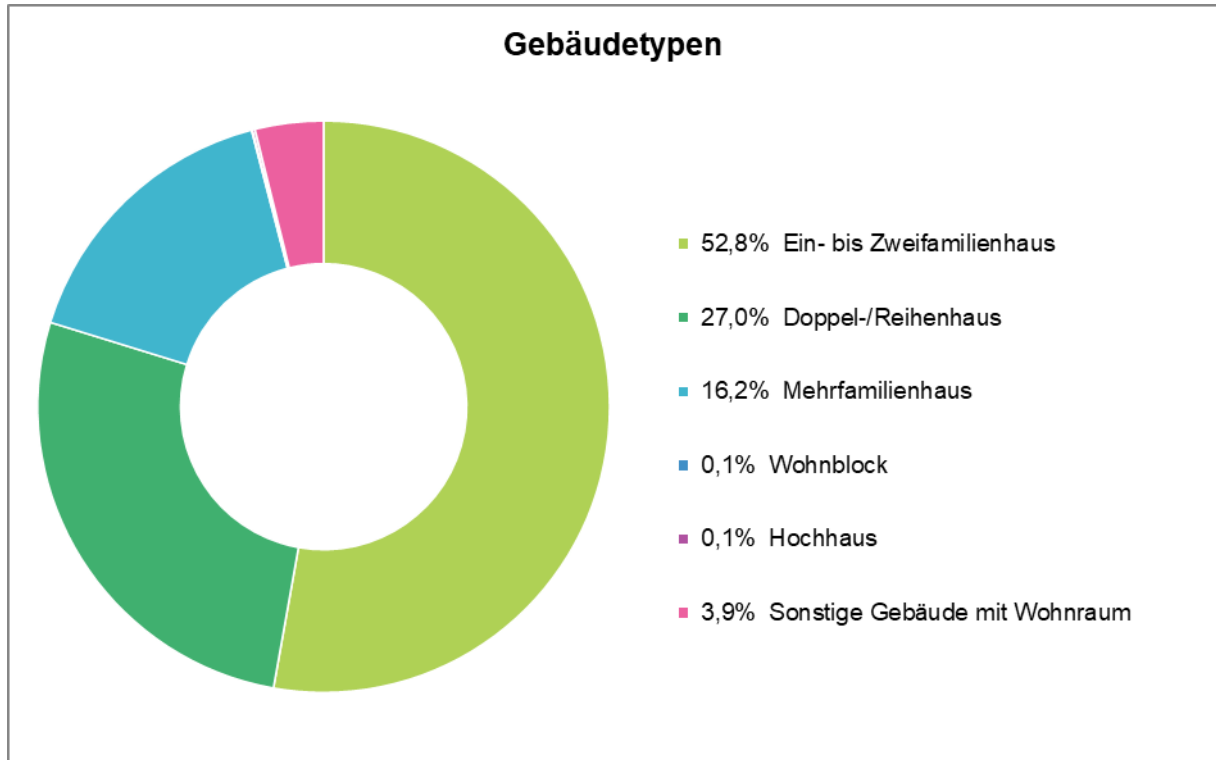


Abb. 6: Kategorisierung nach Wohngebäudetypen (bezogen auf die Anzahl der Gebäude)

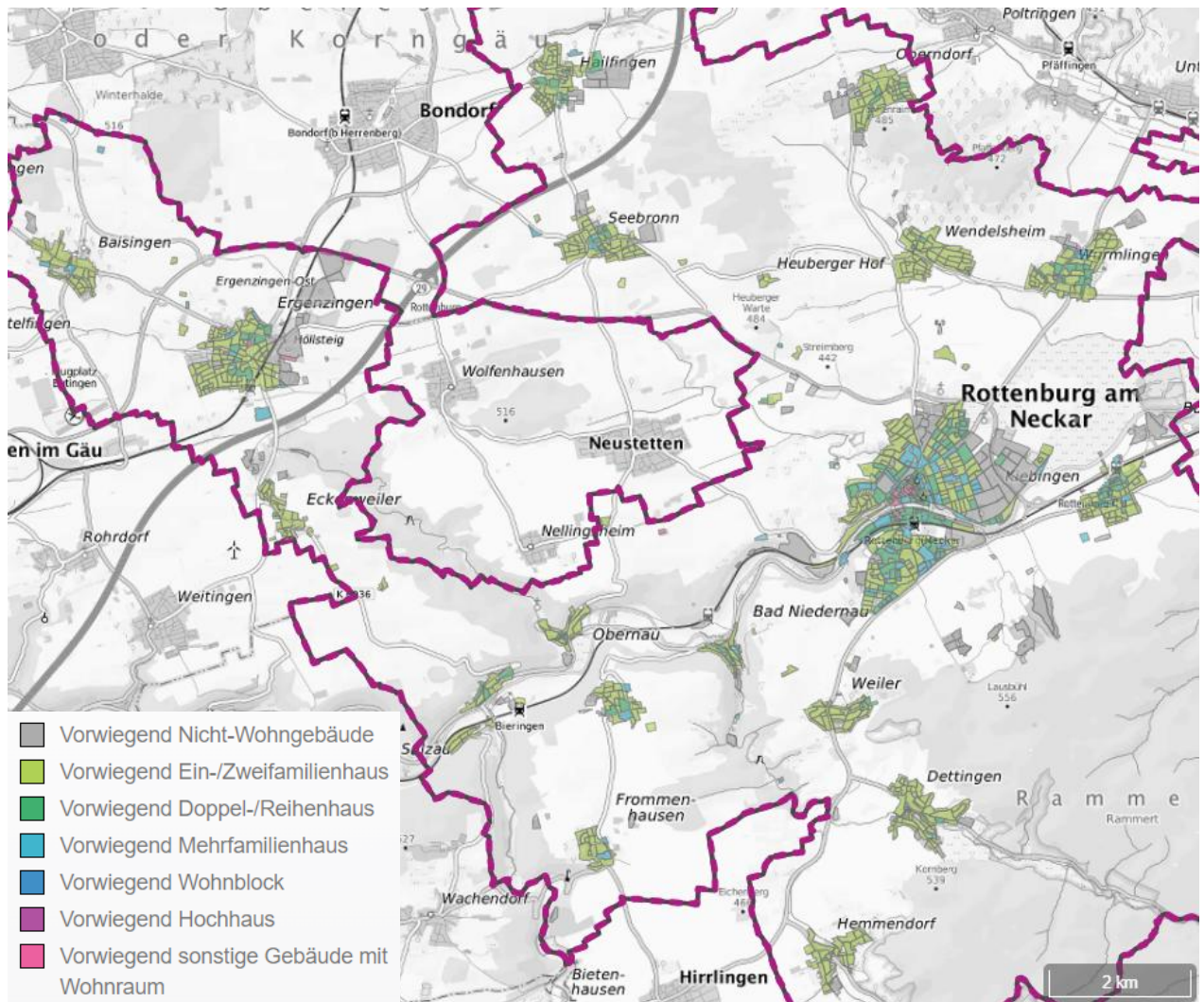


Abb. 7: Übersicht Gebäudetypen in Rottenburg am Neckar (vorwiegende Gebäudetyp auf Baublockebene)

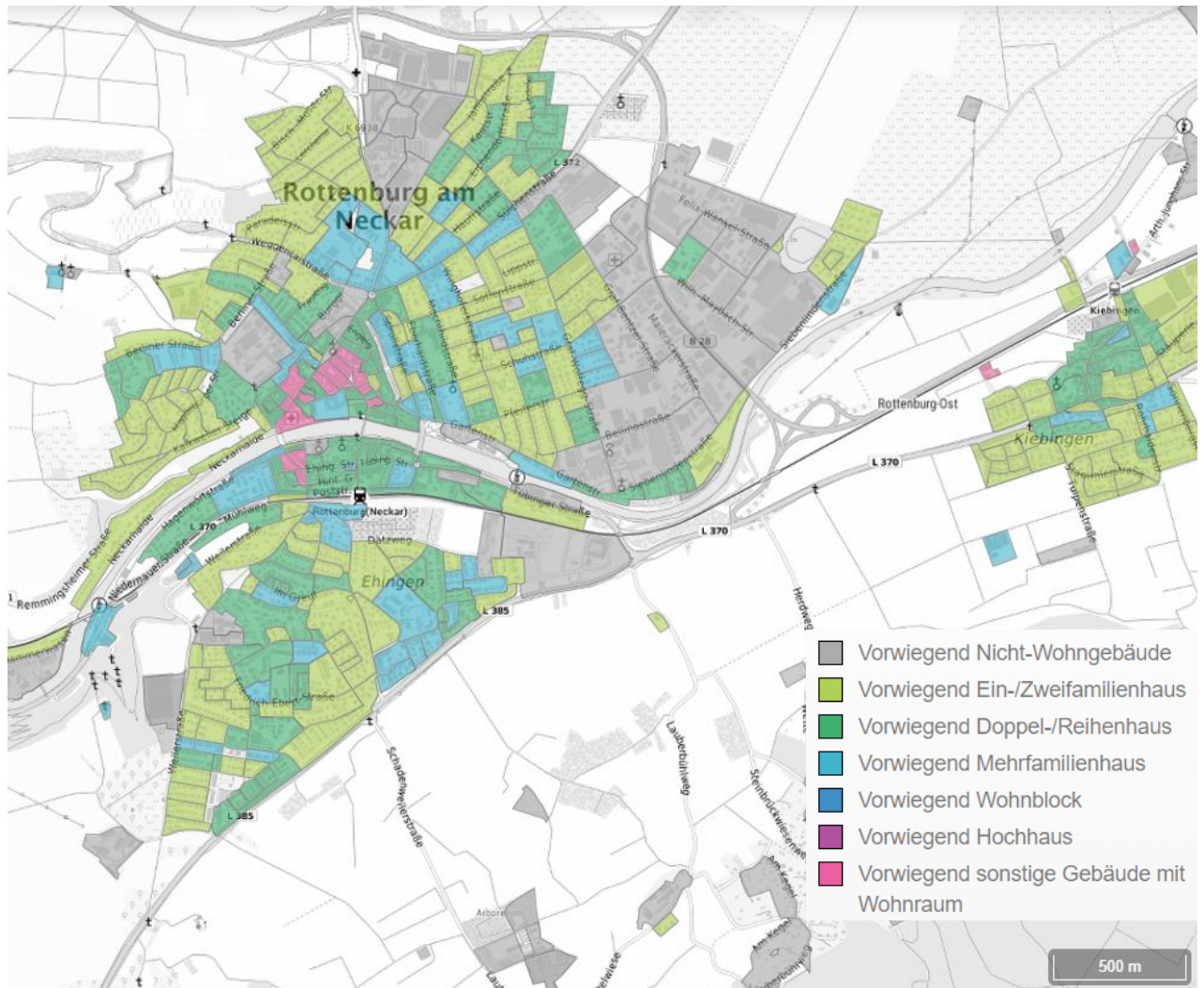


Abb. 8: Gebäudetypen in der Kernstadt von Rottenburg am Neckar (vorwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene)

2.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs

Die Wärmeversorgung von Wohngebäuden stellt mit etwa 406.000 MWh/a Endenergieverbrauch den größten Energieverbraucher in Rottenburg am Neckar dar. Aus diesem Grund kommt der energetischen Sanierung von Gebäuden, dem Austausch von Heizungsanlagen und dem Bau bzw. der Erweiterung lokaler Wärmenetze eine große Bedeutung im Rahmen einer klimaneutralen Stadtentwicklung zu.

Einen ersten Überblick dazu vermittelt der Wärmebedarf auf Baublockebene. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Handlungsbedarf identifizieren. Als Grundlage für die Ermittlung des Wärmebedarfs der Wohngebäude werden Merkmale wie Gebäudealter, Gebäudetypen und die Wohnfläche herangezogen. Diese werden nach energetischen Kennwerten des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) bewertet und mit tatsächlichen Verbrauchsdaten der Netzbetreiber angereichert.

Die Daten der Netzbetreiber geben Aufschluss über die eingesetzten Mengen an Erdgas, Fernwärme und Heizstrom. Einen hohen Wärmebedarf haben insbesondere die Gebiete mit einer hohen Bebauungsdichte, Großverbrauchern und/oder älterer Bausubstanz.

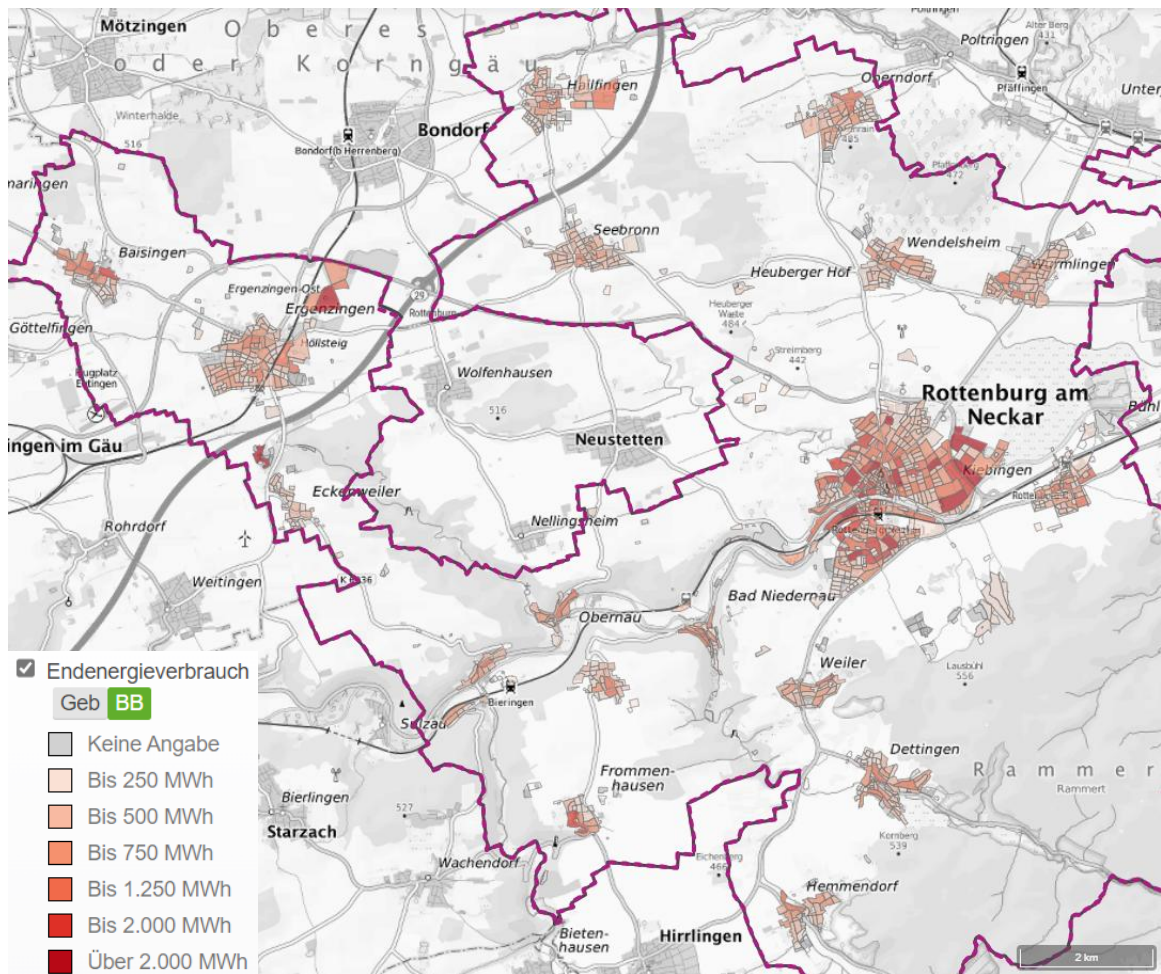


Abb. 9: Endenergiebedarf (Wärmeversorgung) auf Baublockebene

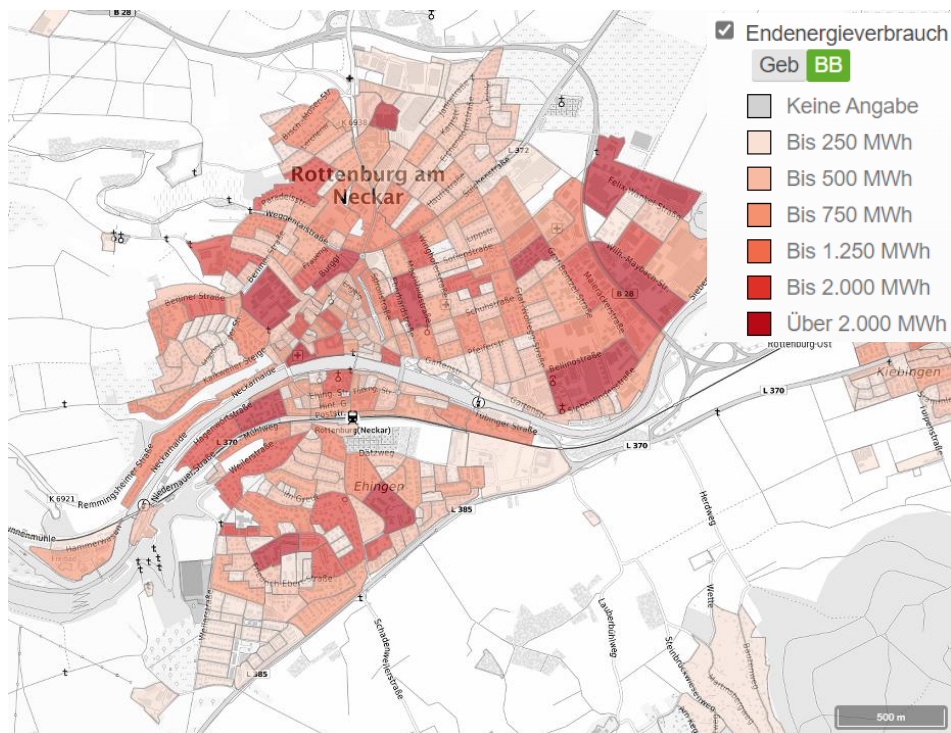


Abb. 10: Endenergiebedarf (Wärmeversorgung) auf Baublockebene in der Kernstadt

Die folgenden Abbildungen zeigen die Wärmedichte auf Straßenabschnittsebenen in Kilowattstunden pro laufendem Straßenmeter. Diese bildet eine Entscheidungsgrundlage, in welchen Straßen ein Ausbau oder die Verdichtung von Fernwärmetrassen sinnvoll sein kann.

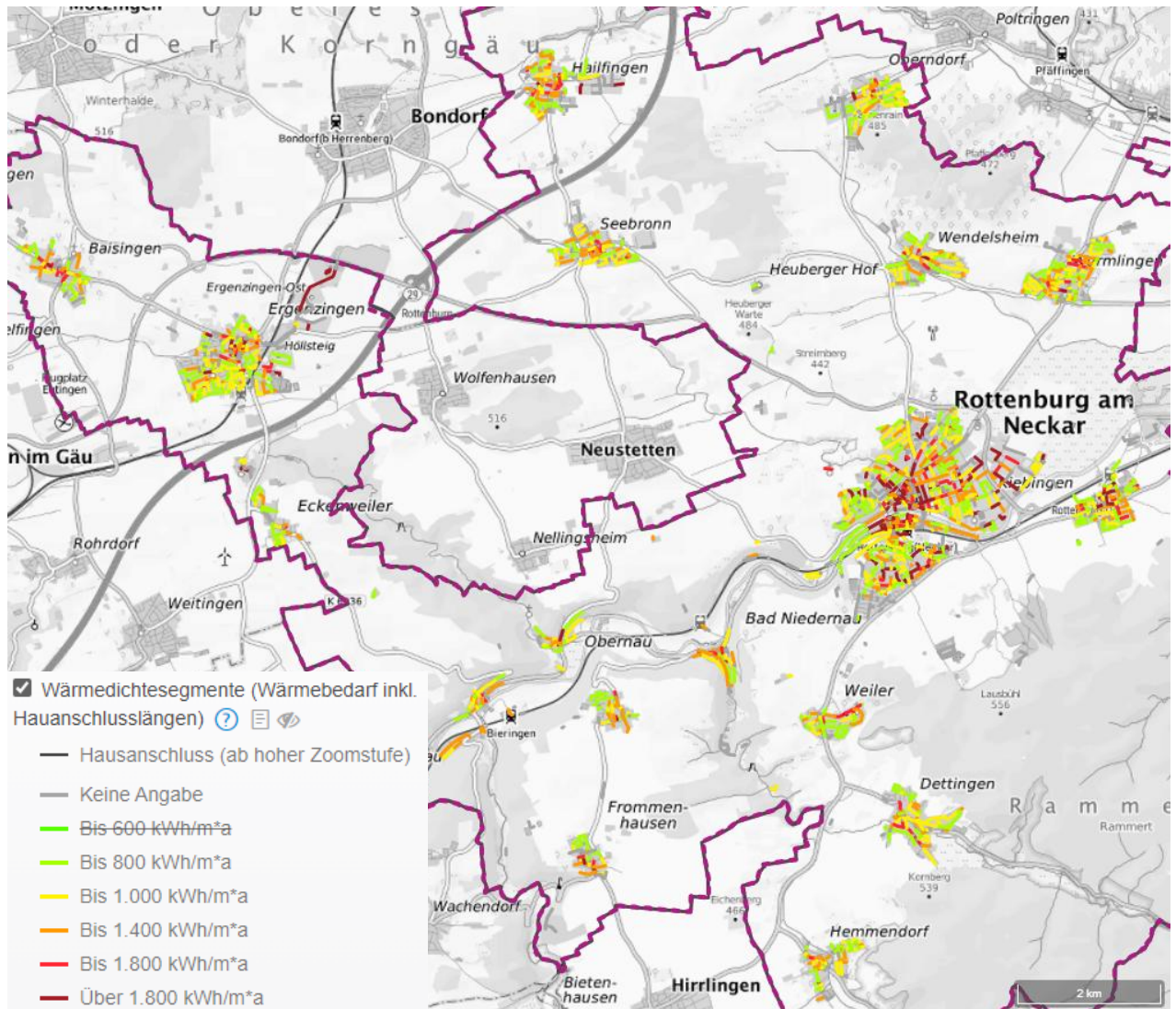


Abb. 11: Wärmeverbrauchsichte von Straßenabschnitten



Abb. 12: Wärmeverbrauchsdichte von Straßenabschnitten in der Kernstadt

2.3 Bestehende und geplante Wärmeversorgungsstrukturen

2.3.1 Wärmenetze

In Rottenburg am Neckar betreiben die Stadtwerke Rottenburg bereits Wärmenetze. Die Wärme-erzeugung in den Heizzentralen beruht aktuell hauptsächlich auf Erdgas-Blockheizkraftwerken in Verbindung mit Gaskesseln. Mit den Blockheizkraftwerken (BHKW) wird neben Wärme auch Strom erzeugt. Die größeren Heizzentralen wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung besichtigt.

Neben der Versorgung eines Neubaugebiets in Ergenzingen mit einem kalten Nahwärmenetz befinden sich die Wärmenetze überwiegend im Bereich der Kernstadt Rottenburgs (s. Abb. 13).



Abb. 13: Übersicht Heizzentralen der Stadtwerke in der Kernstadt Rottenburg

Neben kleineren Wärmeverbundlösungen finden sich hier die Heizzentralen Hohenbergschule, Kreuzerfeld und DHL-Gelände.

In der Heizzentrale der Hohenbergschule werden ein Blockheizkraftwerk sowie Zusatzkessel zur Wärmeherzeugung eingesetzt. Aus der Heizzentrale werden die umliegenden öffentlichen Gebäude (Schule, Kinderbetreuung, Sport) mit Wärme versorgt. Die Gesamtwärmeerzeugung beläuft sich auf rund 2.400 MWh/a. Zum Zeitpunkt der Begehung hatten umfangreiche Baumaßnahmen an der Hohenbergschule begonnen.

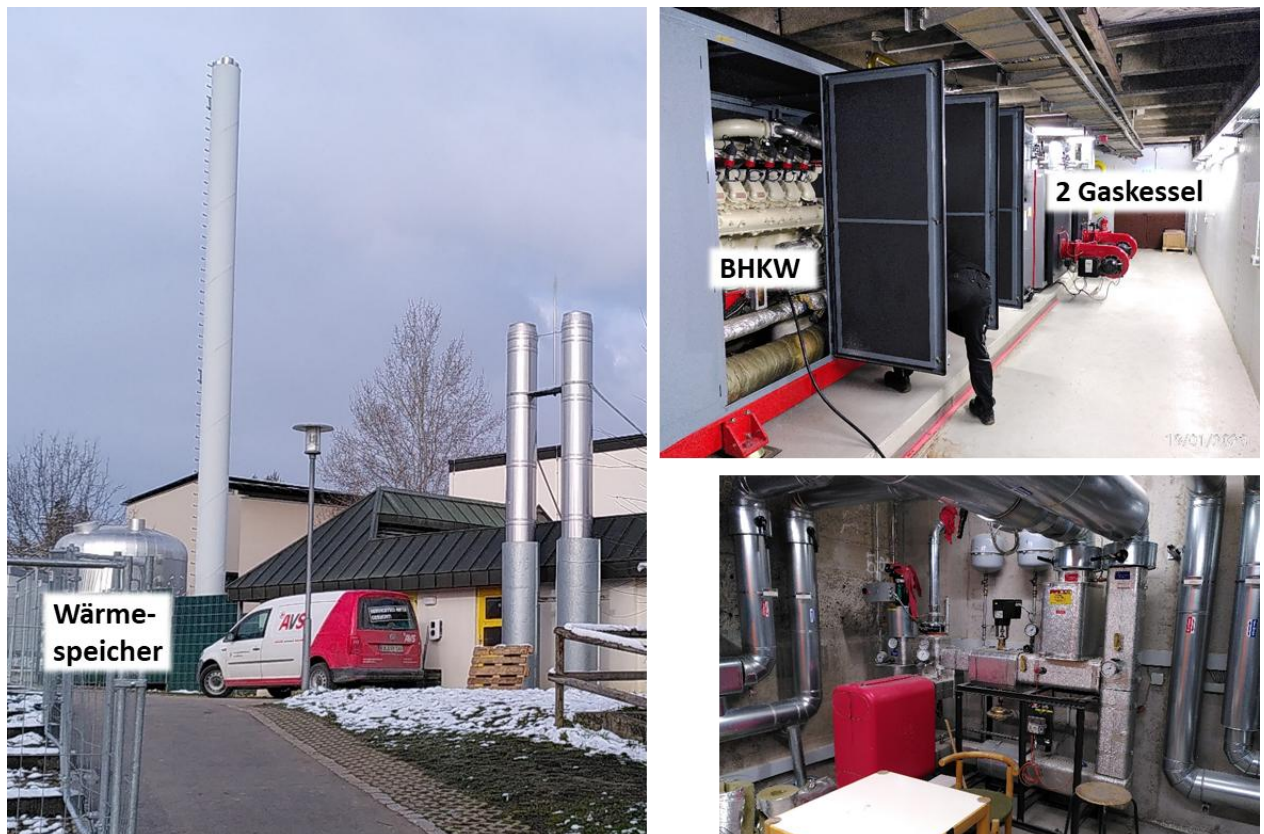


Abb. 14: Heizzentrale Hohenbergschule

In der Heizzentrale Kreuzerfeld werden zwei Blockheizkraftwerke (Erdgas und Biomethan) sowie Zusatzkessel zur Wärmeherzeugung eingesetzt. Die Gesamtwärmeerzeugung beläuft sich auf rund 1.000 MWh/a. Aus der Heizzentrale werden überwiegend Wohngebäude im näheren Umfeld mit Wärme versorgt. Hierbei handelt es sich um Wohngebäude, die Anfang der 2010er Jahre neu gebaut wurden. Diese Gebäude wurden von Beginn an aus der Heizzentrale, welche im gleichen Zeitfenster errichtet wurde, versorgt.



Abb. 15: Heizzentrale Kreuzerfeld

In der Heizzentrale auf dem ehemaligen DHL-Gelände werden ein Blockheizkraftwerk sowie Zusatzkessel zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Die Heizzentrale des ehemaligen DHL-Geländes wurde errichtet, um überwiegend Gebäude eines in Entstehung befindlichen Neubaugebiets mit Wärme zu versorgen.

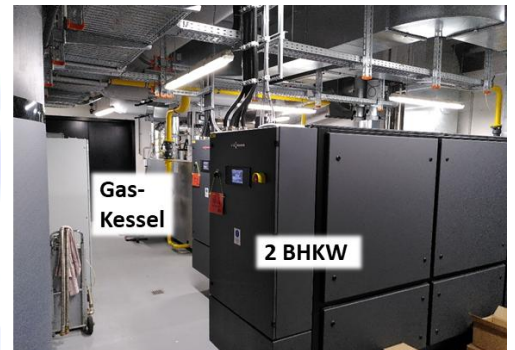


Abb. 16: Heizzentrale DHL-Gelände

Die bislang vorhandenen Wärmenetze können auch als Inselnetze bezeichnet werden. Insgesamt werden Gebäude mit einem Wärmeverbrauch von rund 10.000 MWh/a über diese

Wärmeverbünde mit Wärme versorgt. Zum derzeitigen Stand erfolgt die Fernwärmeerzeugung überwiegend mit Erdgas-Blockheizkraftwerken (Kraft-Wärme-Kopplung zur effizienten Strom- und Wärmeerzeugung), einem Biomethan-Blockheizkraftwerk sowie Gaskesseln. Im Bereich der kalten Nahwärme in Ergänzungen werden Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung eingesetzt, die oberflächennahe Geothermie als Wärmequelle nutzen.

Vor diesem Hintergrund wird auch der Transformationsbedarf der Fernwärmeerzeugung hinsichtlich der Klimaschutzziele erkennbar. Die Transformation der Erzeugungsanlagen zugunsten einer Erhöhung des erneuerbaren Anteils der Fernwärme in Rottenburg erreicht direkt alle bestehenden und künftigen Anschlussnehmer und stellt somit ein Potenzial hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung dar. Eine Aufgabe zur Transformation der Fernwärmeerzeugung liegt in der Reduktion der Wärmeerzeugung aus Gaskesseln in den Heizzentralen. Zudem gilt es, den Anteil erneuerbarer Energien in der Fernwärmeerzeugung zu steigern. Neben dem Zubau weiterer Wärmeerzeuger können große Wärmespeicher ebenfalls zur Reduktion des Anteils von Zusatzkesseln beitragen. Auch größere Blockheizkraftwerke in stromgeführter Betriebsweise können einen Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen beitragen und bei Verfügbarkeit erneuerbarer Brennstoffe ggf. zukünftig auch mit diesen betrieben werden (bspw. Einsatz von Wasserstoff in BHKW).

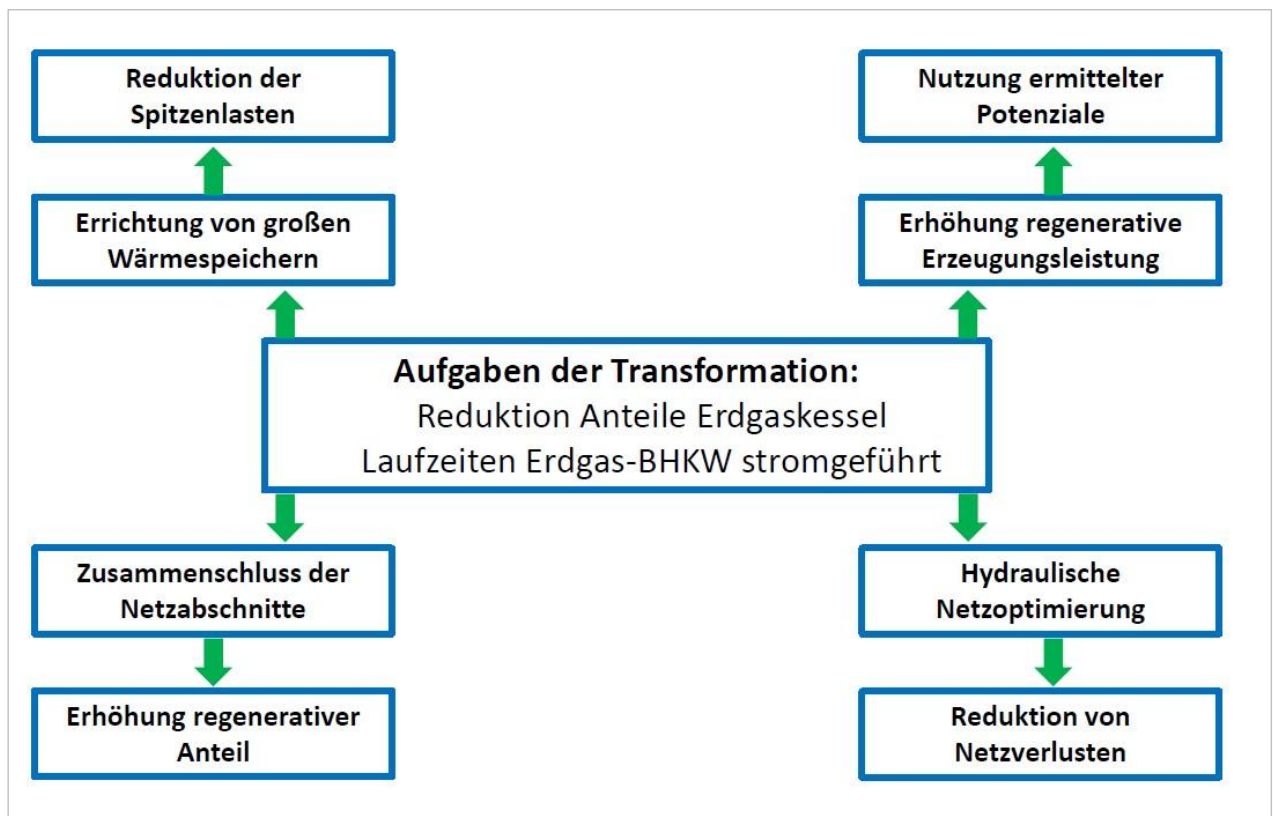


Abb. 17: Aufgaben der Transformation bestehender Heizzentralen und Wärmenetze

Zu den Aufgaben der Transformation zählen maßgeblich:

- Wärmespeicherkapazitäten zur Reduktion des Betriebs von Zusatzkesseln
- Optimierungsarbeiten an Wärmenetzen (Hydraulik, Netztemperaturen, Netzverluste, Übergabestationen)
- Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen
- Ausbau und Zusammenschluss von Wärmenetzabschnitten

2.3.2 Erdgasnetz und Einzelheizungen

Wie in der Energieträgerverteilung (s. Abb. 18) ersichtlich, wurde das Erdgasnetz in Rottenburg am Neckar insbesondere in der Kernstadt sowie teilweise in Ergenzingen flächendeckend ausgebaut. Das Gasnetz umfasst inkl. der Hausanschlussleitungen eine Gesamttrassenlänge von rund 140 km auf Rottenburger Gemarkung. Netzbetreiber des Gasnetzes ist die Energieversorgung Rottenburg am Neckar GmbH. Auf Gemarkungsebene liegt die durchschnittliche jährliche Energieabgabe von Erdgas momentan bei rund 900 - 1.000 kWh Wärmeenergie je Trassenmeter Gasnetz (inkl. der Anschlussleitungen). Nach Angaben der Energieversorgung Rottenburg am Neckar (EVR - Netzbetreiber Erdgas) wurde das vorhandene Erdgasverteilnetz dem Baujahr entsprechend weitgehend mit PE-Leitungen ausgeführt. Diese Leitungen sind nach Angaben der EVR wasserstofftauglich, so dass das Erdgasnetz mit geringem technischem Aufwand so umgebaut werden könnte, dass auch Wasserstoff als Energieträger transportiert werden könnte.

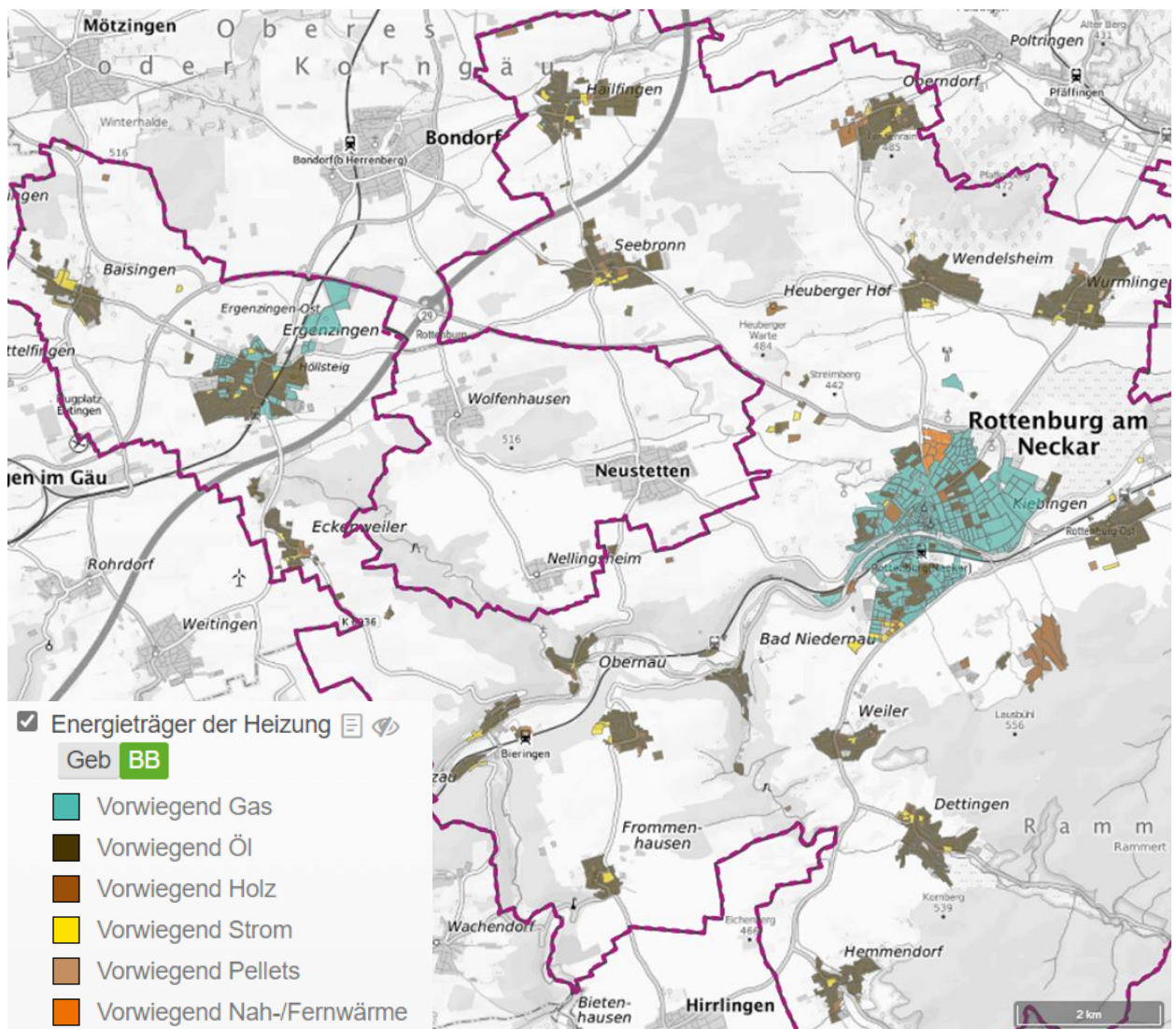


Abb. 18: Energieträgerverteilung der Heizungen (vorwiegender Energieträger auf Baublockebene)

Die Informationen zum Einbaujahr der Heizungen in Gebäuden stammen aus den Kkehrbüchern der Bezirksschornsteinfeger. In den folgenden Auswertungen wird deutlich, dass mehr als die Hälfte (rund 57 %) der Heizungen (vorwiegend Gas- und Ölheizungen) vor dem Jahr-2001 eingebaut wurden und hier kurz- bis mittelfristig eine Heizungserneuerung bevorsteht. Heizungsanlagen ohne Altersangabe sind hierbei nicht berücksichtigt.

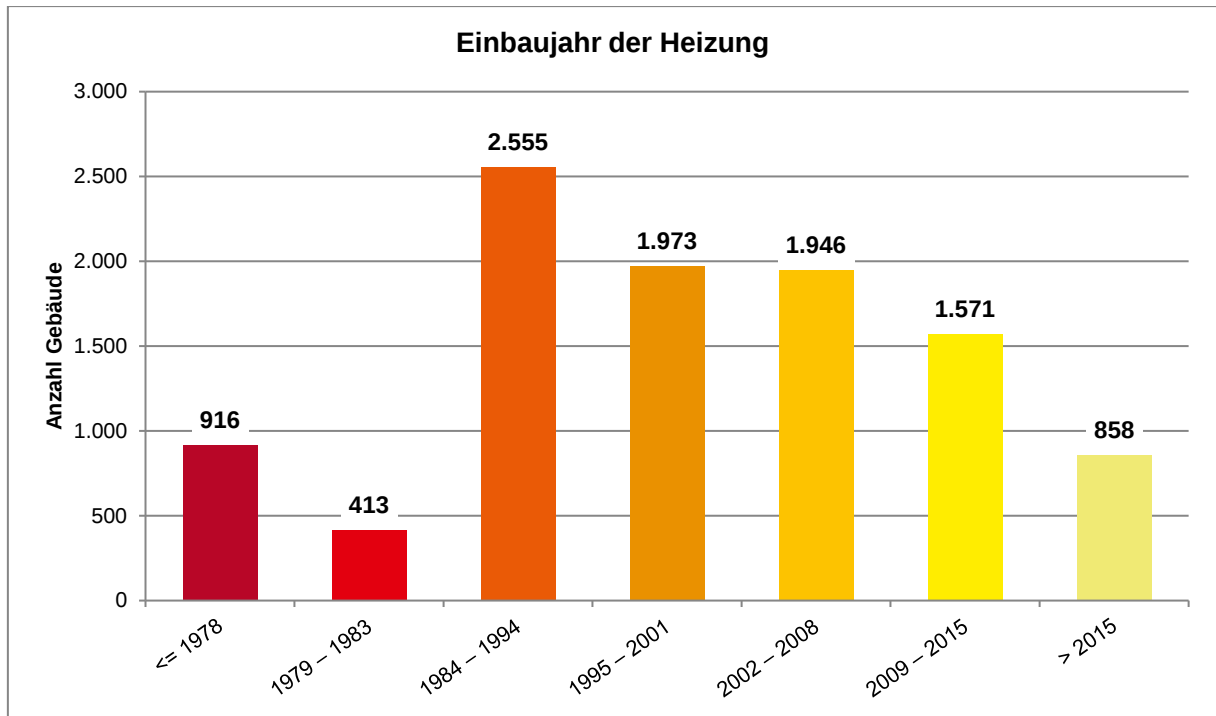


Abb. 19: Verteilung der erfassten Einzelheizungsanlagen nach Einbaujahr

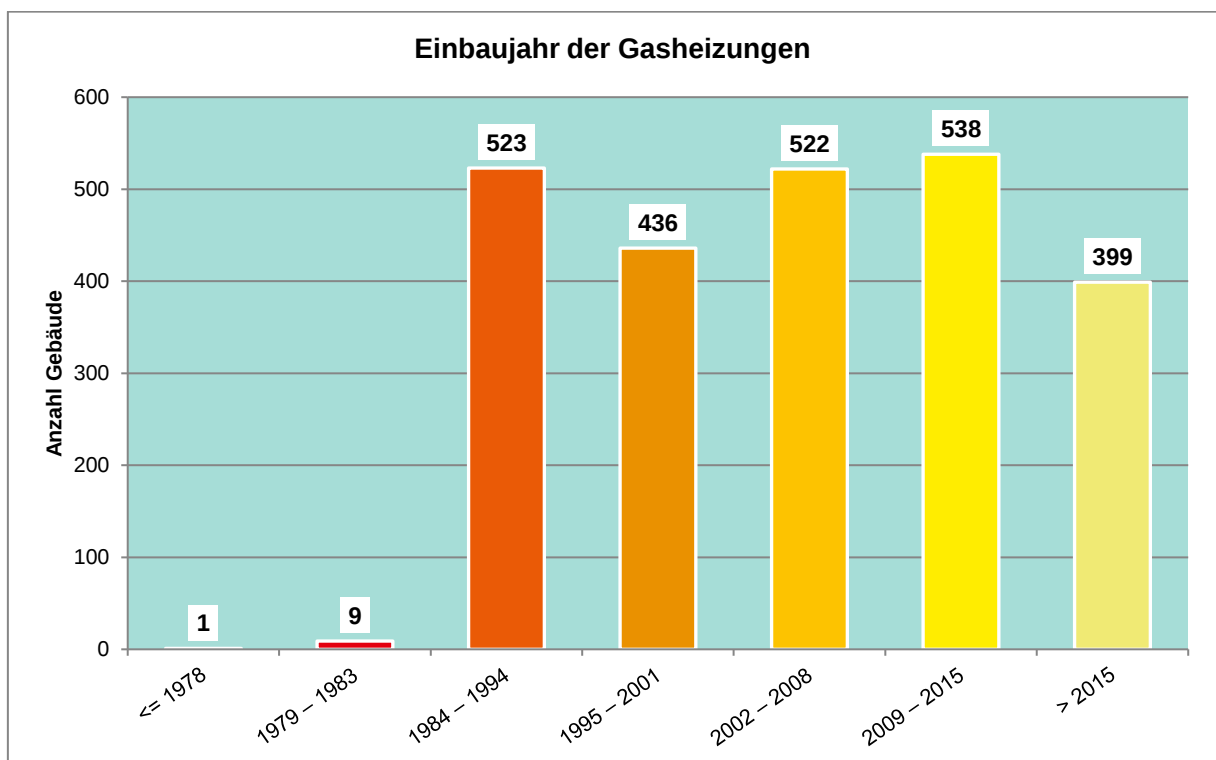


Abb. 20: Verteilung der erfassten Erdgas-Einzelheizungsanlagen nach Einbaujahr

In Abb. 20 sowie der folgenden Kartendarstellung lässt sich zudem erkennen, dass in Gebieten, in denen ein Erdgasnetz ausgebaut wurde (Kernstadt sowie Teile Ergenzingens, Kiebingens und Hailfingens) in diesem Zuge auch ein systematischer Heizungstausch stattgefunden hat und hier nur wenige Heizungsanlagen mit Baujahr vor 1984-1994 vorzufinden sind. In den Teilorten ohne Erdgasversorgung finden sich hingegen häufiger Heizungsanlagen älteren Baujahrs.

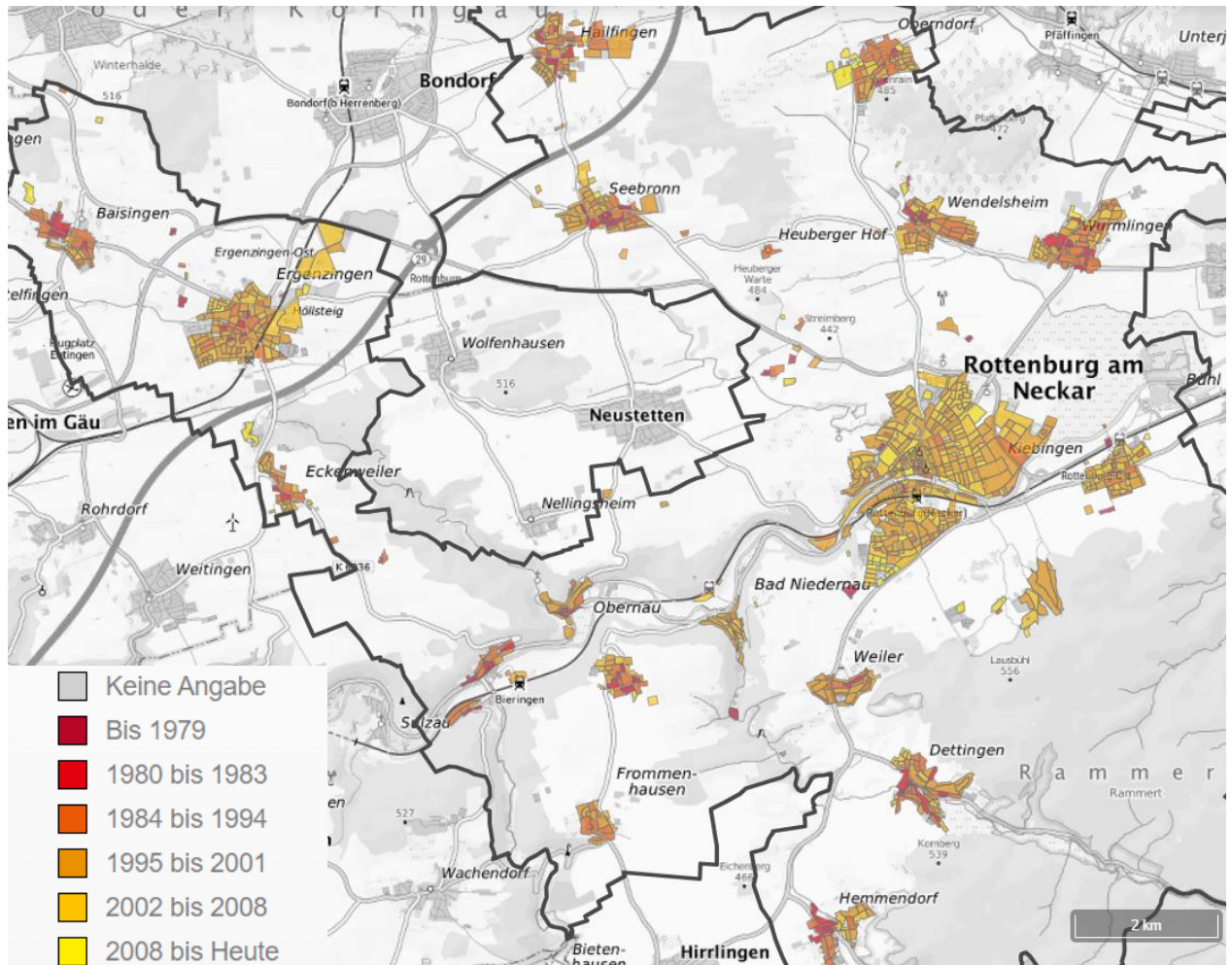


Abb. 21: Baujahr der Heizungen (vorwiegendes Einbaujahr auf Baublockebene)

Die aus den Netzanschlüssen und Schornsteinfegerdaten erfassten und zur Gebäudebeheizung eingesetzten Heizkessel, Übergabestationen, Öfen etc. werden nachfolgend quantitativ aufgeschlüsselt dargestellt. Hierbei sind alle Heizungsanlagen inklusive „Nebenheizungen“ (beispielsweise Kaminöfen zusätzlich zur Ölzentralheizung) erfasst.

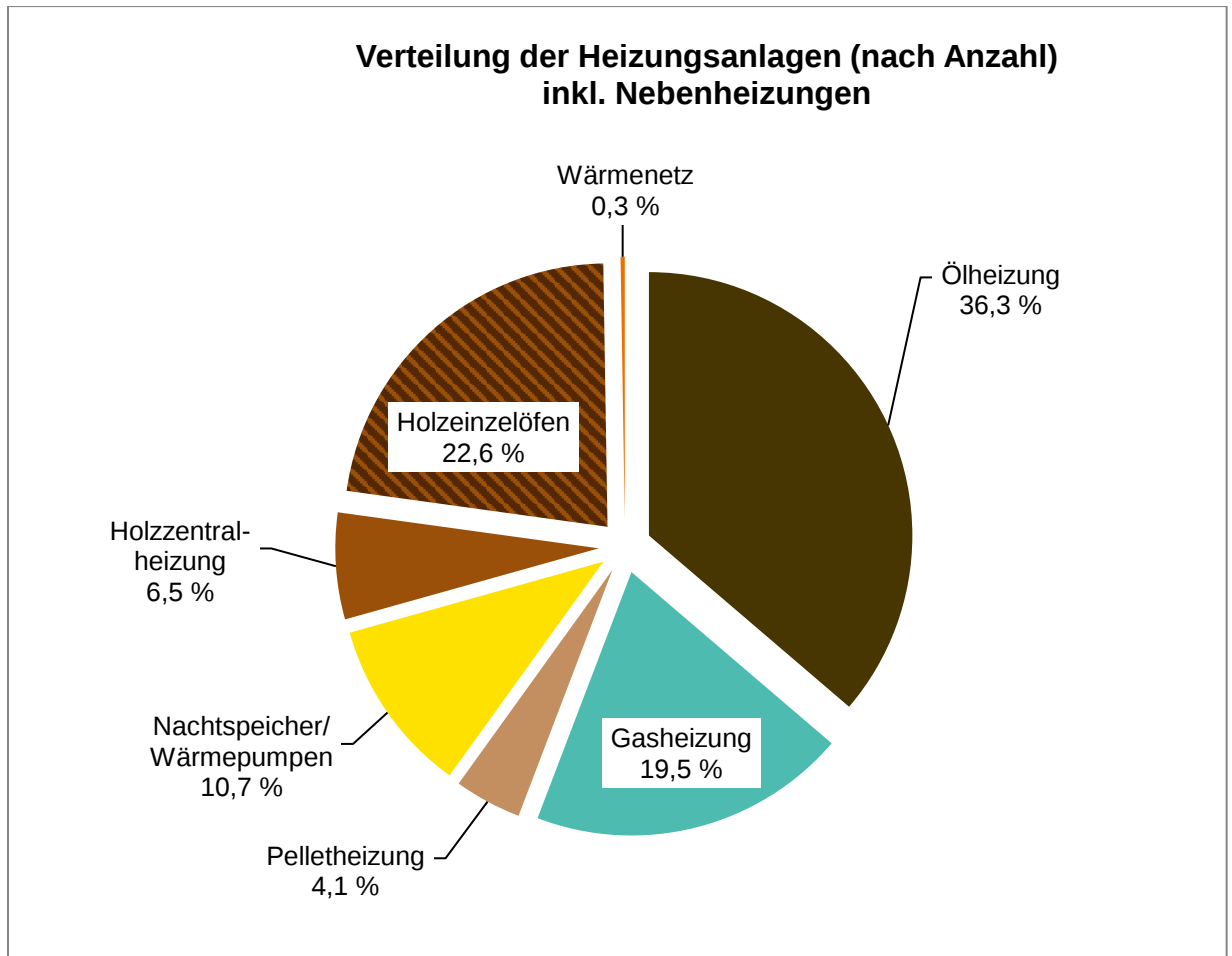


Abb. 22: Verteilung der Heizungsanlagen nach Anzahl

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz Wärme

Für die Beurteilung der Ist-Situation und die Entwicklung von Klimaschutzzielen ist es wichtig, den Ist-Stand bei Wärmeverbrauch und Treibhausgas-Emissionen zu ermitteln. Die Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) ist die Grundlage, um Maßnahmen und Schritte zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung zu bewerten, zu priorisieren sowie einen effizienten Ressourceneinsatz zu planen. Zudem ermöglicht die Bestandsanalyse auch, die Einsatzmöglichkeiten der ermittelten erneuerbaren Erzeugungspotenziale aufzuzeigen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird nach folgenden Sektoren aufgeschlüsselt:

- private Haushalte, Wohngebäude
- kommunale Liegenschaften
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, öffentliche Nutzungen und Sonstiges

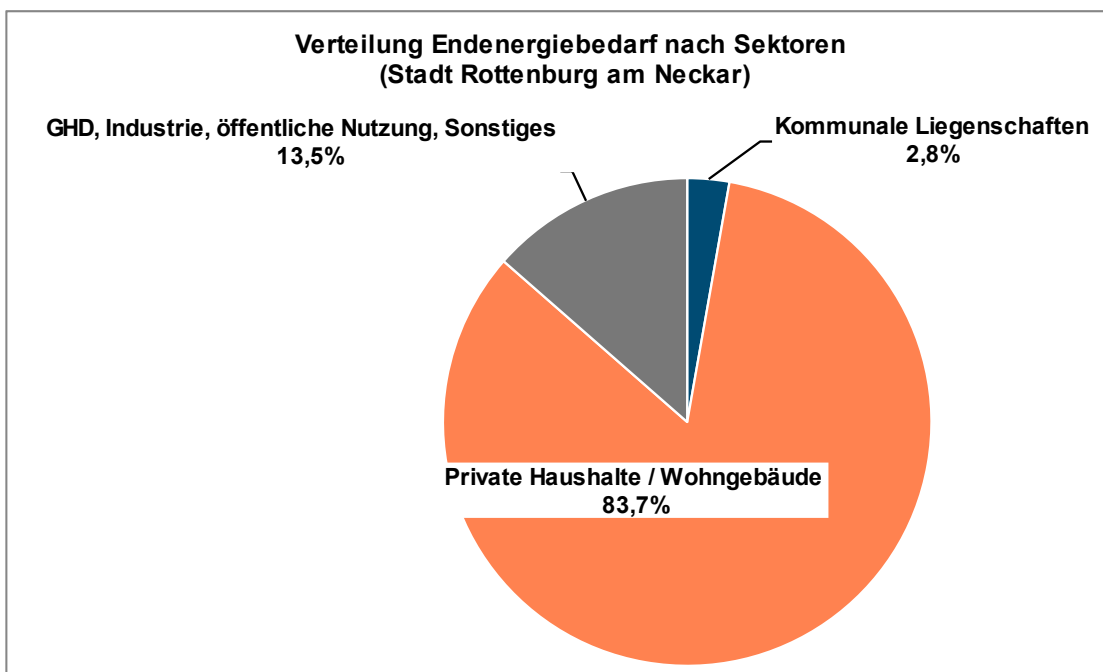


Abb. 23: Endenergiebedarf Wärmeerzeugung nach Sektoren (IST)

Der Gesamtendenergiebedarf beläuft sich hierbei auf rund 485.000 MWh/a, der Gesamtwärmeverbrauch auf rund 443.000 MWh/a.

Zur Deckung des Wärmebedarfs werden in Rottenburg am Neckar hauptsächlich fossile Energieträger eingesetzt. Dabei sind größtenteils dezentrale Einzelfeuerungsstätten im Einsatz, die entweder durch Heizöltransporte oder über das in der Kernstadt, Ergenzingen, Kiebingen und Hailfingen vorhandene Erdgasnetz versorgt werden.

Mit 41,7 % entfällt der größte Anteil des Endenergieeinsatzes zur Wärmeerzeugung auf die ölbasierten Wärmeerzeugungsanlagen. Zudem spielt der Erdgaseinsatz mit rund 36,4 % eine wesentliche Rolle bei der Wärmeversorgung. Daneben stellen Holzheizungen (Holz und Holzpellets) mit 15,3 % einen weiteren Baustein der Wärmeerzeugung dar. Weitere Wärmeversorgungssysteme (Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen) umfassen aktuell nur einen kleinen Teil (< 5 %) des Endenergieeinsatzes zur Wärmeversorgung. Mit 2,3 % spielen Wärmenetze eine untergeordnete Rolle.

Der prozentuale Anteil der eingesetzten Energieträger zur Gebäudebeheizung, bezogen auf den Gesamtendenergiebedarf zur Wärmeerzeugung in Rottenburg am Neckar, ist im nachfolgenden Schaubild dargestellt.

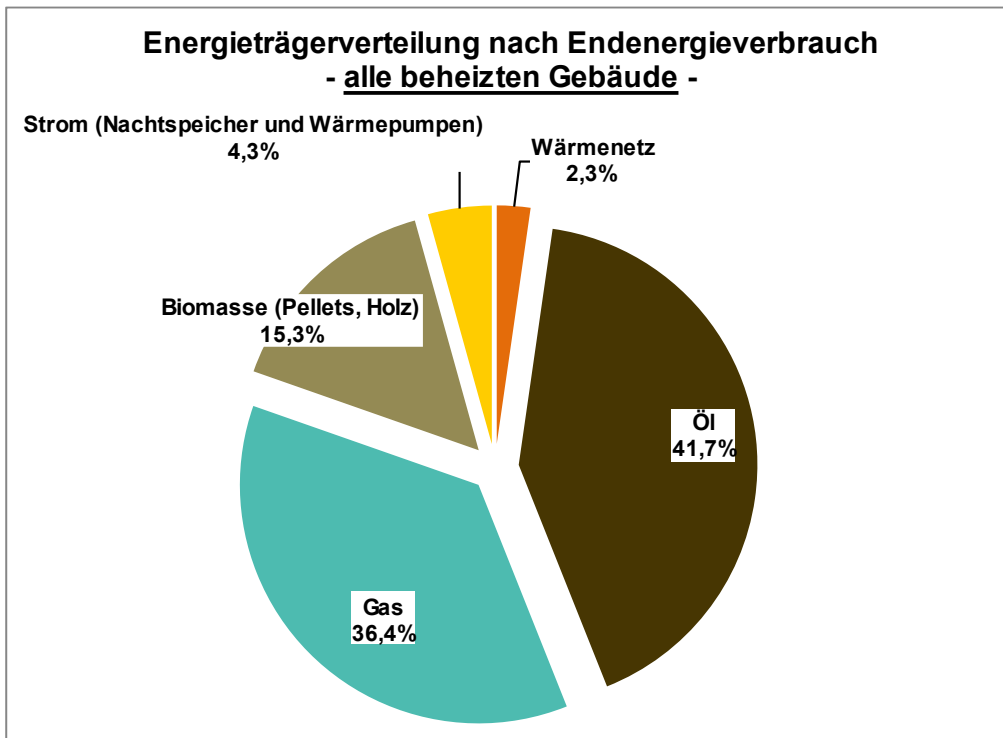


Abb. 24: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern (IST)

Die Gesamt CO₂-Emissionen der Wärmeerzeugung belaufen sich auf rund 123.000 t_{CO2äqu}/a.

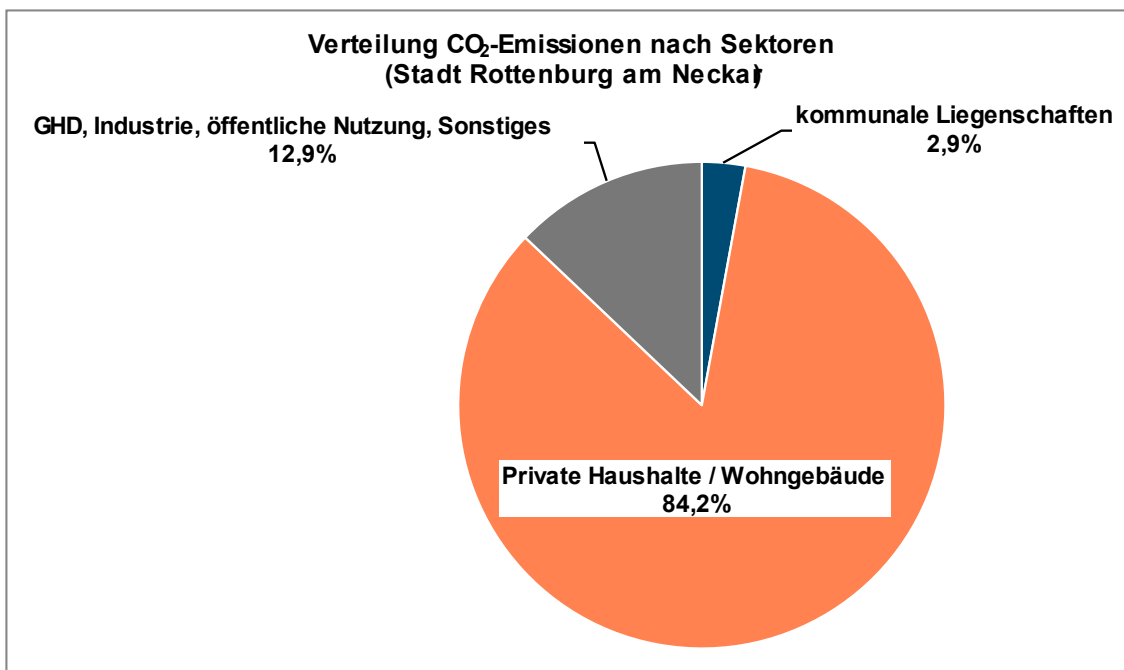


Abb. 25: CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung nach Sektoren (IST)

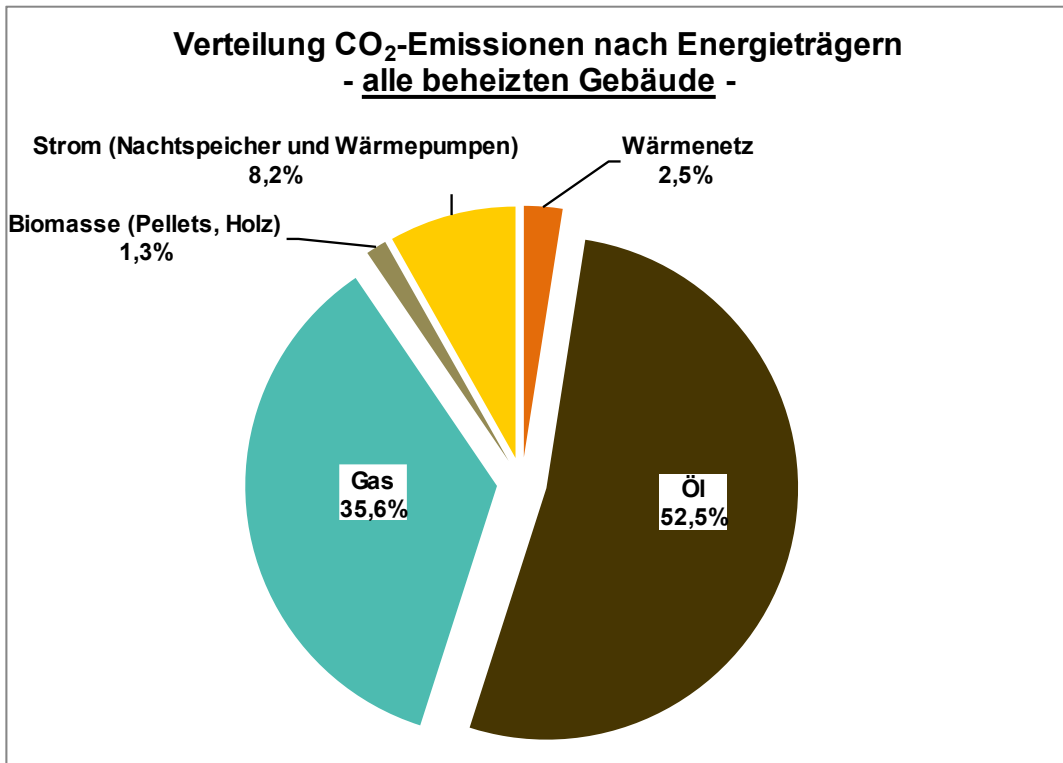


Abb. 26: Prozentuale Verteilung der CO₂-Emissionen zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern (IST)

2.5 Strombedarf und lokale Erzeugung

Im Rahmen der Ausgangsanalyse wurde der lokale Stromverbrauch (Haushalte, Gewerbe, Industrie, Straßenbeleuchtung) in Rottenburg am Neckar erfasst. Dieser beläuft sich nach Angaben der Stadtnachrichten Rottenburg (Redaktion Amtsblatt und Internet vom 28.10.2022 - siehe unter www.rottenburg.de) insgesamt auf

rund 137.000 MWh/a.

Die lokale Stromerzeugung umfasst Stromerzeugung aus Wasserkraft, Photovoltaikanlagen, Biomasseanlagen und Kraft-Wärme-Kopplung und liegt nach den Rottenburger Stadtnachrichten (Redaktion Amtsblatt und Internet vom 28.10.2022 - siehe unter www.rottenburg.de) bei

rund 51.000 MWh/a.

3. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse betrachtet die in Rottenburg am Neckar ermittelten Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien sowie Abwärme und stellt sie räumlich aufgelöst dar.

3.1 Potenziale zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Die Realisierung und Umsetzung von Effizienz- und Einsparpotenzialen im Rahmen der Energiewende ist über alle Energiesektoren technisch machbar. Jedoch weichen gerade im Gebäudesektor die realisierten Erfolge weit von den Zielvorstellungen ab. Seit Jahren beläuft sich die Sanierungsquote auf unter 1 %.

Um die Klimaziele erreichen zu können, sollte die Quote jedoch auf über 3 % steigen. Das Land Baden-Württemberg plant sogar eine Reduktion des Wärmebedarfs um insgesamt 50 % bis 2050. Je nach Gebäudealter und Gebäudesubstanz ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten, das eigene Haus „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der Wärmeplanung wurde für jedes einzelne Wohnhaus das Einsparpotenzial (nach Bauteilkatalog) berechnet. Damit ergibt sich ein erster Eindruck, welche Einsparpotenziale erreichbar sind und somit wo es sich besonders lohnt, Einsparmaßnahmen umzusetzen.

In vielen Fällen können daraus auch wirtschaftliche Anreize resultieren, welche in der Regel eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Umsetzung darstellen. Insbesondere die nun steigende CO₂-Besteuerung wird einen erheblichen Einfluss auf Investitionen zur Energieeffizienz und auf Einsparmaßnahmen haben.

Auf Basis des GIS-basierten Analyseverfahrens ließen sich für Wohngebäude wesentliche Merkmale zur Gebäudegeometrie sowie der beheizten Wohnfläche ermitteln. Nach diesen Merkmalen sowie Informationen zum Gebäudebaualter werden Gebäudetypen abgeleitet und energetische Kennwerte aus der deutschen Gebäudetypologie zugeordnet. Daraus lässt sich der jährliche Endenergiebedarf bestimmen.

Für die Prognose der Energieeinsparungseffekte von Sanierungsmaßnahmen sind Vorgaben der Wärmedurchgangskoeffizienten (Wärmedämmwert) der einzelnen Bauteile aus dem Gebäudeenergiegesetz GEG berücksichtigt. Die Ausweisung des Endenergiebedarfs nach Sanierungsmaßnahmen basiert auf der Annahme einer ganzheitlichen Sanierung der Wohngebäude. Je nach Gebäudealter werden Annahmen getroffen, dass bereits Teilsanierungsmaßnahmen wie etwa der Austausch von Fenstern oder die Modernisierung von Dächern durchgeführt wurden.

Demnach lässt sich der aktuelle Endenergiebedarf zur Wärmeversorgung der Wohngebäude in Rottenburg am Neckar noch um rund 45 % senken.

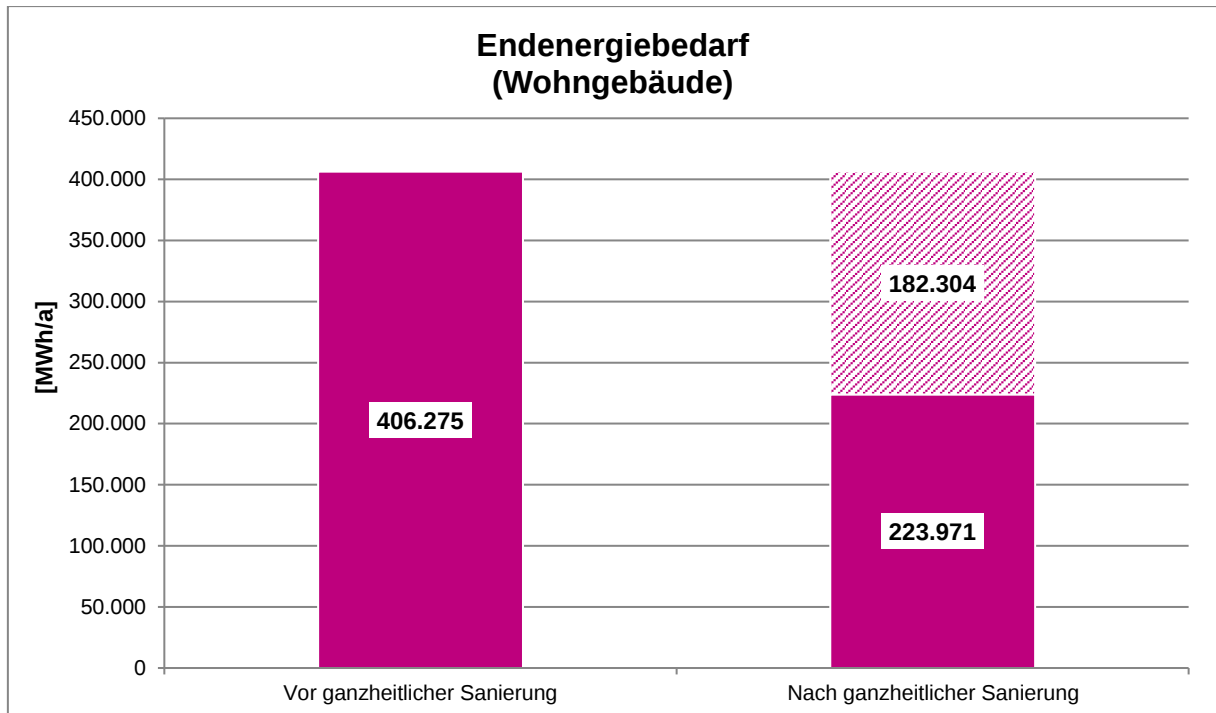


Abb. 27: Einsparpotenzial Endenergiebedarf Wohngebäude (für Wärme) durch bauliche Gebäudemodernisierung

Der derzeitige Endenergiebedarf der Wohngebäude für die Wärmeerzeugung lässt sich auf die vorhandenen Wohngebäudetypen aufteilen. Auch für die einzelnen Wohngebäudetypen lässt sich der verbleibende Energiebedarf nach ganzheitlicher, energetischer Modernisierung berechnen und damit auch das Einsparpotenzial ausweisen.

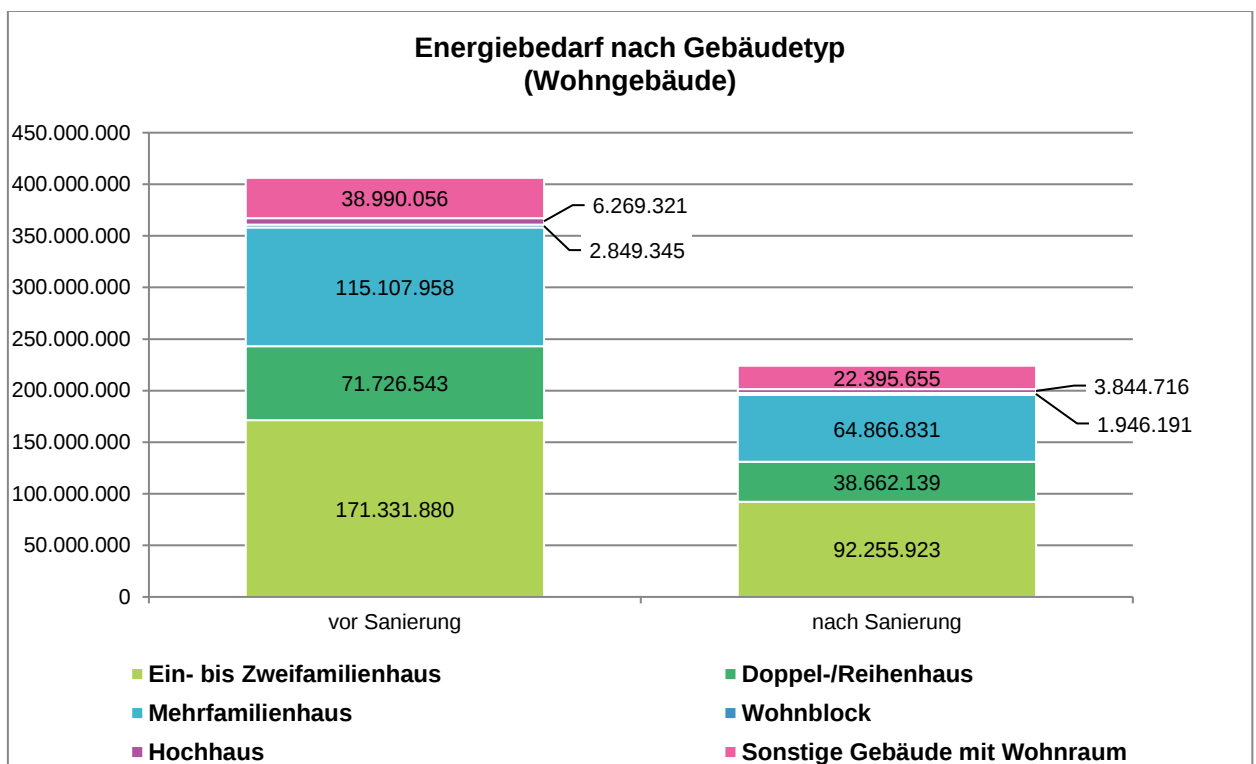


Abb. 28: Anteile am Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung der Wohngebäude nach Gebäudetyp, derzeit und ganzheitlich energetisch modernisiert

Die hohe Anzahl an Ein-/Zweifamilienhäusern sowie Doppel-/Reihenhäusern führt dazu, dass ein großes Einsparpotenzial (rd. 112.000 MWh/a Endenergie) in Rottenburg am Neckar in diesem Bereich liegt. Die Einsparpotenziale bei diesen Gebäudetypen sind je Quadratmeter hoch, da die Gebäude im Vergleich zu größeren Mehrfamilienhäusern entsprechend der Gebäudekubatur ein hohes Verhältnis von Außenfläche (Transmissionsverluste) zu Innenraumvolumen aufweisen. Trotz der geringeren Anzahl stellen auch die Mehrfamilienhäuser aufgrund der größeren Wohnflächeninhalte einen erheblichen Anteil an der Gesamtwohnfläche wie auch am Energieverbrauch dar. Diese Gebäude weisen den Vorteil auf, dass die spezifischen Modernisierungskosten je Wohneinheit oder bezogen auf den Quadratmeter Wohnfläche niedriger liegen als im Bereich von Ein- und Zweifamilienhäusern. Zudem sind Fördermittel des BAFA und der KfW, bezogen auf die Anzahl der Wohneinheiten im jeweiligen Gebäude, gedeckelt, so dass bei Mehrfamilienhäusern die Obergrenze im Zuge einer Vollmodernisierung oft nicht erreicht und die Maßnahmen zur Dämmung dieser Gebäude daher vollumfänglich entsprechend des effizienzklassenbezogenen, prozentualen Fördersatzes gewährt werden können.

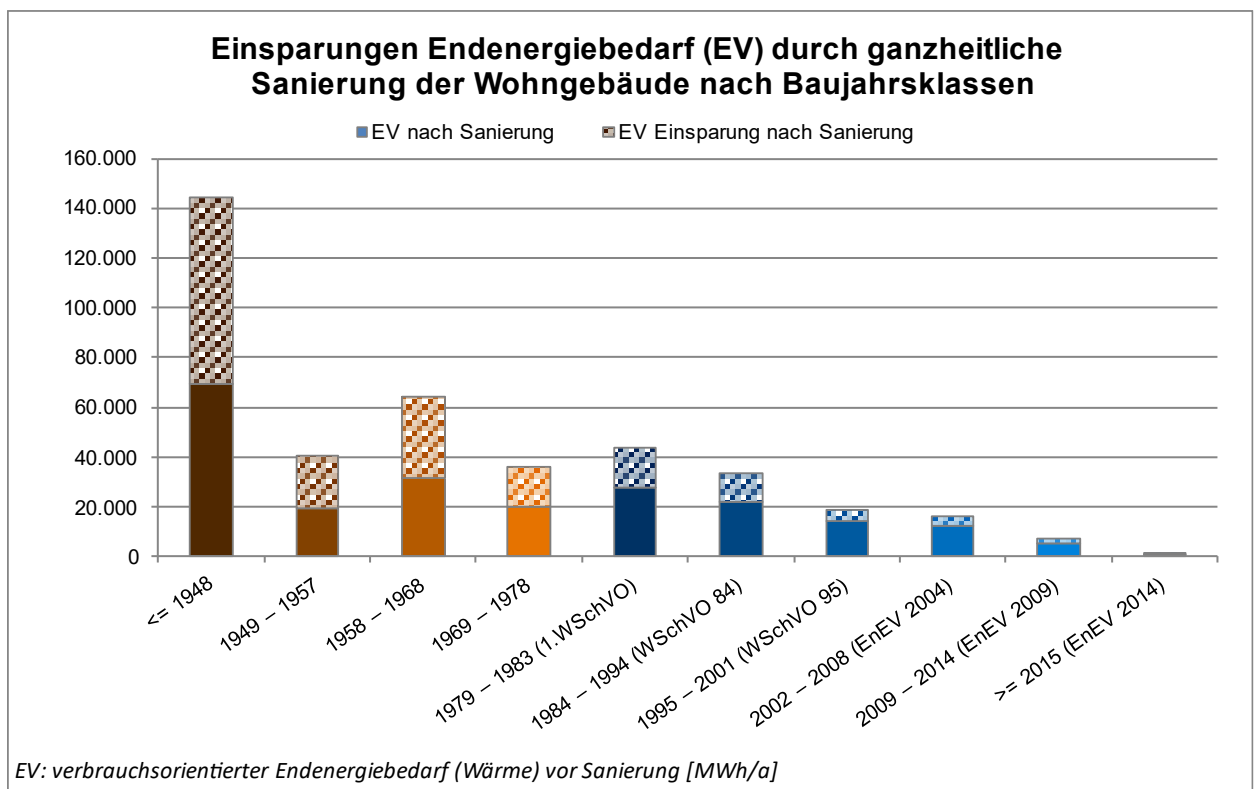


Abb. 29: Einsparpotenziale Endenergie der Wohngebäude nach Baualtersklasse

Abb. 29 zeigt die Einsparpotenziale an Endenergie je nach Baualtersklasse der Wohngebäude. Unabhängig vom Wohngebäudetyp lässt sich hierbei erkennen, dass insbesondere ältere Gebäude mit Baujahr vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1979 ein höheres Einsparpotenzial aufweisen. Die Werte des aktuellen Endenergiebedarfs enthalten hierbei bereits baualtersbedingte Annahmen zu bereits durchgeführten Modernisierungen einzelner Bauteile. Bei neueren Gebäuden (ab 1979) mussten bereits beim Bau die zu diesem Zeitpunkt geltenden Energieeinsparverordnungen (WSchVO über EnEV bis hin zum GEG) eingehalten werden, so dass der spezifische Endenergiebedarf bereits geringer ausfällt. Bei diesen Gebäuden liegt das Einsparpotenzial darin, den energetischen Zustand der Gebäudehülle auf die heutigen technischen Anforderungen zu verbessern.

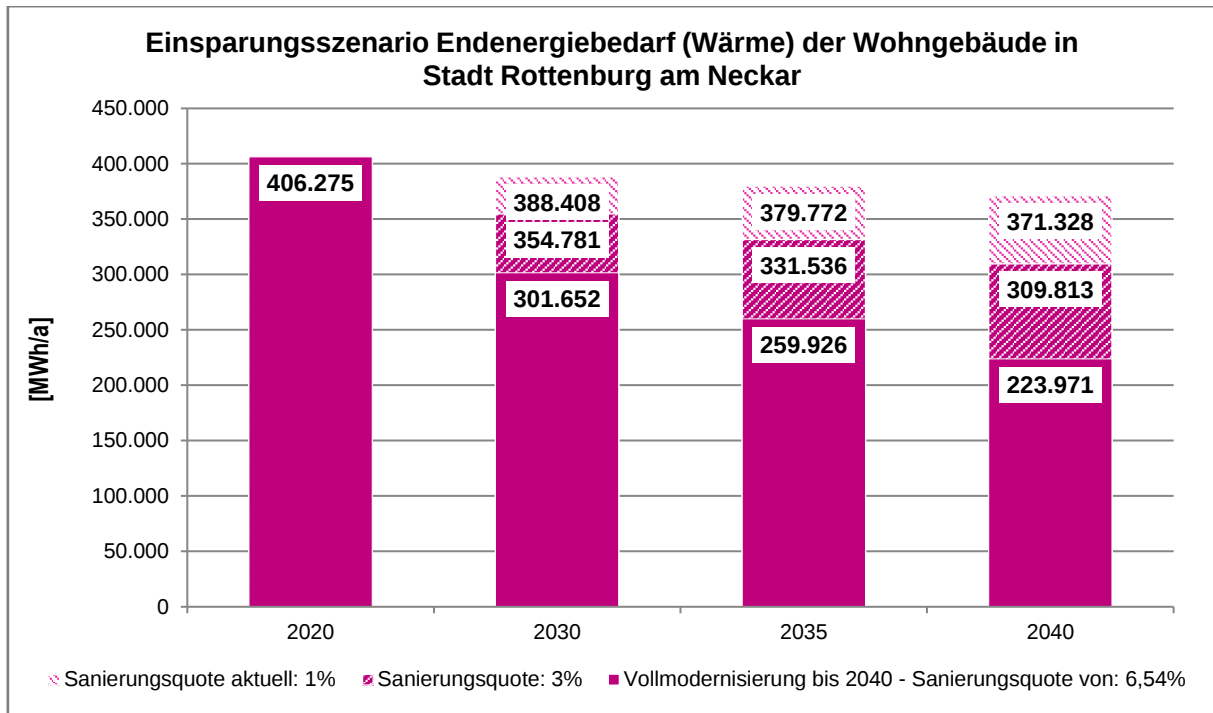


Abb. 30: Einsparung Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung (Wohngebäude) durch Gebäudesanierung bei unterschiedlichen Sanierungsquoten

Bei einer Sanierungsquote von 1 % könnte der Endenergiebedarf zur Wärmeversorgung der Wohngebäude bis 2040 auf rund 370.000 MWh/a abgesenkt werden (Reduktion um rund 9 %). Mit einer Erhöhung der Sanierungsquote auf 3 % könnte der Bedarf auf rund 310.000 MWh/a reduziert werden (Reduktion um rund 24 %). Um bereits bis 2040 einen ganzheitlich energetisch modernisierten Wohngebäudebestand zu erreichen, bedürfte es einer Sanierungsquote von etwa 6,5 %. Für die Darstellung im Zielfoto 2040 (s. Abschnitt 5) wird zugrunde gelegt, dass bis 2040 so viele Gebäude energetisch modernisiert werden, dass 50 % des Einsparpotenzials erreicht wird. Dies bedeutet, dass bei 50% aller Gebäude eine ganzheitliche energetische Modernisierung umgesetzt wird oder bei einer höheren Anzahl von Gebäuden entsprechende Teilmodernisierungen (Umsetzung einzelner Maßnahmen wie Fenstertausch, Fassadendämmung o. ä.) stattfinden. Insgesamt entspricht dies einer Sanierungsquote von rund 2,8 %. Hierbei verbleibt 2040 ein Endenergiebedarf (Wärme) der Wohngebäude von rund 315.000 MWh/a.

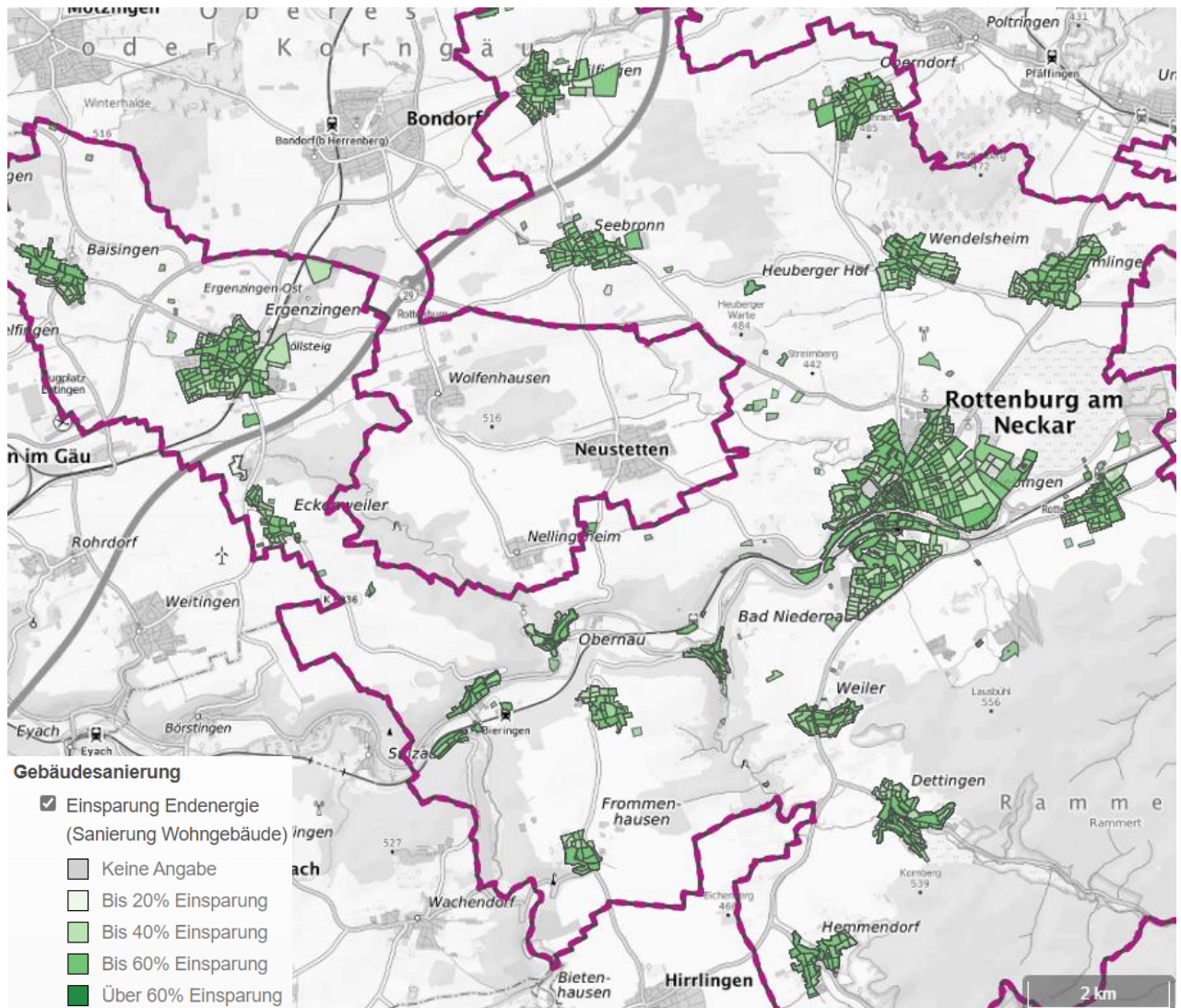


Abb. 31: Übersicht Einsparpotenzial Endenergie energetischer Gebäudemodernisierungen in Rottenburg am Neckar (Einsparpotenzial auf Baublockebene)

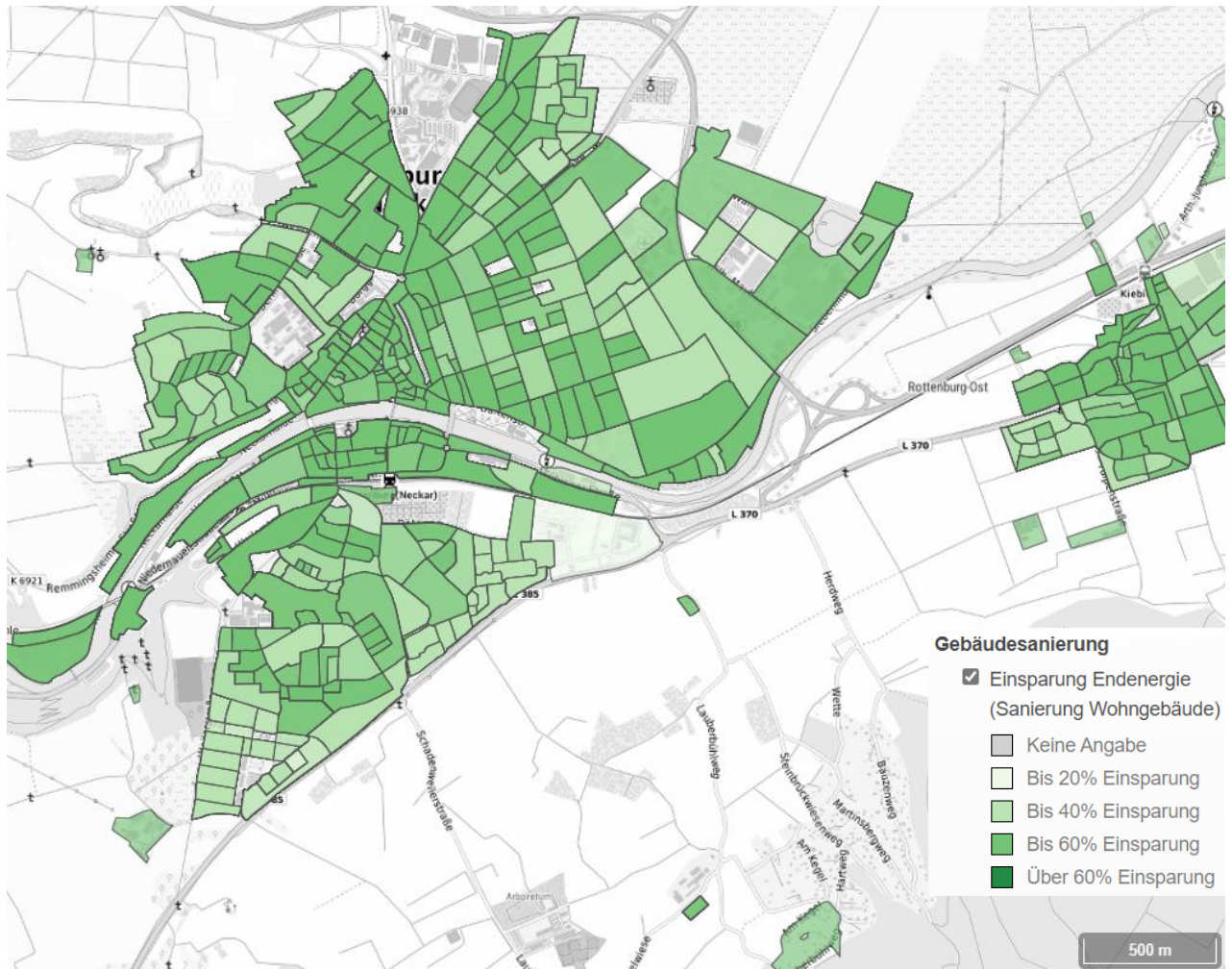


Abb. 32: Übersicht Einsparpotenzial Endenergie energetischer Gebäudemodernisierungen in der Kernstadt von Rottenburg am Neckar (Einsparpotenzial auf Baublockebene)

3.2 Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung

3.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe geothermische Anlagen machen sich das durch die Erdwärme und durch solare Einstrahlung erwärmte Erdreich und Grundwasser zunutze. Dabei unterscheidet man zwischen Erdwärmesonden, Erdwärme-/Horizontalkollektoren und geothermischen Brunnenanlagen, die das Grundwasser erschließen. Diese Potenzialermittlung legt den Fokus auf Erdwärmesonden-Anlagen.

Nach Angaben des Landratsamts Tübingen von 2015 finden sich auf Rottenburger Gemarkung überwiegend Gebiete, in denen keine Erdwärmesonden zulässig sind. Insbesondere im südlichen Bereich der Gemarkung finden sich jedoch auch Bereiche, in denen Erdwärmesonden eingeschränkt zulässig sind (s. Abb. 33). Grundsätzlich bedarf es zur Errichtung von Erdwärmesonden immer der Einzelfallprüfung sowie der Berücksichtigung der konkreten örtlichen Gegebenheiten und erforderlicher Genehmigungen sowie letztendlich einer fachgerechten Umsetzung. Aufgrund der Untergrundverhältnisse und bereits aufgetretener Schadensfälle ist hierbei in Rottenburg ein besonderes Augenmerk zu richten.

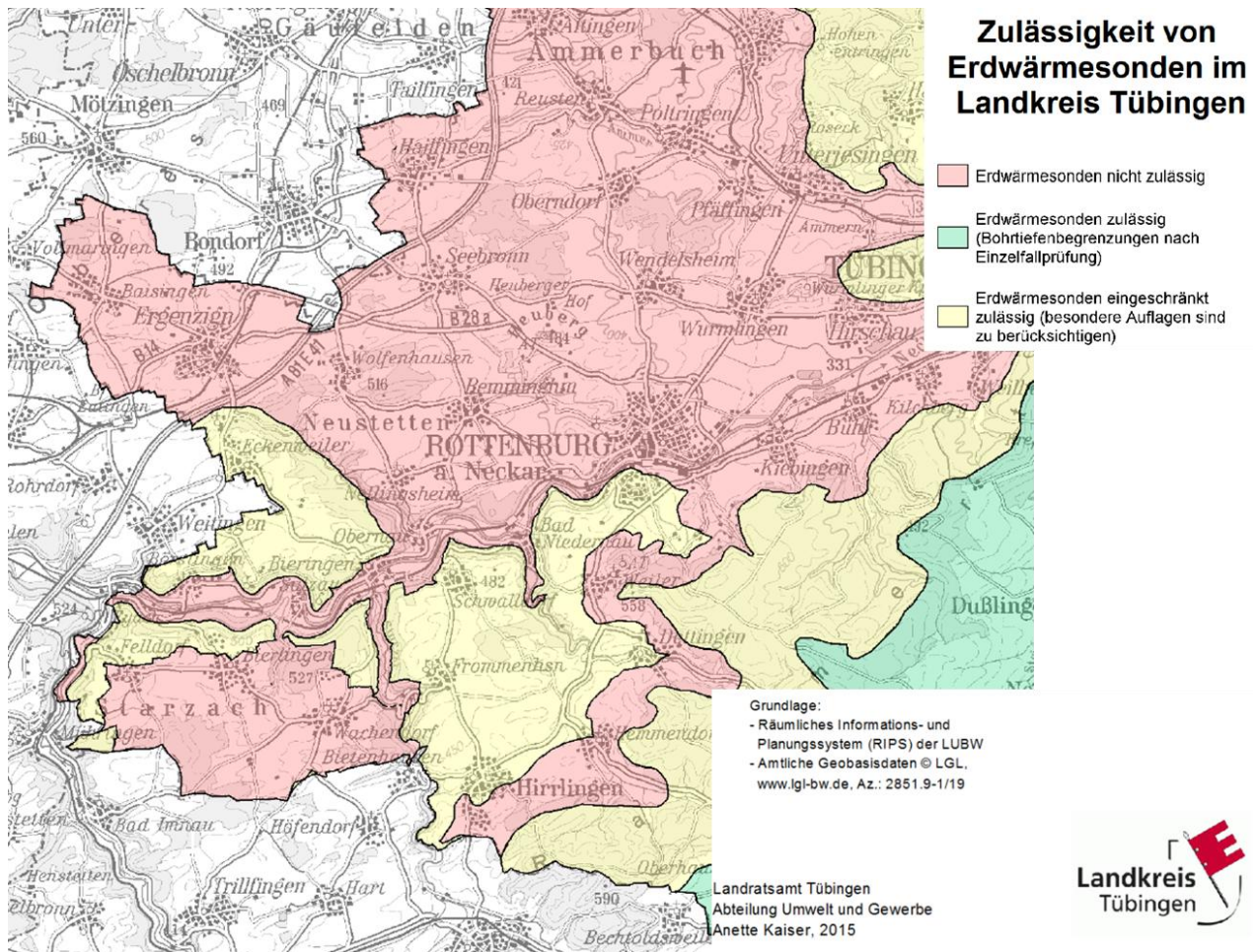


Abb. 33: Zulässigkeit von Erdwärmesonden im Landkreis Tübingen (Quelle: Landratsamt Tübingen: www.kreis-tuebingen.de mit Daten der LUBW und LGL - Stand 2015)

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt auch die KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg) den Kommunen das in einer Studie landesweit ermittelte Erdwärmesonden-Potenzial zur Verfügung.

Unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (Schutzgebiete, geologische und wasserwirtschaftliche Restriktionen, gegenseitige Beeinflussung der Sonden) wird die Berechnung der maximal möglichen Wärmeentzugsleistung und des energetischen Potenzials der Erdwärmesonden auf Flurstückebene ausgegeben. Gebiete, in denen Erdwärmesonden unzulässig sind, werden hierbei nicht berücksichtigt.

Eine solche Analyse bietet einen auf die Flurstücke bezogenen Anhaltswert zur Möglichkeit der Errichtung von privaten Wasser-Wasser-Wärmepumpen als Ersatz für fossil betriebene Einzelheizungen oder als Alternative zu Luft-Wasser-Wärmepumpen. Die Karten können hierbei nur eine erste Indikation wiedergeben. Für eine Umsetzung ist immer die konkrete Einzelfallprüfung unter Berücksichtigung aller relevanten Kriterien erforderlich. Im Folgenden ist exemplarisch ein Ausschnitt der Analyse für das Ortsgebiet Eckenweiler dargestellt:

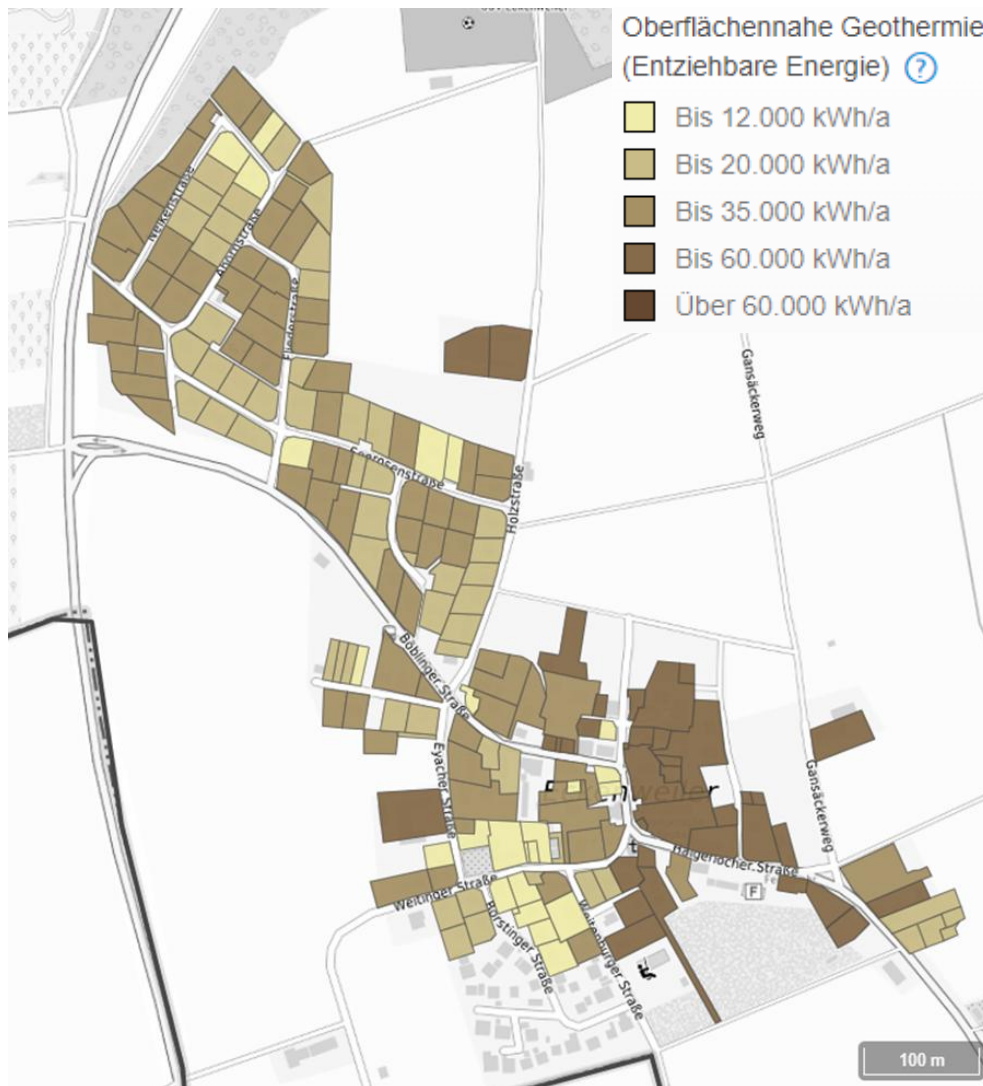


Abb. 34: Potenzial Erdwärmesonden

Unter Berücksichtigung aller nach Vorprüfung potenziell geeigneter und bebauter Flurstücke ergibt sich ein Potenzial zur Nutzung oberflächennaher Geothermie von rd. 51.000 MWh/a in Rottenburg am Neckar. Im Zielfoto wurde die Nutzung eines Geothermiekpotenzial von rund 9.000 - 12.000 MWh/a berücksichtigt (Bestandteil Wärmepumpennutzung).

3.2.2 Solarenergie

Über Solarthermieranlagen kann die solare Strahlungsenergie zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Solarthermieranlagen werden in der Objektversorgung zumeist auf Dachflächen installiert. Da die Solarstrahlung überwiegend in den Sommermonaten hohe Erträge liefert, der Hauptwärmebedarf, insbesondere zur Gebäudebeheizung, aber während der Heizperiode (Winterhalbjahr) benötigt wird, können Solarthermieranlagen zumeist rund 10-30 % des Wärmebedarfs decken, ohne dass große saisonale Wärmespeicher und entsprechend große Anlagenflächen zum Einsatz kommen. In der Objektversorgung werden Solarthermieranlagen fast ausschließlich in Kombination mit einem weiteren Wärmeerzeuger (beispielsweise Pelletheizung oder Gas-/Ölkessel) eingesetzt. Zumeist wird so der Warmwasserbedarf im Sommerhalbjahr gedeckt und teilweise auch eine Heizungsunterstützung in der Übergangs- oder Winterzeit erreicht.

Potenziell können die Dachflächen analog zur Stromerzeugung (Photovoltaik s. Abschnitt 3.3.1, Abb. 58) auch zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) genutzt werden. Aufgrund des erläuterten saisonalen Versatzes zwischen Wärmebedarf und Erzeugungsverfügbarkeit kann das theoretische Dachflächenpotenzial jedoch bei voller Dachbelegung nur teilweise genutzt werden bzw. es bietet sich an eine zum Bedarfsprofil passende teilweise Belegung der Dachflächen vorzunehmen. Bei einem klassischen Solarthermie-Deckungsanteil von rund 20% am Gebäudewärmebedarf ergibt sich unter Berücksichtigung aller mit Einzelheizungen beheizten Gebäude im energetischen Zustand von 2040 (s. „Zielfoto 2040“, Abschnitte 5.4 und 5.6) ein Potenzial von etwa 46.000 MWh/a welches über Solarthermieranlagen gedeckt werden könnte. Bei Berücksichtigung der Gebäudesituationen und aktuell üblicher Solarthermieranlagenauslegungen könnten in Rottenburg am Neckar rund 24.000 MWh/a Wärme durch Solarthermieranlagen auf Dächern erzeugt und in den zugehörigen Gebäuden genutzt werden.

Neben der Möglichkeit zur Installation von solarthermischen Anlagen auf Gebäudedächern rückt die Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen immer mehr in den Fokus. Die in großen Solarthermie-Freiflächenanlagen erzeugte Wärme kann in Nah- und Fernwärmenetzen verwendet werden.

Die bislang größte Solarthermieranlage in Baden-Württemberg befindet sich auf Ludwigsburger und Kornwestheimer Gemarkung. Die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) haben den Bau der damals größten Solarthermie-Anlage in Deutschland Ende Mai 2020 abgeschlossen. Die Anlage weist eine Kollektorfläche von 14.800 Quadratmeter auf. Das warme Wasser wird entweder im 20 Meter hohen Wärmespeicher (rund 2.000 m³ Fassungsvermögen) zwischengespeichert oder direkt in die das Wärmenetz geliefert.



Abb. 35: Solarthermieranlage auf Ludwigsburger und Kornwestheimer Gemarkung (Quelle: SWLB)

Da solarthermische Anlagen ihre Hauptertragsmengen im solarstrahlungsreichen Sommerhalbjahr liefern - während der Wärmebedarf im Winterhalbjahr (Gebäudebeheizung) deutlich überwiegt - können die Anlagen ohne saisonale Wärmespeicherung etwa 10-30 % des Bedarfs decken. Grundsätzlich könnten bei entsprechender ortsnahe Flächenverfügbarkeit theoretisch auch die insgesamt benötigten Wärmemengen weitgehend mit solarthermischen Anlagen erzeugt werden. Allerdings werden hierfür sehr große Wärmespeicher benötigt. Zur Speicherung einer Wärmemenge von 1.000 MWh bedarf es bei einer Temperaturspreizung von 30 °C beispielsweise eines Wasservolumens von rund 30.000 m³.

Der größte Erdbeckenwärmespeicher befindet sich aktuell in Vojens (Dänemark) und umfasst rund 200.000 m³ Wasservolumen (s. Abb. 36).



Abb. 36: Solarthermieranlage mit rd. 200.000 m³ Erdbeckenwärmespeicher (Wärmespeicher oben rechts im Bild. Foto: www.vojensfjernvarme.dk)

Der erste Erdbeckenwärmespeicher in Deutschland ist aktuell in Meldorf (Dithmarschen) errichtet worden und soll noch 2023 in Betrieb gehen. Dieser Speicher weist ein Wasservolumen von rund 43.000 m³ auf und ist zur Abwärmenutzung vorgesehen.



Abb. 37: Bau Erdbeckenwärmespeicher Meldorf mit rd. 43.000 m³ (Foto: www.ramboll.com)

Grundsätzlich bieten Freiflächenanlagen in Form von Solarthermieranlagen zur Wärmeerzeugung für Fernwärmenetze oder in Form von Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung ein großes

Potenzial zur lokalen Energieerzeugung. Dieser Strom kann auch für den Betrieb von Großwärmepumpen verwendet werden.

1 ha ≈ rd. 1.000 – 3.000 MWh Wärme Solarthermie
rd. 700 – 1.200 MWh Strom Photovoltaik → mit WP rd. 3.000 MWh/a Wärme

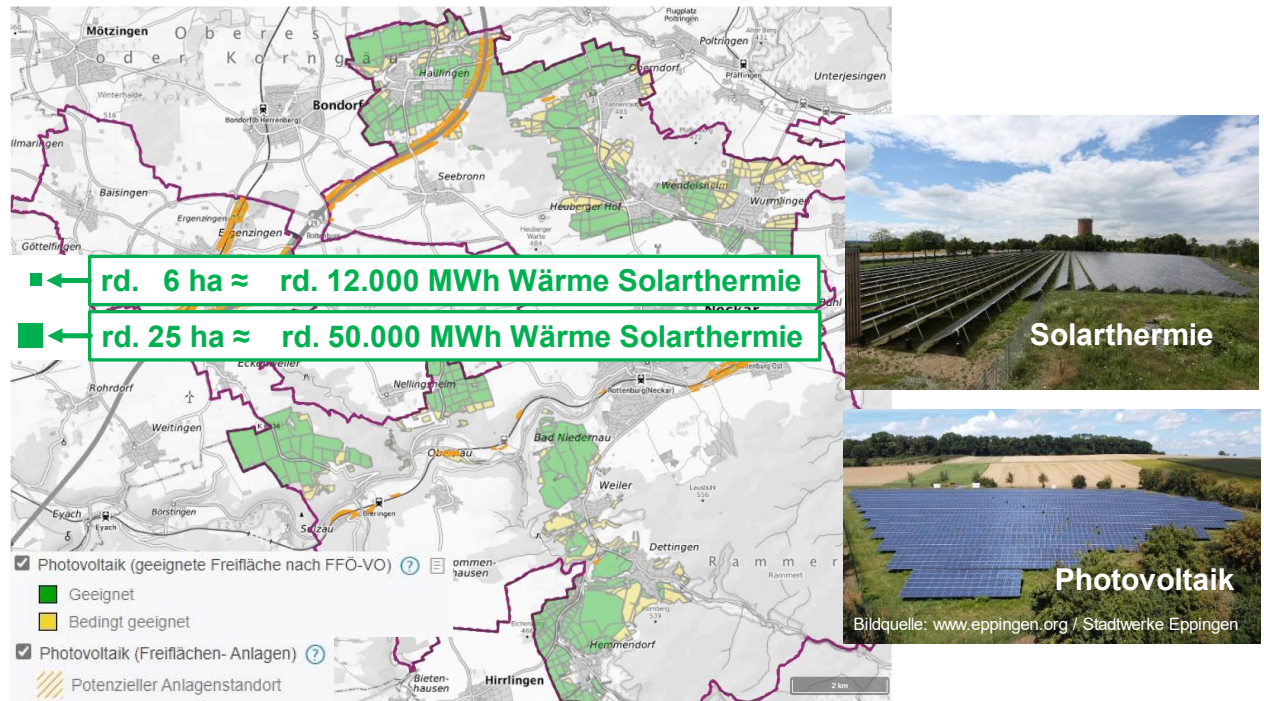


Abb. 38: Beispiele Nutzungspotenziale für Solarenergie in Rottenburg am Neckar

In Abb. 38 wird dargestellt, welche Potenziale je Hektar an Photovoltaik oder Solarthermie erschlossen werden könnten. Zur Darstellung der Größenverhältnisse sind beispielhaft Flächen von 6 und 25 ha markiert. Eine Fläche von 25 ha könnte beispielsweise rund 35 % des im Zielfoto 2040 berücksichtigten Wärmebedarfs der Fernwärmeerzeugung (mit 35 % Anteil am Gesamtbedarf) abdecken (s. Abschnitt 5.4).

Bei einem klassischen, saisonal bedingten Solarthermie-Deckungsanteil von rund 20% des Fernwärmebedarfs ergibt sich für 2040 ein Nutzungspotenzial von rund 29.000 MWh/a für Solarthermiefreiflächenanlagen. Im Zielfoto 2040 wurde im Fernwärme-Erzeugungsmix die Nutzung von rund 14.000 MWh/a aus Solarthermie-Freiflächenanlagen berücksichtigt (s. „Zielfoto 2040“, Abschnitt 5.4). Die für die Erzeugung benötigten Freiflächen müssen jeweils in örtlicher Nähe zu den zugehörigen Fernwärmenetzen verfügbar sein (Eigentumsverhältnisse, Zulässigkeit Solarthermienutzung, etc.). Je nach zukünftigen Entwicklungen können mit großen Erbeckenwärmespeichern gegebenenfalls auch höhere Deckungsanteile an der Fernwärmeerzeugung erreicht werden (bswp. höhere Deckungsanteile in den Übergangszeiten Herbst und Frühling).

3.2.3 Biomasse

In der Versorgung von Einzelobjekten mit meist kleineren Anlagen werden im Bereich der Biomassenutzung klassischerweise Pelletheizungen oder gelegentlich Hackschnitzelanlagen (zumeist mit guter Hackschnitzelqualität) oder manuell bestückte Stückholzheizungen verwendet. Zudem kann Holz in Kaminöfen genutzt werden. Hierbei wird Holz oft als „Komfortheizung“ oder „Zusatzheizung“ bei einer Zentralheizung mit einem anderen Energieträger eingesetzt.

Biogene Festbrennstoffe, z. B. Holzhackschnitzel, stellen auch einen wichtigen regenerativen Brennstoff für Fernwärmesysteme dar. Da Holzhackschnitzel nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen bzw. nur dann klimaneutral sind, wenn sie aus nachhaltiger Forstwirtschaft, aus Landschaftspflege- oder aus Verkehrswegebegleitholz bestehen, sollten sie in Fernwärmanwendungen ressourcenschonend nur dann angewendet werden, wenn besonders hohe Vorlauftemperaturen im Netz benötigt werden. Das gilt auch dann, wenn andere Wärmequellen wie Solarthermieanlagen im Winter nicht genügend Wärme liefern oder Wärmepumpen aufgrund zu niedriger Quellentemperaturen nicht mit gutem Wirkungsgrad betrieben werden können. Gleichzeitig gilt es, den Brennstoff möglichst effizient zu nutzen und Feinstäube im Abgas durch Filteranlagen zu entfernen.

Neben bestehenden, holzbasierten Einzelheizungen finden sich in Rottenburg aktuell auch bereits größere Holzheizungen (beispielsweise Holzheizung der JVA Rottenburg).

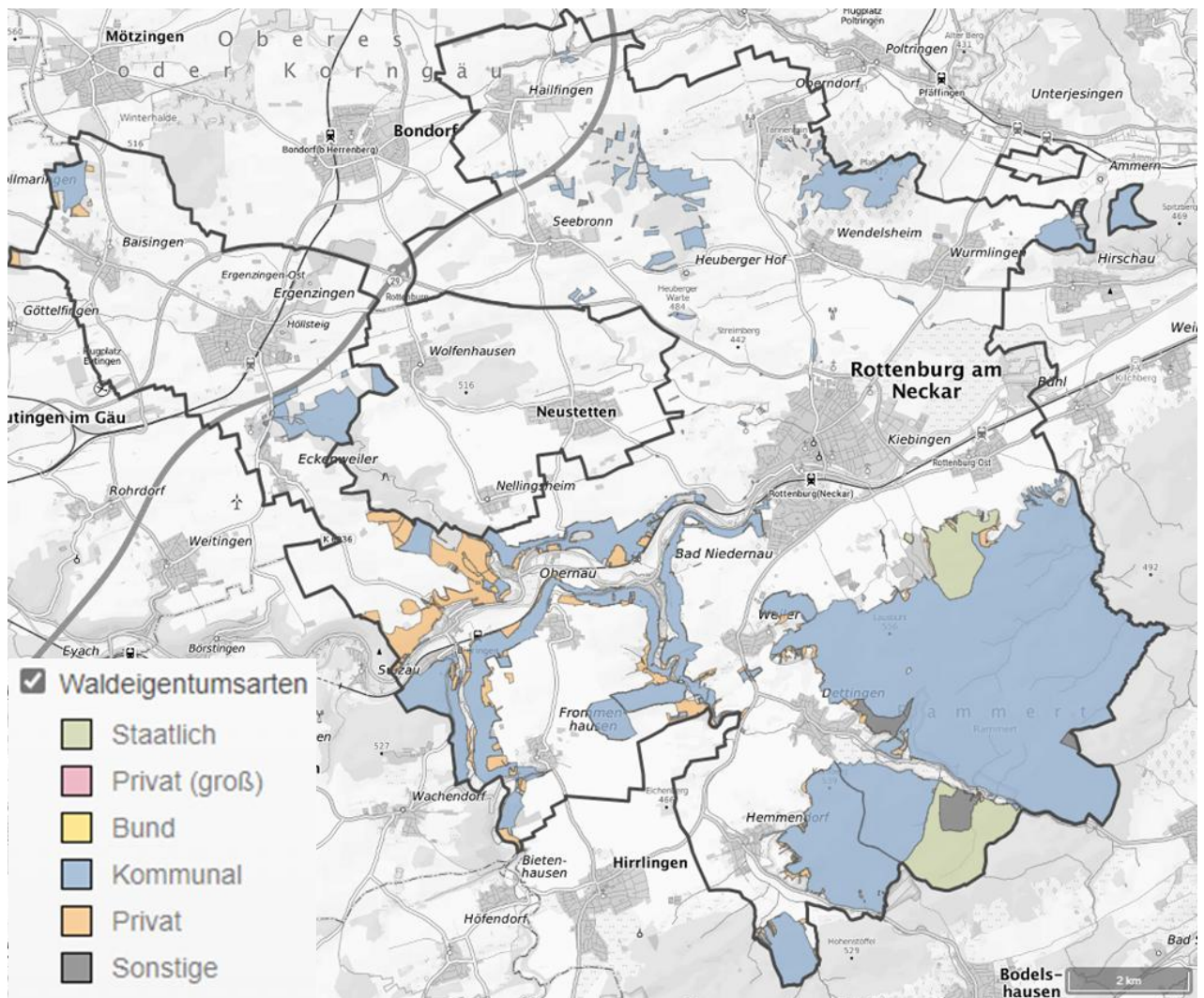


Abb. 39: Waldbesitzkarte – Ausschnitt Rottenburg am Neckar (Datenquelle www.geoportal-bw.de, LFV BW, ForstBW)

Der überwiegende Anteil der Waldflächen auf Rottenburger Gemarkung befindet sich in städtischem Eigentum. Insgesamt besitzt die Stadt Rottenburg am Neckar rund 3.200 ha eigenen Stadtwald. Die Gesamtwaldfläche auf Rottenburger Gemarkung liegt bei rund 3.900 ha. Bei einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von rund $10\text{m}^3/\text{ha}$ ergibt sich ein Zuwachs mit einem Energiepotenzial von rund 90.000 MWh/a. Große Teile dieses Holzzuwachses werden für Zwecke abseits der energetischen Nutzung eingesetzt. Daher wird im Weiteren von einem energetischen Potenzial von rund 20-50.000 MWh/a auf Gemarkungsebene ausgegangen.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auch Biomasse aus Holzplantagen oder dem weiteren regionalen Umfeld zu beziehen. In größeren Holzfeuerungen können zudem auch Materialien wie Straßenbegleitgrün o. ä. energetisch genutzt werden.

Zur Effizienzsteigerung können beispielsweise Wärmepumpen zur Nutzung der Abgaskondensation effizient eingesetzt werden (s. Beispiel Abb. 40).

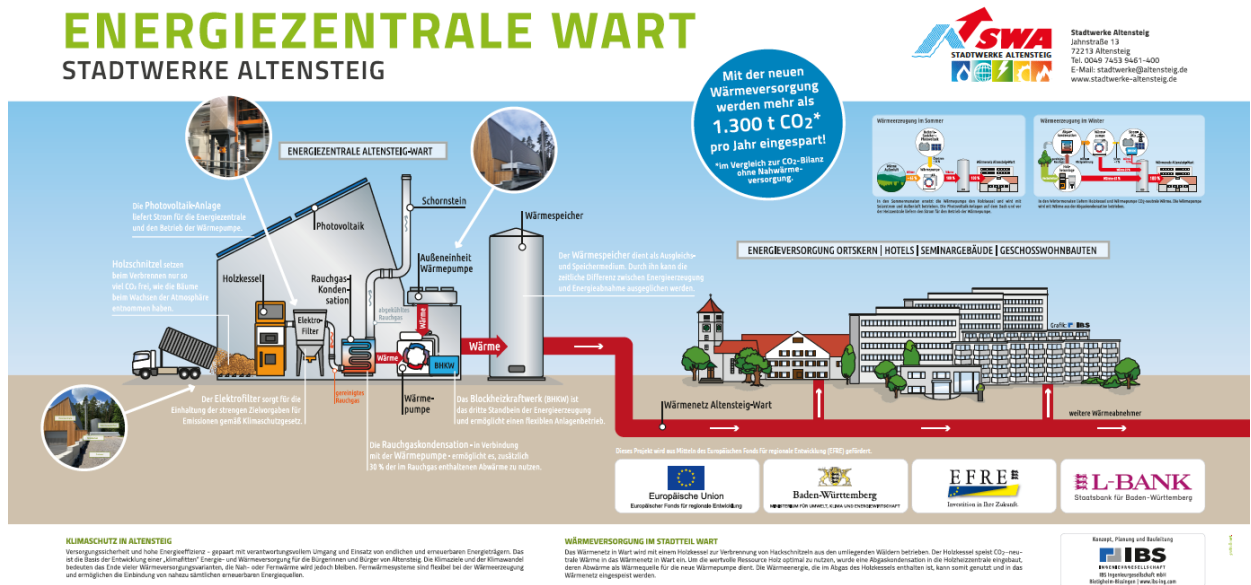


Abb. 40: Beispiel Heizzentrale Altensteig-Wart mit Hackschnitzelheizung und Wärmepumpe (Wärmepumpe: Sommer Außenluft / Winter Abgaskondensation)

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Rottenburg am Neckar eine Deckung von 15 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Holz hackschnitzel berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.1). Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

21.400 MWh/a.

Auch bei den Einzelheizungen wird davon ausgegangen, dass teilweise Biomasse zum Einsatz kommt (Holzheizungen, Holzpellettheizungen). Der im Zielfoto 2040 hinterlegte Anteil dieser Anlagen entspricht einer Wärmemenge von rund

35.500 MWh/a.

Folglich umfasst das Zielfoto die Erzeugung einer Wärmemenge aus Biomasse von insgesamt rund

57.000 MWh/a.

Neben der Nutzung von Holz kann auch landwirtschaftliche Biomasse in Biogasanlagen zur Biogaserzeugung eingesetzt werden. Das entstehende Biogas wird zumeist direkt in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Blockheizkraftwerke) zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Dies erfolgt aktuell beispielsweise auch auf der Biogasanlage in Ergenzingen. Diese Anlage befindet sich südlich außerhalb Ergenzingens in geringer Entfernung zum Ortsrand. Ein Teil der Wärme wird direkt vor Ort verwendet. Die verbleibenden Wärmemengen könnten jedoch in Verbindung mit einem Fernwärmenetz zur Wärmeversorgung in Ergenzingen genutzt werden. Zudem weist der Standort aufgrund seiner Lage gegebenenfalls auch Potenzial für den Zubau weiterer Wärmeerzeugungsanlagen (oder eines Wärmespeichers) auf. Ausgehend von Daten des

Markstammdatenregisters wird bei der Biogasanlage von einem Wärmeerzeugungspotenzial von rund 5.000 - 7.000 MWh/a ausgegangen.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Rottenburg am Neckar eine Deckung von rund 4 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch die Biogasanlage berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.1). Dies entspricht einer Wärmemenge von rund

6.000 MWh/a.



Abb. 41: Luftbild Biogasanlage Ergenzingen

Neben der direkten Nutzung des Biogases in Blockheizkraftwerken vor Ort kann Biogas zudem auch auf Erdgasqualität aufbereitet werden, ins Erdgasnetz eingespeist und an anderer Stelle als „Biomethan“ für die Nutzung in Blockheizkraftwerken bilanziell bezogen werden. Diese Aufbereitung erfolgt zumeist bei größeren und günstig am Erdgasnetz gelegenen Anlagen.

3.2.4 Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein effizientes Prinzip, die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme zu Heizzwecken einzusetzen. Als Blockheizkraftwerke (BHKW) bezeichnet man Anlagen mit Verbrennungsmotor zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung. Aktuell werden Blockheizkraftwerke überwiegend mit Erdgas, gelegentlich auch mit Biogas oder Biomethan (s. Abschnitt 3.2.3) betrieben.

Blockheizkraftwerke können grundsätzlich, bei entsprechender technischer Ausstattung, auch andere Brennstoffe nutzen. So sind am Markt bereits Blockheizkraftwerke verfügbar, die beispielsweise mit Wasserstoff betrieben werden können. Zudem kann das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung unter anderem auch mit Biomasse als Brennstoff (meist größere Biomassefeuerungen) umgesetzt werden (beispielsweise Holzheizkraftwerk Ludwigsburg, Biomasse-Heizkraftwerk Kläranlage Albstadt-Ebingen).

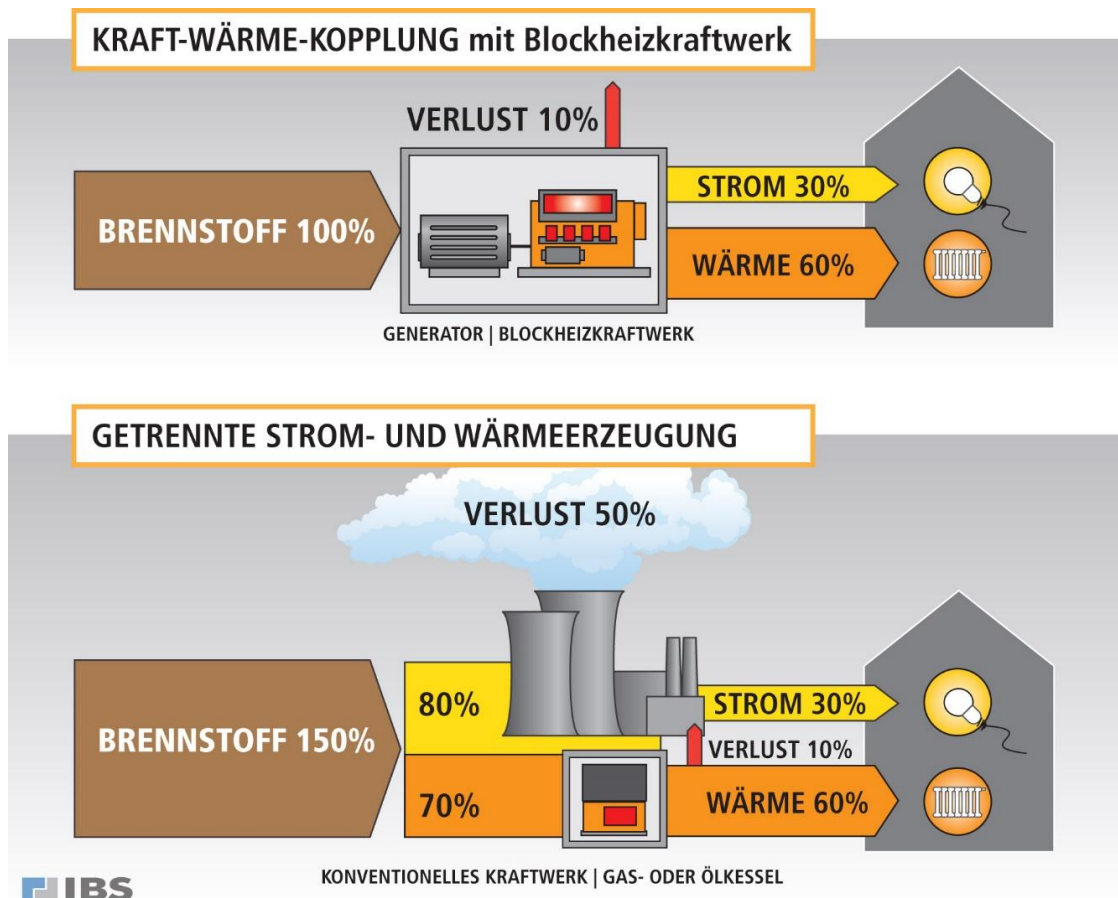


Abb. 42: Prinzip Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich zu getrennter Strom- und Wärmeerzeugung

Größere Blockheizkraftwerke sollten möglichst stromoptimiert betrieben werden. Bei Stromüberschuss im Netz werden die BHKW abgeschaltet, da die Vergütung am Strommarkt in diesen Zeiten niedrig ist. Steigt der Strombedarf im Netz wieder an, erhöhen sich auch die Strompreise, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Blockheizkraftwerke steigt. Hierzu können für die Blockheizkraftwerke Grenzpreise definiert werden, die vorgeben ab welchen Strombörsenpreisen die BHKW hochgefahren bzw. abgeschaltet werden. Durch dieses preisorientierte Lastmanagement wird das Stromnetz bei Unterlast entlastet und bei Überlast kann die kurzfristige Erzeugungskapazität im Netz erhöht werden.

Folgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Stromverbrauchskurve mit dem Einfluss von Photovoltaik und Windkraft sowie die stromnetzdienliche Fahrweise eines BHKW mit Wärmespeicher.

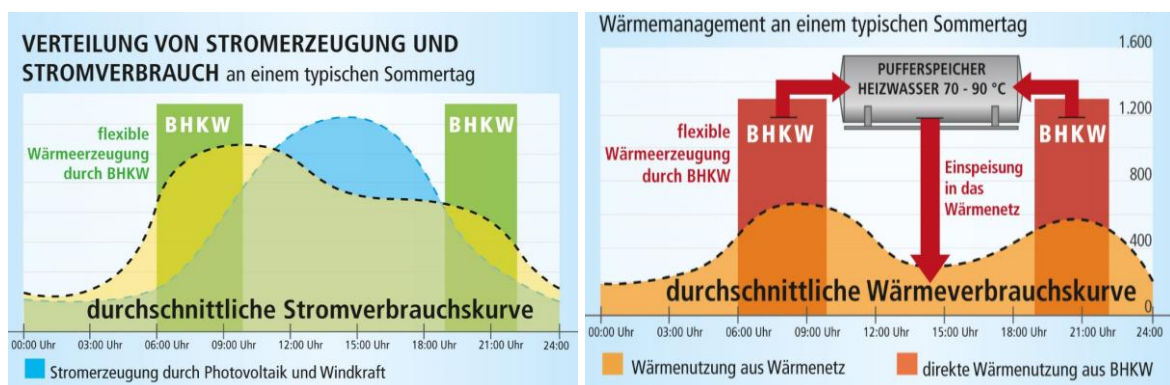


Abb. 43: Prinzip netzdienliche Fahrweise BHKW

Das Wärmemanagement erfolgt über den Speicher: In den Zeiten ohne BHKW-Betrieb wird das Wärmenetz aus dem Speicher versorgt. Durch ausreichend dimensionierte Speicher kann somit die Wärmeversorgung in den Zeiten ohne BHKW-Betrieb garantiert werden. Durch die Erhöhung der Speichergröße wird zeitgleich auch die Flexibilität der Gesamtanlage erhöht.

Alternativ kann der erzeugte Strom auch in Wärmepumpen oder Objekten verwendet werden, sodass nur der überschüssige Strom ins Netz eingespeist wird.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung eine Deckung von rund 7 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen berücksichtigt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass diese mit erneuerbaren, synthetischen Kraftstoffen betrieben werden. Dies entspricht einer Wärmeerzeugung von rund

9.400 MWh/a.

3.2.5 Abwärme aus industriellen und gewerblichen Prozessen

Industrielle Abwärme bezeichnet Wärme, die in Industrieprozessen oder Gewerbebetrieben als Nebenprodukt anfällt und derzeit ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird.

Abwärme kann für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Die Nutzungsmöglichkeiten umfassen:

- Anlagen- bzw. prozessinterne Nutzung: Abwärme wird der Anlage oder dem Prozess, dem sie entstammt, erneut zugeführt. Diese Form der Abwärmenutzung wird auch als Wärmerückgewinnung bezeichnet.
- betriebsinterne Nutzung: Abwärme wird innerhalb des gleichen Betriebs für andere Prozesse oder die Gebäudebeheizung verwendet.
- externe Nutzung: Abwärme wird außerhalb des Betriebes am gleichen Standort oder über eine Einspeisung in Fernwärmenetze genutzt.

Die Unternehmen, die aufgrund ihrer Branchenzugehörigkeit und einem entsprechend hohen Energiebedarf eventuell nutzbare Abwärmemengen für die Nutzung in Fernwärmenetzen besitzen, wurden identifiziert und mit Hilfe eines, von der KEA-BW für die kommunale Wärmeplanung bereitgestellten, Fragebogens befragt.

Bei zwei Fragebogenrückläufern wurden Angaben zu möglichen Abwärmepotenzialen (rd. 7.000 MWh/a und rd. 300 MWh/a) gemacht, bei einem der Rückläufer auch Bereitschaft zur Auskopplung der Abwärme angegeben. Die Angaben der übrigen Fragebogenrückläufer wiesen kein ersichtliches und nutzbares Abwärmepotenzial aus. Damit sich Aufwand und Nutzen einer Abwärmenutzung in einem Fernwärmenetz ökologisch und ökonomisch sinnvoll darstellen lassen, bedarf es einerseits einer langfristigen Nutzungsperspektive und andererseits zumeist einer Mindestabwärmemenge > 500 – 1.000 MWh/a. Zur weiteren technischen und unternehmerischen Klärung empfiehlt sich ein Austausch bzw. die direkte Kontaktaufnahme mit den Unternehmen, die Abwärmepotenziale angegeben hatten. Weitere Prüfungen und eine Kontaktaufnahme, insbesondere mit Unternehmen mit hohen Energieverbräuchen, können jedoch trotzdem zusätzlich sinnvoll sein und gegebenenfalls zur Identifizierung bislang unerkannter Abwärmepotenziale beitragen. Die Flughöhe der kommunalen Wärmeplanung mit der Betrachtung der Wärmesituation im gesamten Stadtgebiet ermöglicht es nicht, in diesem Zusammenhang mit allen Unternehmen detailliert ins Gespräch zu kommen.

Neben dem Vorhandensein erschließbarer Abwärme-Potenziale von ausreichender Größe und geeigneten technischen Rahmenbedingungen zur Auskopplung der Wärme muss bei den entsprechenden Unternehmen die grundsätzliche Bereitschaft vorliegen, sich an kommunalen

Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen. Die Priorität der Unternehmen wird dabei stets auf der Betriebssicherheit der Prozesse liegen, die durch eine beabsichtigte Wärmebereitstellung nicht gefährdet werden dürfen. Letztendlich können Abwärmennutzungen in Fernwärmeversorgungen jedoch beiderseitige wirtschaftliche und ökologische Vorteile hervorbringen. Zudem kann auch für Gewerbebetriebe ein Anschluss an eine Fernwärmeversorgung für den Bezug von Wärme vorteilhaft sein.

Da betriebsinterne Nutzungsmöglichkeiten von Abwärmepotenzialen unternehmensspezifisch ermittelt werden müssen, wurden diese im Rahmen der Wärmeplanung nicht genauer betrachtet.

3.2.6 Wärmepumpenanwendungen

Wärmepumpen können unter Energieeinsatz (meist Strom) der Umwelt Wärme entziehen und diese auf dem benötigten Temperaturniveau zur Nutzung im Gebäude bereitstellen. Als Umweltwärmequellen kommt in der Objektversorgung überwiegend die Außenluft, aber auch Erdreich (Geothermie – s. Abschnitt 3.2.1), Grundwasserbrunnen, Solarabsorber oder andere Lösungen zum Einsatz.

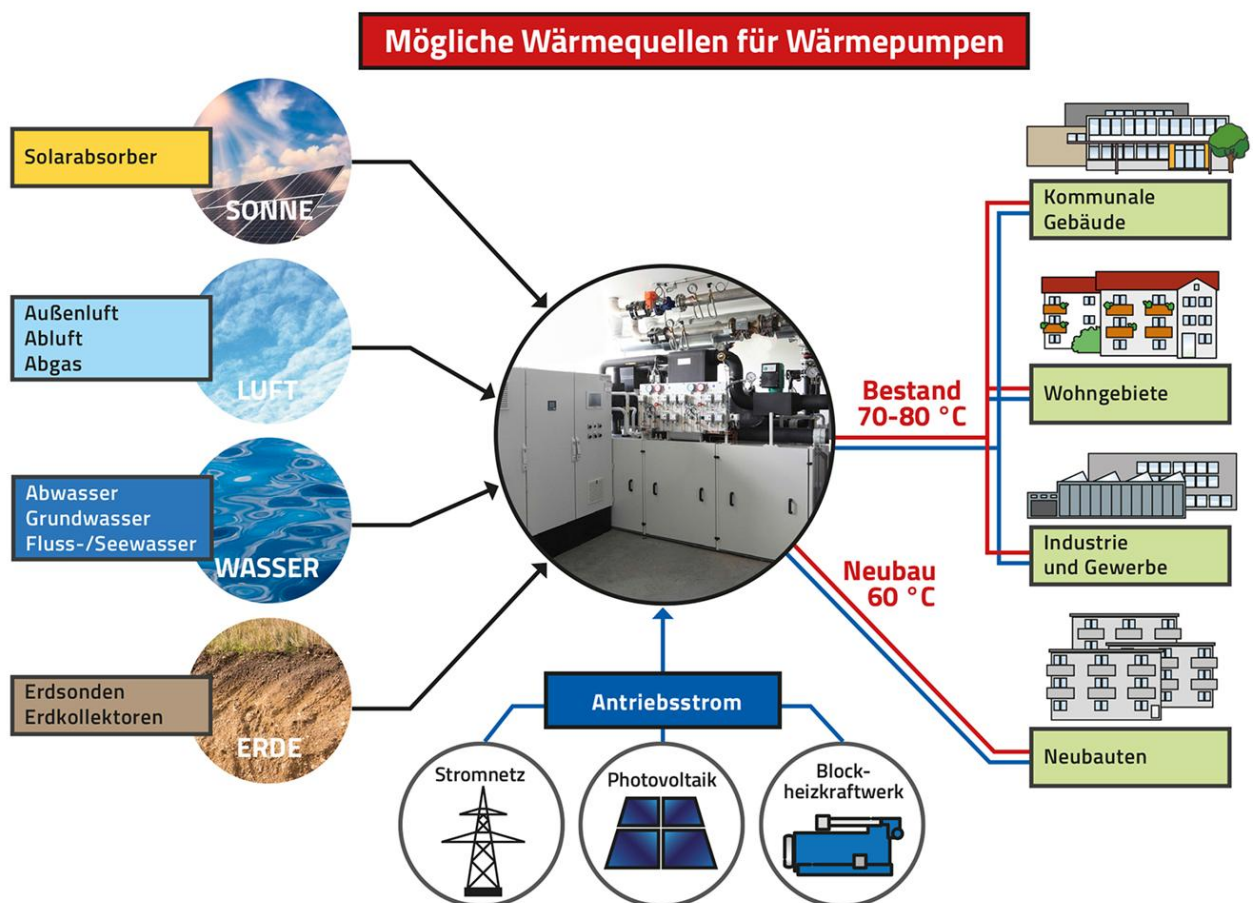


Abb. 44: Wärmequellen für Wärmepumpen

Auch in Heizzentralen der Fernwärmeversorgung kommen immer häufiger Wärmepumpenanwendungen zum Einsatz. Neben den in den folgenden Abschnitten (3.2.7 und 3.2.8) ausführlicher beschriebenen Anwendungen im Bereich der Abwasser- und Flusswasserwärmenutzung können hierbei auch industrielle Abwärme (s. beispielsweise Abschnitt 3.2.10), Abgase (beispielsweise Abgaskondensation von Holzheizungen oder

Abgasnutzung von Blockheizkraftwerken), Grundwasser, Seewasser, Erdwärme, Solarstrahlung oder auch die Außenluft genutzt werden. Bei Einsatz von Großwärmepumpen können die Anlagen auch bei guten Wärmenetztemperaturen effizient betrieben werden. Zudem bieten Heizzentralen, die Wärmepumpen mit anderen Erzeugern und Wärmespeichern kombinieren, die Möglichkeit, die Wärmepumpen strommarktgeführt zu betreiben und damit aktiv im Strommarkt und Stromnetz zu agieren (u. a. Stromangebot, Preise, Stromnetzkapazitäten). Perspektivisch können in Rottenburg am Neckar diverse Wärmepumpenanwendungen zur Fernwärmeerzeugung beitragen.

Da mit dem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen (dezentral und zentral) ein Anteil der Wärmewende auch den Stromsektor betrifft und von einem steigenden Gesamtstrombedarf auszugehen ist (u. a. Wärmepumpen, Elektromobilität, ggf. Wasserstoffherstellung u. a. m.), leitet sich hieraus der Bedarf ab, entsprechende erneuerbare Stromerzeugungsanlagen aufzubauen, die Stromnetzkapazitäten zu prüfen und gegebenenfalls auszubauen.

3.2.7 Abwasserwärmenutzung

Die Restwärme im Abwasser bildet ein großes, bislang meist ungenutztes Wärmepotenzial. Mittels Wärmepumpentechnik kann die Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht werden. Diese Möglichkeit besteht eingeschränkt in Hauptsammler-Kanälen mit entsprechender Durchflussmenge. Der Einbau von Abwasserwärmetauschern in diese Kanäle ist technisch gut realisierbar, jedoch vergleichsweise teuer. Darüber hinaus ist die zu entziehende Wärmemenge begrenzt, da das Abwasser nur begrenzt abgekühlt werden kann, damit der Betrieb der biologischen Reinigungsstufen auf der Kläranlage nicht negativ beeinträchtigt wird.

Ein großes Potenzial liegt darin, die Wärme am Auslauf der Kläranlage – also nach der Wasseraufbereitung – zu entziehen. Hier ist das Wasser sauber, der Reinigungsaufwand an Abwasser-Wärmetauschern geringer und ein Entzug der Wärme hat keine Auswirkungen auf die Biologie der Kläranlage, so dass das volle Energiepotenzial genutzt werden kann. Das Wasser kann stärker abgekühlt werden, was sich in ökologischer Sicht wiederum positiv auf das Gewässer auswirken kann, in das das Abwasser nach der Kläranlage eingeleitet wird. (Gewässertemperaturen steigen durch Wärmeeinleitungen, Abwassereinleitungen und durch Klimaerwärmung.)

Die Wärmeerzeugung aus Abwasserwärme kann grundsätzlich ganzjährig betrieben werden. Je nach Abwassertemperaturen und Abwassermengen kann es in den Wintermonaten gegebenenfalls Zeiträume mit Nutzungseinschränkungen (beispielsweise Teillastbetrieb oder Abschaltung) geben. In den Sommermonaten können, bei ausreichenden Abwassermengen, temperaturbedingt höhere Potenziale zur Wärmeerzeugung vorliegen als im Winter. Um passende Nutzungsmodelle und Auslegungsgrößen zu ermitteln, ist jeweils eine detaillierte Untersuchung und Planung notwendig. Da der Wärmebedarf in Wärmenetzen aufgrund des Heizwärmebedarfs saisonal sehr unterschiedlich ist, hängen die Potenziale zur Abwasserwärmenutzung auch von der Größe des vorhandenen Wärmenetzes ab. Weist dieses auch im Sommer ausreichenden Wärmebedarf auf, kann eine Abwasser-Wärmepumpe ganzjährig (max. 8.760 h/a) betrieben werden. Andernfalls wird in den Sommermonaten nicht das volle Erzeugungspotenzial ausgeschöpft und die Vollbenutzungsstunden der Abwasser-Wärmepumpen reduzieren sich entsprechend (bspw. auf 3.000-4.000 Vbh/a).

Weitere allgemeine Informationen zu Projektbeispielen, Umsetzung und Potenzialen der Abwasserwärme in Baden-Württemberg können dem Bericht zur „Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen“ des DWA-Landesverbandes Baden-Württemberg (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) unter www.abwasserwaerme-bw.de/publikationen entnommen werden.

In Rottenburg am Neckar befinden sich die Kläranlagen Frommenhausen, Ergenzingen, Bad Nierdernau und Kiebingen. Nach den Erhebungen der Abwasserabgabe 2021 weisen die Kläranlagen folgende durchschnittlichen Trockenwetterabflüsse auf:

- Kläranlage Frommenhausen: rd. 1 l/s $\approx$ rd. 3,6 m³/h
- Kläranlage Bad Nierdernau: rd. 17 l/s $\approx$ rd. 60 m³/h
- Kläranlage Ergenzingen: rd. 18 l/s $\approx$ rd. 60 m³/h
- Kläranlage Kiebingen: rd. 82 l/s $\approx$ rd. 290 m³/h

Anhand dieser Daten lässt sich die betriebstechnische Größe der Kläranlagen erkennen.

Aufgrund der geringen Abwassermengen und des damit geringen Abwasserwärmepotenzials ist die Kläranlage Frommenhausen in den weiteren Betrachtungen nicht aufgeführt. Eine Abwasserwärmenutzung bei geringen Abwassermengen lässt sich zumeist vom technischen Grundaufwand und der benötigten Wärmenetzinfrastruktur her nicht wirtschaftlich darstellen.

Wassermengen von rund 60 m³/h, wie sie im durchschnittlichen Trockenwetterabfluss auf den Kläranlagen Bad Nierdernau und Ergenzingen vorliegen, bieten bei einer Auskühlung um 3-5 °C ein Potenzial für den Betrieb einer Wärmepumpe von rund 300 - 600 kW thermischer Leistung. Auch in dieser Größenordnung stellt sich eine wirtschaftliche Umsetzung der Abwasserwärmenutzung an diesen Kläranlagen als Herausforderung dar, insbesondere da beide Kläranlagen mehrere hundert Meter entfernt von Gebäuden mit entsprechenden Wärmeverbräuchen liegen und bislang in deren Umgebung keine Wärmenetzinfrastruktur vorhanden ist.

Ein deutlich relevantes Abwasserwärmepotenzial weist die nordöstlich von Kiebingen zwischen Neckar und der B 28 gelegene Kläranlage Kiebingen auf. Die folgende Abbildung zeigt den durchschnittlichen täglichen Zulauf zur Belebungsstufe der Kläranlage sowie die mittleren täglichen Temperaturen des gereinigten Abwassers im Ablauf der Kläranlage.

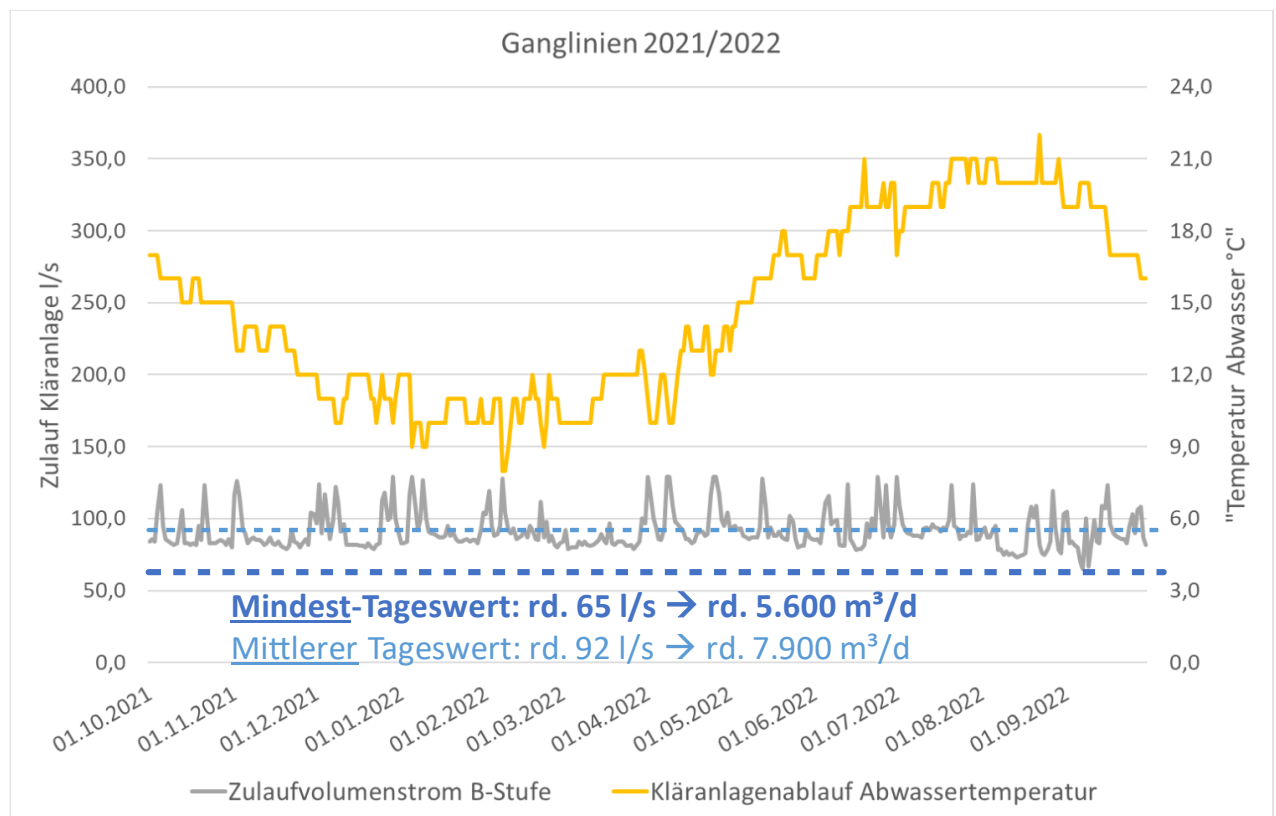


Abb. 45: Zulauf Belebungsstufe und Abwassertemperatur Kläranlage Kiebingen Okt. 2021 – Sept. 2022

Der Jahresverlauf der Abwassertemperatur ist deutlich erkennbar. In den Wintermonaten lag die Abwassertemperatur bei rund 8-12 °C, während sie in den Sommermonaten Werte um die 20 °C erreichte. Innerhalb des dargestellten Zeitraums fiel die Abwassertemperatur im Ablauf der Kläranlage im Tagemittel nicht unter 8° C.

Der Zulaufvolumenstrom zeigt ein ganzjährig weitgehend konstantes Grundniveau, welches regelmäßige Ausschläge nach oben aufweist. Diese erhöhten Zulaufmengen dürften sich insbesondere auf Niederschlagsereignissen begründen. Die niedrigsten mittleren Tageszuflüsse zeigen sich in den Monaten August/September, unterschreiten jedoch den Wert von 5.600 m³/d nicht. Im Jahresmittel liegt die tägliche Zulaufmenge bei rund 7.900 m³ bzw. rund 92 l/s.

Auch in der Zusammenfassung auf durchschnittliche Monatswerte (s. Abb. 46) ergibt sich ein ganzjährig weitgehend gleichbleibendes Niveau der Zulaufmengen. Deutlich erkennbar ist hier, dass die Abwassertemperaturen, insbesondere in den Wintermonaten, ein höheres Temperaturniveau aufwiesen. Bei höheren Temperaturen können Wärmepumpen eine höhere Effizienz erreichen. Da Wärmenetze bzw. die angeschlossenen Gebäude gerade in den Wintermonaten während der Heizperiode den Hauptwärmebedarf aufweisen, sind Wärmequellen mit gutem Temperaturniveau in dieser Zeit besonders vorteilhaft. Zudem stellt Wasser mit seiner hohen spezifischen Wärmekapazität eine gute Wärmequelle für den Entzug von Umweltwärme dar.

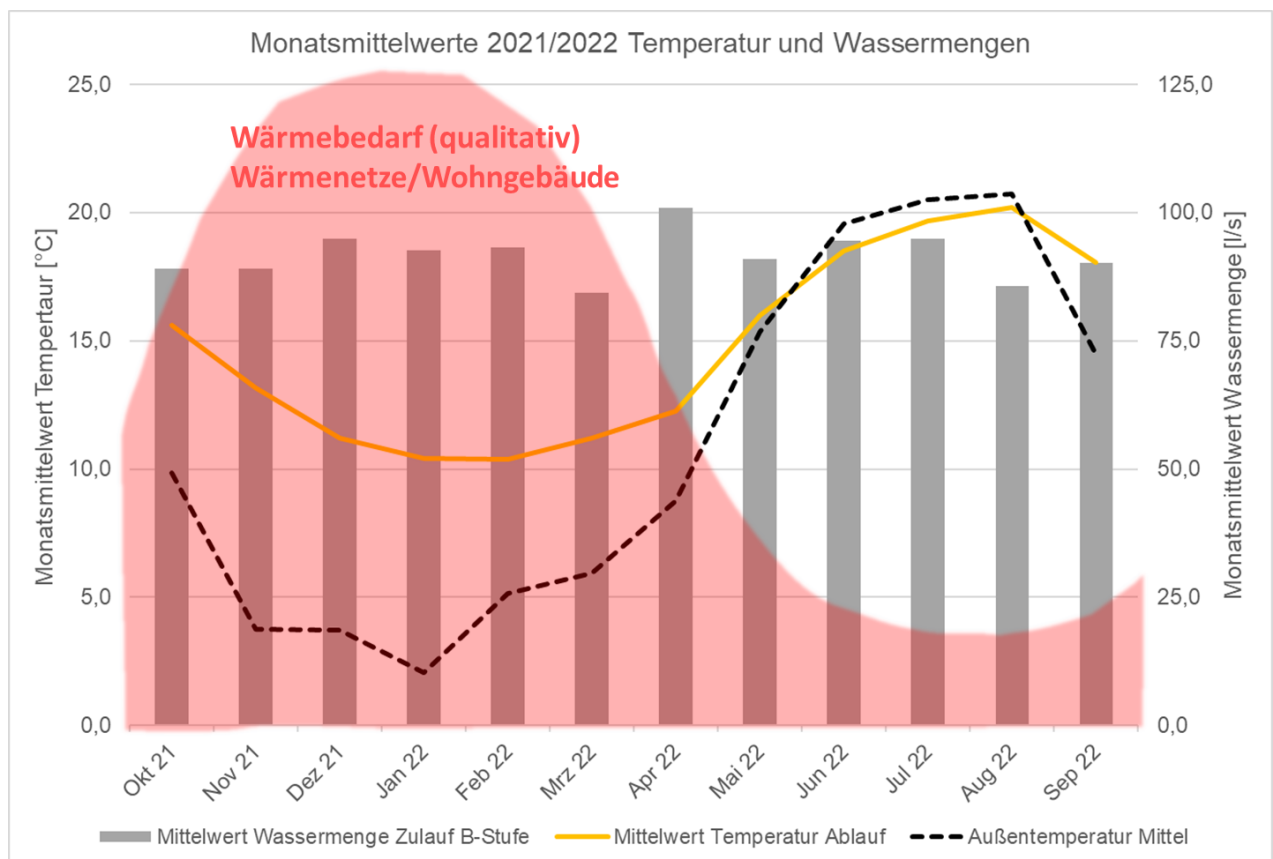


Abb. 46: Volumenstrom Zulauf B-Stufe und Abwasser- sowie Außenlufttemperatur im Monatsmittel Kläranlage Kiebingen 2021/22

Ausgehend von den durchschnittlichen täglichen Wassermengen des Zulaufs der Kläranlage ist hier eine Wärmepumpenanwendung mit rund 1.500 – 3.000 kW thermischer Erzeugungsleistung denkbar. Je nach Höhe der Abwasserauskühlung, Betriebsweise, und Absatzmöglichkeiten der Wärme in ein Wärmenetz können damit rund 6.000 – 20.000 MWh/a Wärme erzeugt werden.

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Rottenburg am Neckar eine Deckung von 11 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Abwasser-Wärmepumpen berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.1). Dies entspricht einer Wärmeerzeugung von rund

15.000 MWh/a.

3.2.8 Flusswasserwärmenutzung (Neckar)

Die Nutzung von Oberflächengewässern (Seen, Flüsse oder Teiche) mit Wärmepumpen ermöglicht eine effiziente und umweltfreundliche Wärmeversorgung von Gebäuden, auch über Fernwärmenetze. Bei der Nutzung von Flüssen als Wärmequellen für Wärmepumpen wird Wasser aus einem Fluss entnommen und als Wärmeträgermedium verwendet. Nachdem das Flusswasser Wärme an die Wärmepumpe abgegeben hat, wird es abgekühlt in den Fluss zurückgeführt. Wie auch im Bereich des Abwassers kann hier Wasser mit seiner hohen spezifischen Wärmekapazität als gute Wärmequelle für den Entzug von Umweltwärme genutzt werden.

Das Potenzial von Flusswasserwärmepumpen ist abhängig von den abgekühlten Wassermengen, dem Grad der Abkühlung und der Wassertemperatur. Folgende Grafik zeigt den Verlauf möglicher Heizleistung einer Flusswasserwärmepumpe mit verschiedenen Wassermengen. Das Flusswasser wird hierbei im Winter um rund 1,5 K und im Sommer um rund 3 K abgekühlt. Unter 5 °C kann Vereisungsgefahr an Wärmepumpe/Wärmetauschern bestehen.

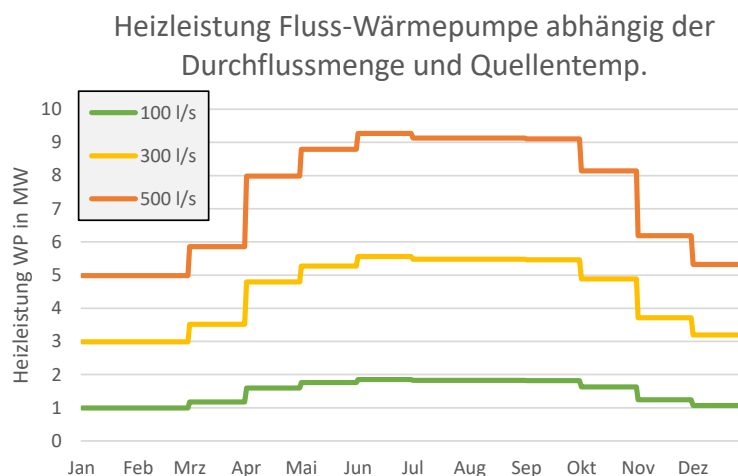


Abb. 47: Mögliche Heizleistungen von Flusswasserwärmepumpen

Auf Rottenburger Gemarkung ist der Neckar das größte und teilweise Ortsbild prägende Fließgewässer. Die übrigen Fließgewässer weisen deutlich geringere Abflussmengen auf und münden an unterschiedlichen Stellen in den Neckar. Auch kleinere Fließgewässer können grundsätzlich zum Wärmeentzug genutzt werden. Aufgrund des technischen Grundaufwands sowie zumeist zur Wärmeeinspeisung benötigter Wärmenetzinfrastrukturen bietet sich jedoch vornehmlich die Wärmenutzung am Neckar an. Zudem weist der Neckar deutlich höhere Abflusswerte und damit ein enormes thermisches Nutzungspotenzial auf. Gerade im Bereich der Kernstadt Rottenburgs trifft dieses Potenzial auf einen großen Wärmebedarf.

Die Stadtwerke Rottenburg betreiben bereits eine Flusswasser-Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung im südwestlich der Kernstadt gelegenen Rottenburger Freibad.



Abb. 48: Lageplan Neckar, Rottenburg am Neckar (Quelle: www.geoportal-bw.de)

Auf den Internetseiten der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) sind für Wendlingen Temperaturdaten der dortigen Messstelle am Neckar verfügbar. Die Darstellung dieser Daten für den Zeitraum 2019 bis 2023 (s. Abb. 49) zeigt deutlich den Jahresgang der Temperatur des Neckars. In den Wintermonaten finden sich die niedrigsten Wassertemperaturen im Bereich um die 5 °C, während in den Sommermonaten Temperaturen im Bereich um die 20 °C vorliegen.

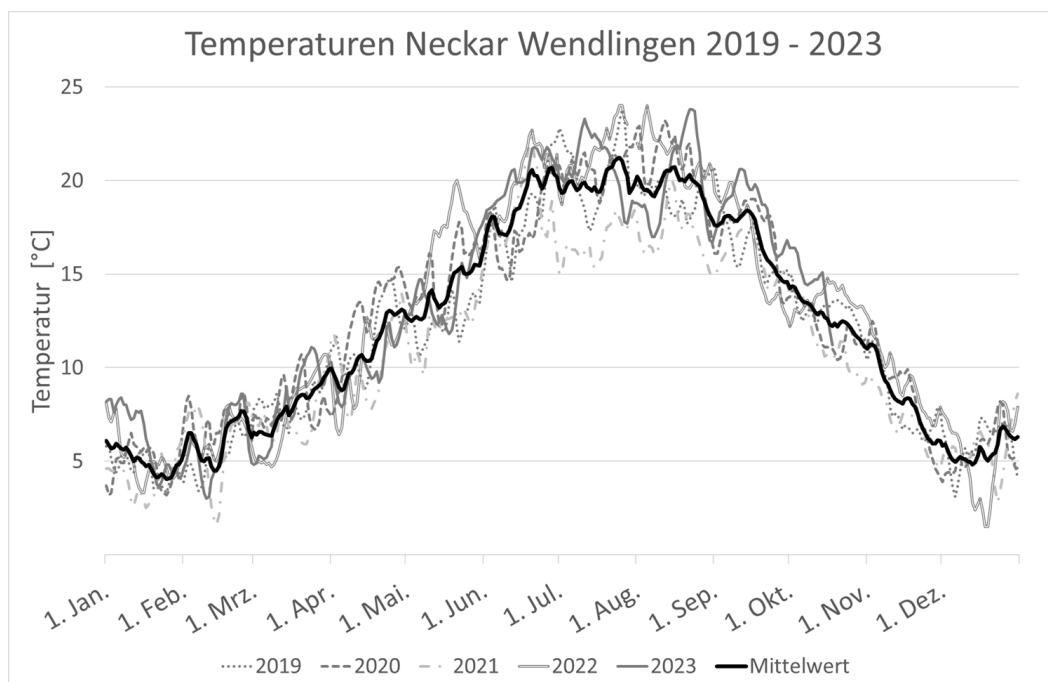


Abb. 49: Temperaturen Neckar bei Wendlingen - Datenquelle: www.udo.lubw.baden-wuerttemberg.de (LUBW), Messstelle CY208

Wasserstandswerte der Fließgewässer können außerdem beispielsweise über die Hochwasservorhersage-Zentrale der LUBW (unter www.hvz.baden-wuerttemberg.de) abgerufen werden:

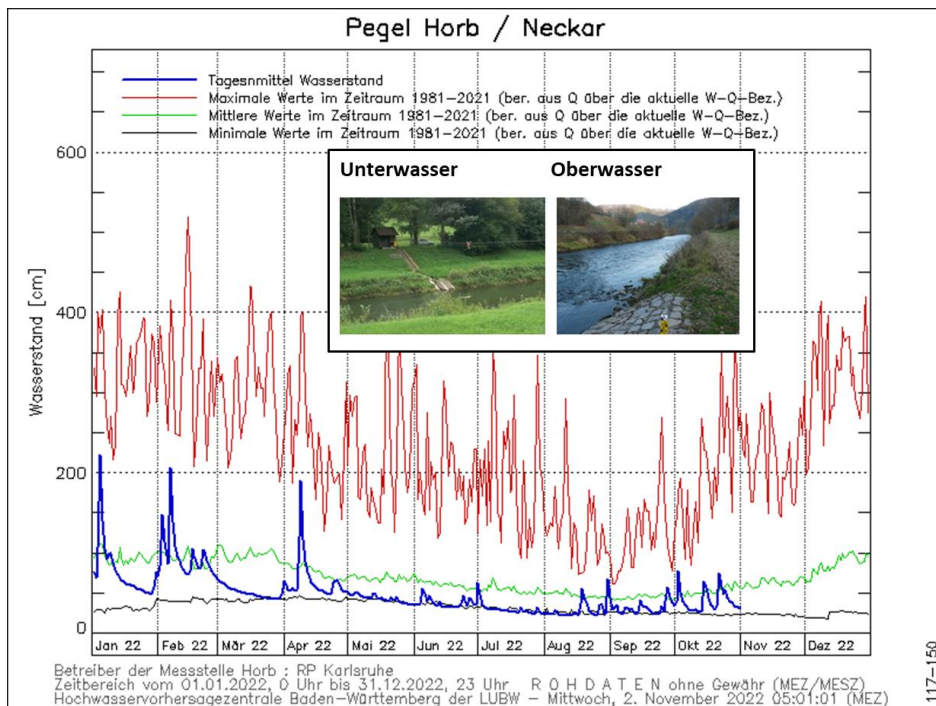


Abb. 50: Wasserstandsmessungen am Neckar (Messstelle Horb 2022 und historisch) - Quelle: www.hvz.baden-wuerttemberg.de (LUBW)

Insbesondere in den Wintermonaten sind zwar die Temperaturen niedrig, der Wasserstand und damit der Abfluss des Neckars ist jedoch höher als in den Sommermonaten.

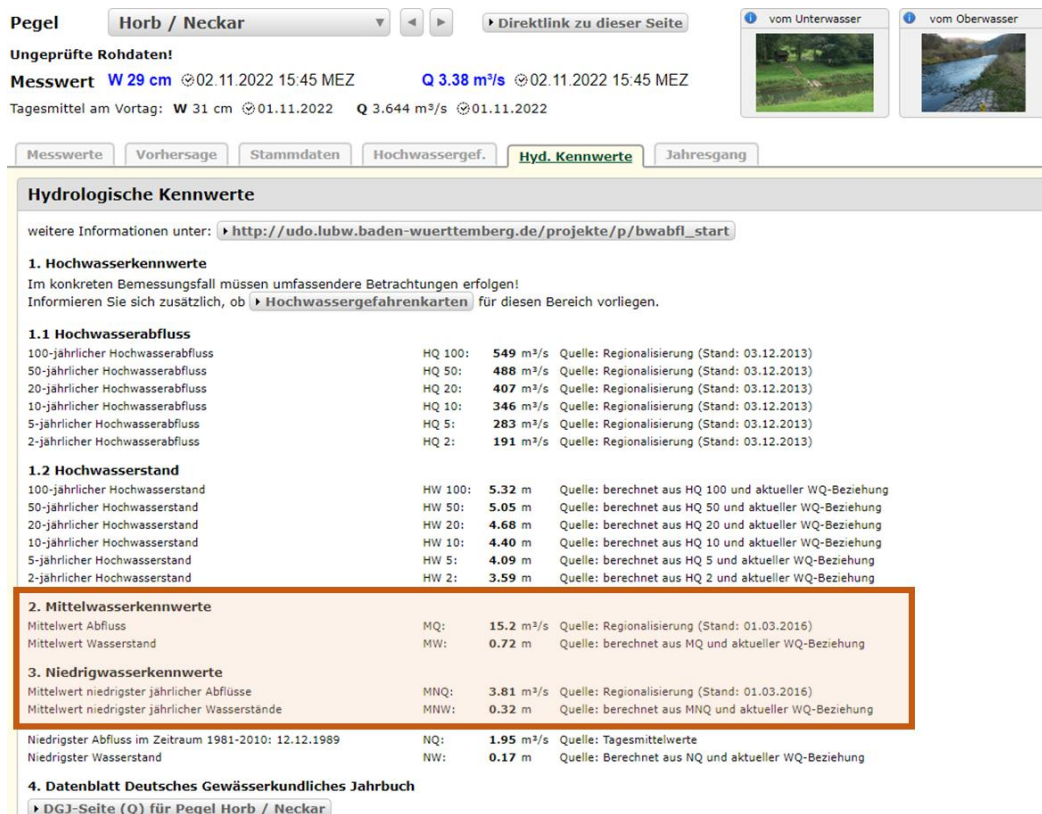


Abb. 51: Hydraulische Kennwerte Neckar bei Horb - Quelle: www.hvz.baden-wuerttemberg.de (LUBW)

Nach den Datenangaben der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg liegen am Neckar bei Horb folgende Abflusskennwerte vor (s. Abb. 51):

Mittelwert Abfluss (MQ): 15,2 m³/a → rd. 54.700 m³/h

Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse (MNQ): 3,81 m³/s → rd. 13.700 m³/h

Eine Temperatursenkung von 2 °C eines jährlich konstanten Abflusses von 54.700 m³/h würde einem jährlichen Wärmeentzug von rund 1.110.000 MWh/a entsprechen. Ein solches Rechenbeispiel verdeutlicht die enormen Energiemengen, die im Temperaturunterschied solcher Wassermengen vorliegen.

Näher an den realen Nutzungsbedingungen wäre die Auskühlung von Teilwassermengen. Mit der Auskühlung einer Wassermenge von 1.000 m³/h um 3 °C könnten Wärmepumpen mit einer thermischen Erzeugungsleistung von rund 6.000 kW betrieben werden. In Abhängigkeit von den Wassertemperaturen, den in angeschlossenen Wärmenetzen benötigten Wärmemengen und weiteren Betriebsparametern könnten diese Wärmepumpen rund 25.000 – 50.000 MWh/a Wärme erzeugen. Der Betrieb solcher Wärmepumpen würde bei mittleren Abflusswerten (MQ) lediglich einer Absenkung der mittleren Gewässertemperatur von rund 0,05°C entsprechen (rd. 0,22 °C bei Niedrigwasserabfluss MNQ). Wichtige Voraussetzung zur Nutzung dieser Erzeugungspotenziale sind Wärmenetze mit hohem Wärmebedarf. Je nach Ausbau der Wärmenetze kann auch ein sukzessiver Ausbau der Flusswasserwärmenutzung erfolgen (beispielsweise sukzessiver Zubau von Wärmepumpen an einem oder auch unterschiedlichen Standorten). Wie auch bei anderen erneuerbaren Wärmeerzeugern empfiehlt es sich, bei Ausführung von Wärmenetzen mit hohen Wärmepumpenanteilen nach Möglichkeit insbesondere auf das Netztemperaturniveau zu achten.

Für Flusswasserwärmepumpen werden Erzeugungsstandorte (Heizzentralen) in Gewässernähe benötigt, die ausreichend Platz bieten und eine möglichst geringe Entfernung zu möglichen Versorgungsgebieten aufweisen.

Das System einer Anlage zur thermischen Nutzung des Flusswassers für Heizzwecke besteht aus der Flusswasserentnahme, einem Wärmetauscher und einer Wärmepumpe. Abb. 52 zeigt ein Prinzipschema einer möglichen Flusswasser-Wärmenutzung mit deren Hauptbestandteilen.

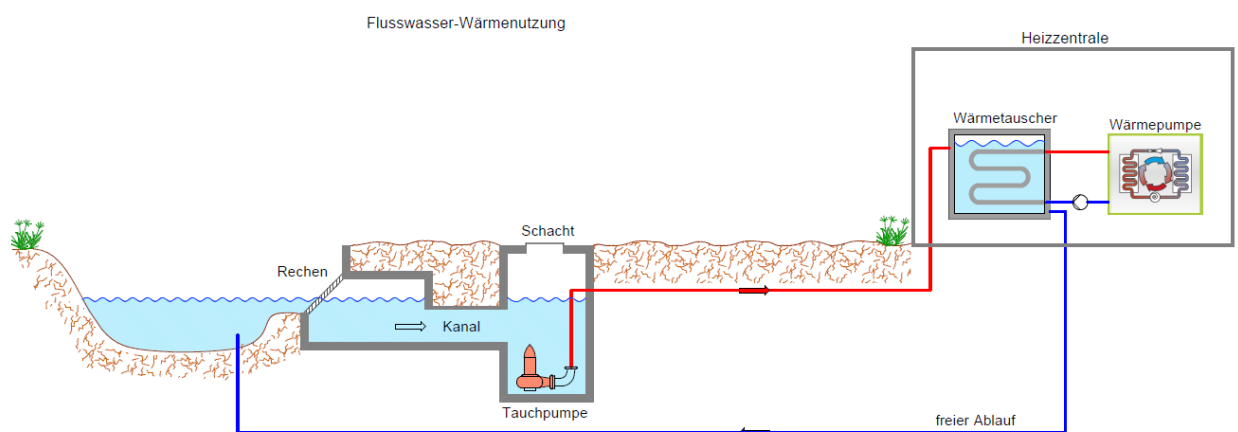


Abb. 52: Prinzipschema Flusswasserwärmepumpe

Für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 wird für die Fernwärmeversorgung in Rottenburg am Neckar eine Deckung von 39 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch Flusswasser-Wärmepumpen berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.1). Dies entspricht einer Wärmeherzeugung von rund

55.000 MWh/a.

3.2.9 Objektbezogene Nutzung von erneuerbaren Energieträgern (Wasserstoff)

Bei ausreichenden technischen Voraussetzungen (Situation in Rottenburg s. Abschnitt 2.3.2), könnten zukünftig gegebenenfalls Netzabschnitte des Erdgasnetzes auch auf den Betrieb mit Wasserstoff umgestellt werden. Voraussetzung hierfür ist die Anbindung an überregionale Wasserstoffverteilnetze sowie die Verfügbarkeit des Energieträgers zu einem auf dem Wärmemarkt konkurrenzfähigen Preis. Die terranets bw GmbH gibt auf Ihren Internetseiten an, ab 2040 nur noch Wasserstoff zu transportieren. Nach den bislang an gleicher Stelle veröffentlichten Ausbauplänen der überregionalen Wasserstoffinfrastruktur ist ein Anschluss der Rottenburger Region erst ab etwa 2040 angegeben, während zudem auf hinreichende Bedarfsmeldungen verwiesen wird.

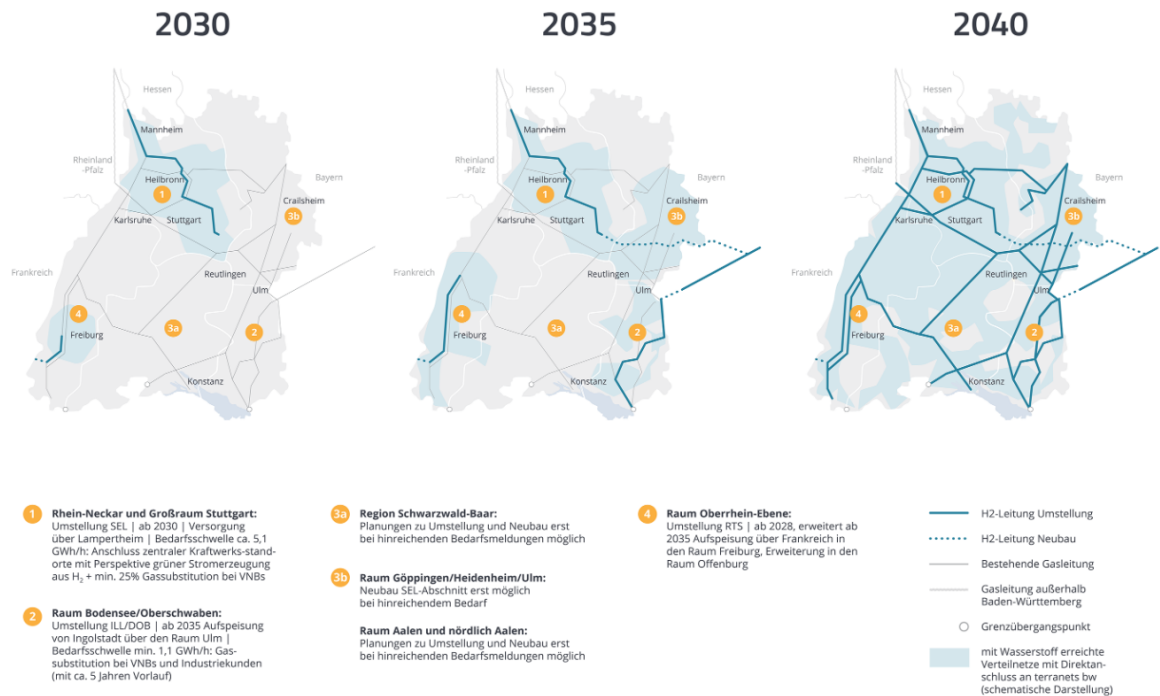


Abb. 53: Umstellungspfad zur Netztransformation (Quelle: www.terranets-bw.de)

Da sich die Wärmeplanung nach den Zielsetzungen des KlimaG BW auf den Zeitraum bis 2040 bezieht und ein möglicher Anschluss an das überregionale Wasserstoffnetz der terranets bw GmbH bislang erst gegen Ende dieses Zeitfenster erfolgen könnte, wurde ein Umstellung von Erdgasverteilnetzen auf Wasserstoffnetze nicht weiter vertieft. Wenn sich in den kommenden Jahren eine Verfügbarkeit des Energieträgers sowie eines Anschlusses an die entsprechende überregionale Wasserstoff-Infrastruktur abzeichnet, können diese Erkenntnisse in die Fortschreibungen der Wärmeplanung einfließen. In diesem Zusammenhang könnten entsprechende Gebiete (beispielsweise Ergenzingen, Hailfingen) benannt und anschließend auch rechtsverbindlich ausgewiesen werden, in welchen zukünftig eine Umstellung des Energieträgers erfolgen soll. Da alle bisher ans Netz angeschlossenen Gebäude zum Zeitpunkt der Umstellung eines Netzabschnitts mit entsprechenden Anlagen ausgerüstet sein sollten, um ihre Heizung dann mit Wasserstoff betreiben zu können, empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine frühzeitige Kommunikation des Vorhabens. In Beimischungen zum Erdgas können kleinere Anteile Wasserstoff bereits direkt eingesetzt werden. Erneuerbar hergestelltes Methan (beispielsweise Biomethan) kann je nach Verfügbarkeit auch heute bereits in Erdgasnetzen eingesetzt werden und wird zumeist bilanziell gehandelt. Da Wasserstoff nach bisherigem Stand insbesondere für Anwendungen eingesetzt werden soll, bei denen bislang von fehlenden oder schwer umsetzbaren Alternativen ausgegangen wird (z. B. Fernverkehr, Transportgewerbe, industrielle Prozesse...), sollten gegebenenfalls auch Verfügbarkeit und Preissituation weiter beobachtet werden um sich versorgerseitig entsprechend aufzustellen.

Aufgrund des Herstellungspaths mit hohem erneuerbaren Strombedarf (s. Abschnitt 3.2.10) ist zudem möglicherweise ein höheres Preisniveau als bei anderen Heizsystemen oder bei hohen Importanteilen eine entsprechende Abhängigkeit vom Lieferpfad und der globalen Marktsituation zu erwarten.

Für den Ansatz der Treibhausgasneutralität bis 2040 (siehe Abschnitt 5.4.1) wird neben dem in Abschnitt 3.2.4 genannten Deckungsanteilen aus erneuerbarer KWK in der Fernwärme auch davon ausgegangen, dass beispielsweise aufgrund fehlender Alternativen Wasserstoff in der objektbezogenen Energieversorgung zum Einsatz kommt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass es sich insbesondere um einzelne Großverbraucher oder Gewerbebetriebe handelt, die gegebenenfalls hierbei auch Blockheizkraftwerke einsetzen. Es wird davon ausgegangen, dass 2040 in Rottenburg am Neckar eine Deckung von 10 % des Wärmebedarfs der Einzelheizungen bzw. der objektbezogenen Energieversorgung über erneuerbare Energieträger wie Wasserstoff gedeckt wird.

Dies entspricht einer Wärmemenge von insgesamt rund

22.400 MWh.

3.2.10 Abwärme aus der Herstellung synthetischer Kraftstoffe (H₂)

Mit erneuerbarem Strom hergestellter und somit klimaneutraler Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft. Bei der Elektrolyse von Wasser wird Wasser mittels Stromeinsatz in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Bei der Rückverstromung von Wasserstoff, z. B. bei der Verbrennung in KWK-Anlagen, entsteht als „Abfallprodukt“ bzw. Abgas wieder Wasser bzw. Wasserdampf, da sich der Wasserstoff wieder mit Sauerstoff zu Wasser verbindet.

„Bei der Wasserstoffherstellung, -speicherung und anschließenden Rückverstromung lag der Wirkungsgrad 2013 bei maximal 43 %. [...] Es wird davon ausgegangen, dass perspektivisch elektrische Gesamtwirkungsgrade von maximal 49 bis 55 % erreicht werden können.“

Quelle: Wikipedia nach ¹ und ²

Ursächlich für den Wirkungsgrad ist die gleichzeitige Wärmeproduktion, sowohl bei der Elektrolyse als auch bei der Wiederverstromung in einem Gas-Motor. Die eingesetzte Energie kann also besser ausgenutzt werden, wenn der Gas-Motor (BHKW) Teil der Wärmeerzeugung eines Fernwärmenetzes ist – die Abwärme des Motors und des Stromgenerators also dem Wärmenetz zugeführt werden kann.

Auch bei der Elektrolyse entsteht Abwärme, die - sofern sie ungenutzt bleibt - den Wirkungsgrad der Wasserstofferzeugung entsprechend auf niedrigem Niveau hält. Wasserstoff bzw. seine leichter speicherbaren Folgeprodukte (z. B. Methanol bzw. synthetische Kraftstoffe) könnte daher sinnvollerweise dezentral an Wärmesenken hergestellt werden, also dort, wo die Prozessabwärme zu Heizzwecken genutzt werden kann bzw. wo Heizzentralen für Nah- und Fernwärmenetze vorhanden sind oder errichtet werden.

Für Stadtwerke beziehungsweise den regionalen Energieversorger mit den entsprechenden Wärmeversorgungsaufgaben könnte es daher künftig sinnvoll sein, Teile des in KWK-Anwendungen (BHKW) benötigten Brennstoffes selbst zu erzeugen.

Wasserstoff bzw. synthetische Kraftstoffe könnten mit dem Strom aus eigenen PV- und/oder Windkraftanlagen insbesondere dann erzeugt werden, wenn ein Stromüberschuss im bundesdeutschen Stromnetz besteht. Zum einen besteht dadurch prinzipiell die Möglichkeit, Energie aus dem Sommer im Winter zu verstromen und die BHKW-Wärme in Wärmenetze zu integrieren. Zum anderen können die Anlagen auch netzdienlich durch eine sofortige Stromproduktion bei Strommangellagen im bundesdeutschen Netz sein.

¹ Volker Quaschnig: Regenerative Energiesysteme. Technologie – Berechnung – Simulation. 8., aktualisierte Auflage. München 2013, S. 373.

² Dan Gao, Dongfang Jiang, Pei Liu, Zheng Li, Sangao Hu, Hong Xu, An integrated energy storage system based on hydrogen storage: Process configuration and case studies with wind power. Energy 66 (2014) 332-341 doi:10.1016/j.energy.2014.01.095.

Für den Ansatz der Treibhausgasneutralität bis 2040 (siehe Abschnitt 5.4.1) wird für die Fernwärmeversorgung in Rottenburg am Neckar eine Deckung von 5 % des Wärmebedarfs aller bis dahin angeschlossenen Gebäude durch die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen berücksichtigt.

Dies entspricht einer Wärmemenge von insgesamt rund

7.100 MWh.

Wie in Abschnitt 3.2.4 beschrieben, werden zudem 7 % (9.400 MWh/a) durch die Wärmeerzeugung bei Wiederverstromung in Blockheizkraftwerken in den Heizzentralen berücksichtigt.

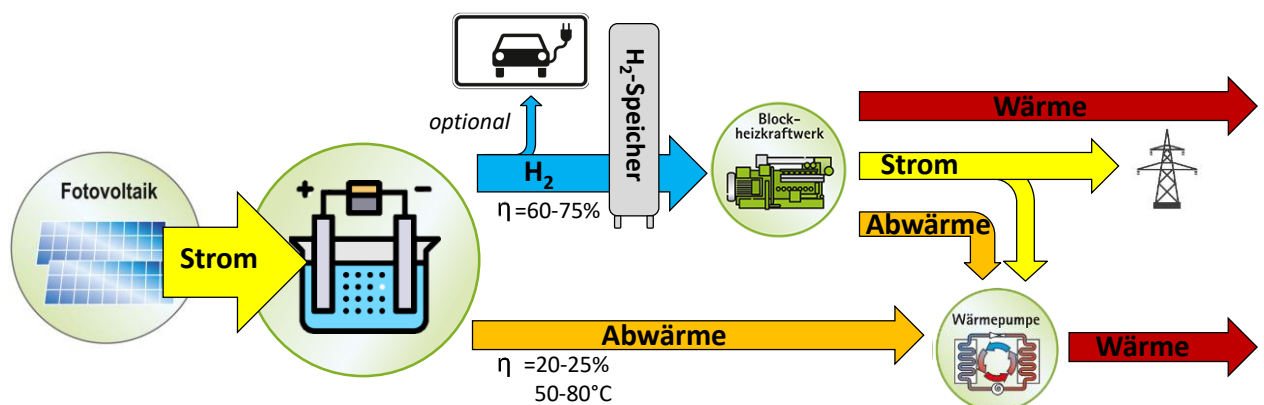


Abb. 54: Prinzipschema saisonale Wasserstoffspeicherung (Auszug Beratungsbericht IBS)



Abb. 55: Beispielanlage Prenzlau, Uckermark (Quelle: ENERTRAG)

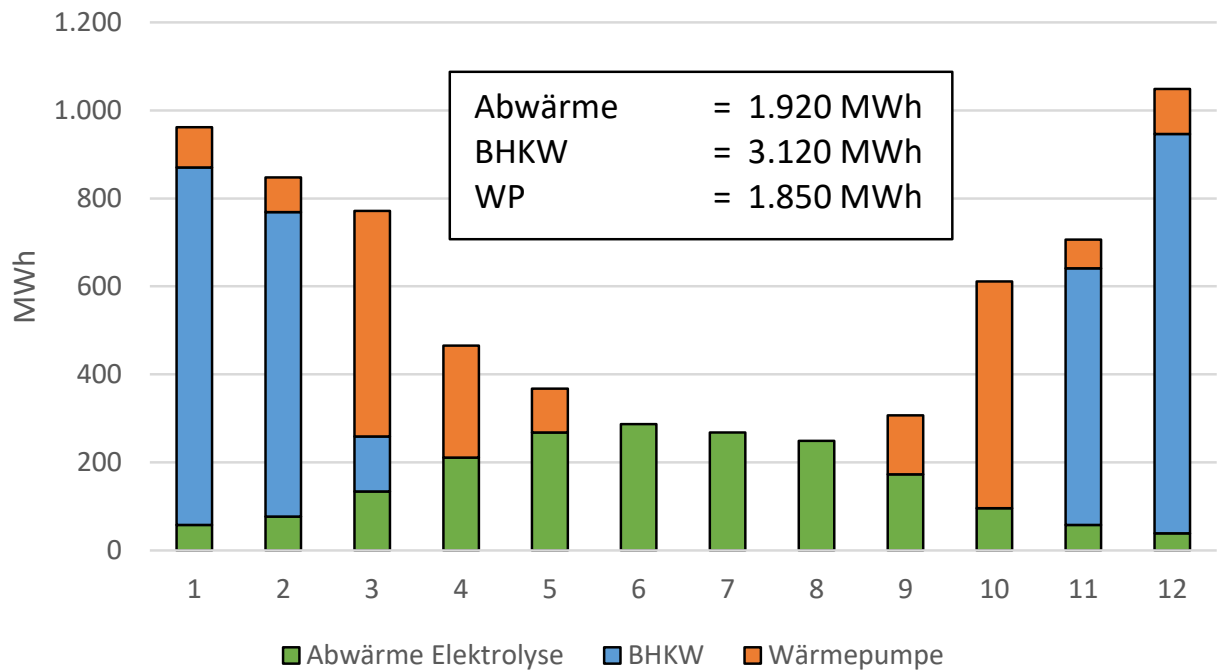


Abb. 56: Beispiel monatliche Wärmebilanz saisonaler H₂-Speicher mit H₂-BHKW (Auszug Beratungsbericht IBS)

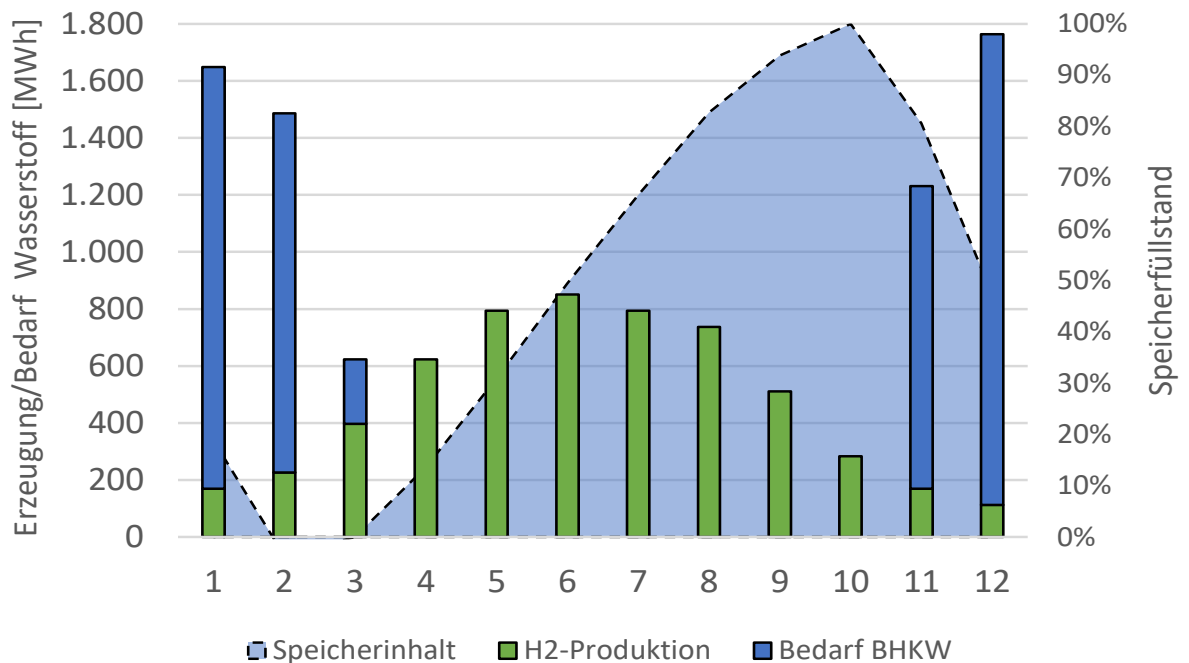


Abb. 57: Wasserstoffbilanz saisonaler H₂-Speicher (Auszug Beratungsbericht IBS)

3.3 Potenziale erneuerbarer Stromquellen für Wärmeanwendungen

3.3.1 Photovoltaik

Das größte Stromerzeugungspotenzial im Stadtgebiet stellt die Photovoltaik (PV) dar, welche auf Gebäudedächern von Wohn- und Industriegebäuden sowie kommunalen Liegenschaften installiert werden kann.

Das Gesamtpotenzial der jährlichen Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen auf Dachflächen (ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes) liegt insgesamt bei rund

226.000 MWh.

Dies liegt über dem aktuellen Stromverbrauch in Rottenburg am Neckar (s. Abschnitt 2.5).

Die Verteilung der Stromerzeugungspotenziale aus Photovoltaikdachflächenanlagen ist in folgender Abbildung auf Baublockebene summiert, dargestellt:

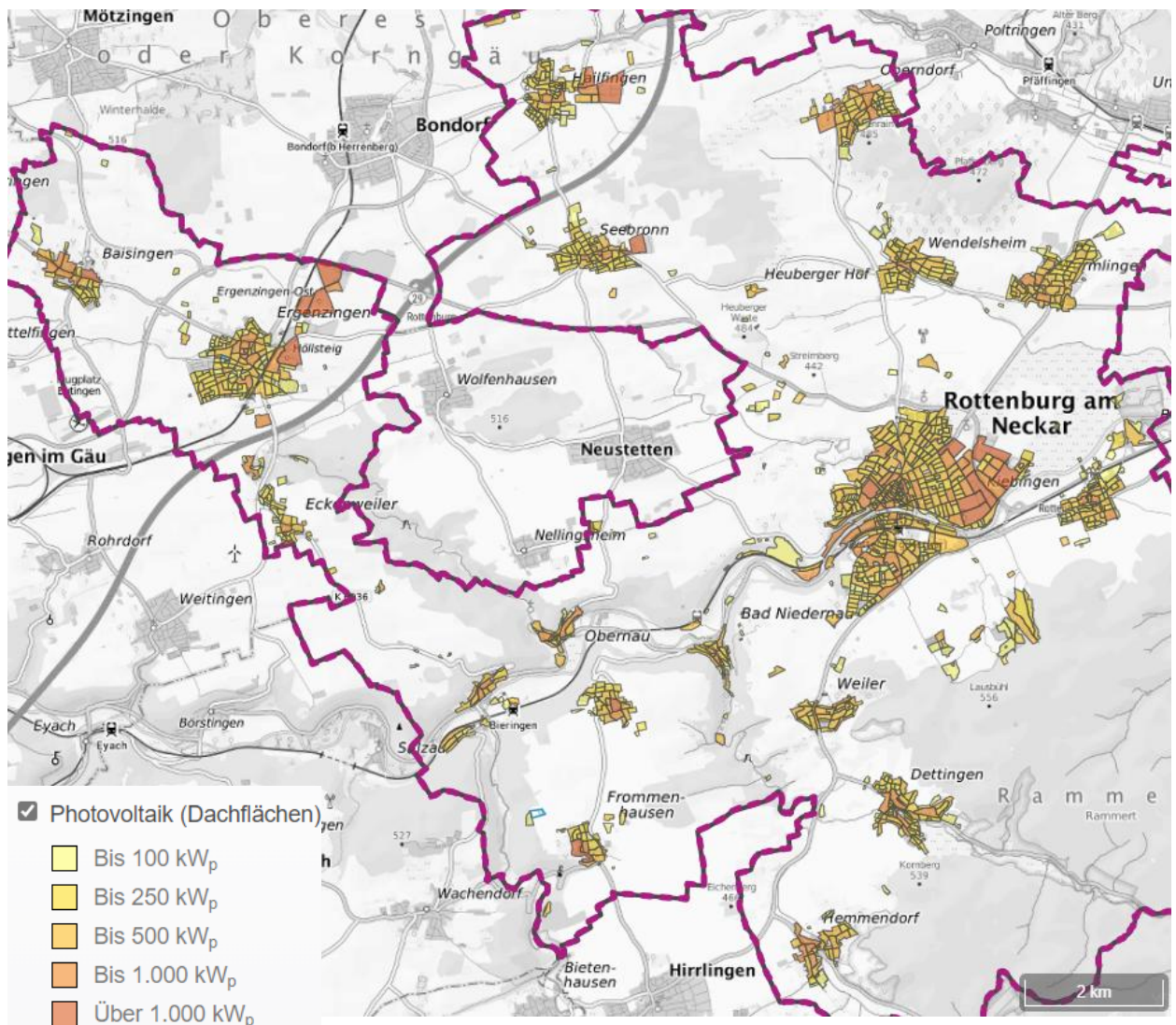


Abb. 58: Übersicht Photovoltaikpotenziale Dachflächen in Rottenburg am Neckar (Zusammenfassung auf Baublockebene)

Basierend auf den im Marktstammdatenregister hinterlegten Angaben, waren in Rottenburg 2023 mehr als 2.400 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 26.000 kW_P bereits in Betrieb. Nach den hinterlegten Daten ist davon auszugehen, dass die Stromerzeugung dieser Anlagen aktuell bei über 21.000 MWh/a liegt. Damit sind knapp 10% des PV-Erzeugungspotenzials auf Dachflächen bereits in Nutzung.

Im nachfolgenden Diagramm sind die Erzeugungspotenziale verschiedener Größenklassen (≤ 10 kW_P, 10-40 kW_P und > 40 kW_P) von Photovoltaikanlagen in Rottenburg am Neckar dargestellt. Es sind hierbei insbesondere auch große Dächer, beispielsweise von Gewerbebetrieben oder öffentlichen Gebäuden zu nennen, auf welchen sich Anlagen mit einer Leistung von jeweils über 40 kW_P Leistung installieren lassen. Wie im Diagramm zu erkennen, können allein durch diese 689 größeren Dachflächen mit einem jeweiligen Installationspotenzial für Anlagen > 40 kW_P bereits 26 % des PV-Dachflächenpotenzials in Rottenburg erschlossen werden.

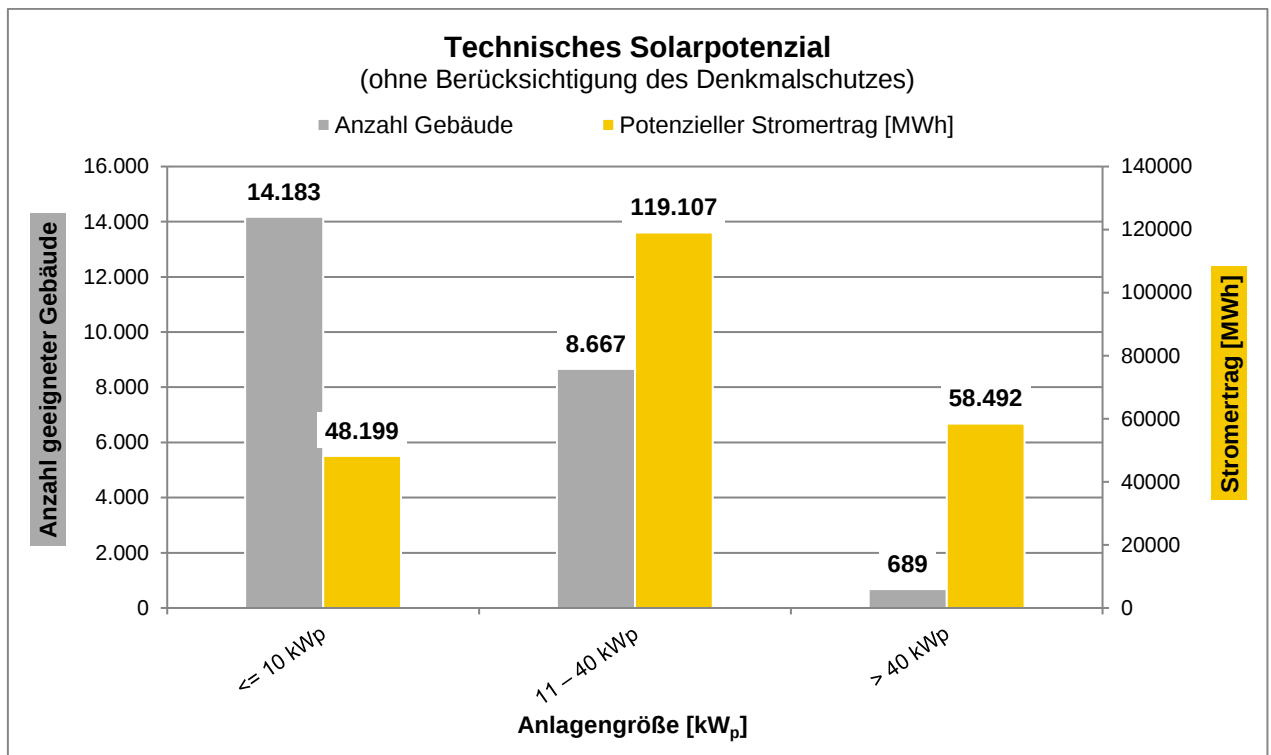


Abb. 59: Anzahl und Stromerzeugungspotenzial möglicher PV-Dachanlagen in Rottenburg nach Anlagengröße

Der durch die Photovoltaik erzeugte Strom kann zukünftig eine Rolle hinsichtlich des Betriebs von Wärmepumpen in den Sommermonaten spielen und der dezentralen Erzeugung synthetischer Brennstoffe dienen, insbesondere weil durch den Ausbau der erneuerbaren Energien zukünftig in den Frühjahrs- und Sommermonaten tagsüber mit Stromüberschüssen im bundesdeutschen Netz zu rechnen ist.

Neben der Belegung von Gebäudeflächen (Dach, Fassade) besteht zudem die Möglichkeit, Photovoltaikanlagen auch als Freiflächenanlagen auszuführen. Je nach Gegebenheiten können diese auch als Agri-PV-Anlagen ausgeführt werden, wobei hier die Fläche weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden kann. Zudem gibt es weitere Sonderformen wie beispielsweise schwimmende PV-Anlagen auf Gewässerflächen. In der Freifläche können, je nach Solarstrahlung, Moduleffizienz, Modulausrichtung und Belegungsichte, Flächenerträge von rund 700 - 1.200 MWh/a je Hektar Landfläche erreicht werden (s. auch Abb. 38).

In der Freiflächen-Öffnungs-Verordnung des Landes (FFÖ-VO) werden für Baden-Württemberg Gebiete ausgewiesen, die als „benachteiligte Gebiete“ eingestuft werden. Dort wird ermöglicht, dass geplante Freiflächen-Photovoltaikanlagen an Ausschreibungen für die Stromvergütung nach dem Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) teilnehmen können. Eine Verschneidung dieser

Flächenkulisse mit Eignungscharakteristiken findet sich beispielsweise unter www.energieatlas-bw.de (s. Abb. 60). Eine entsprechende Ausweisung ist jedoch nicht gleichbedeutend mit der direkten Möglichkeit einer Belegung dieser Flächen mit Freiflächenanlagen, da kommunale Interessen/Vorhaben und die Eigentumsverhältnisse nicht berücksichtigt sind.

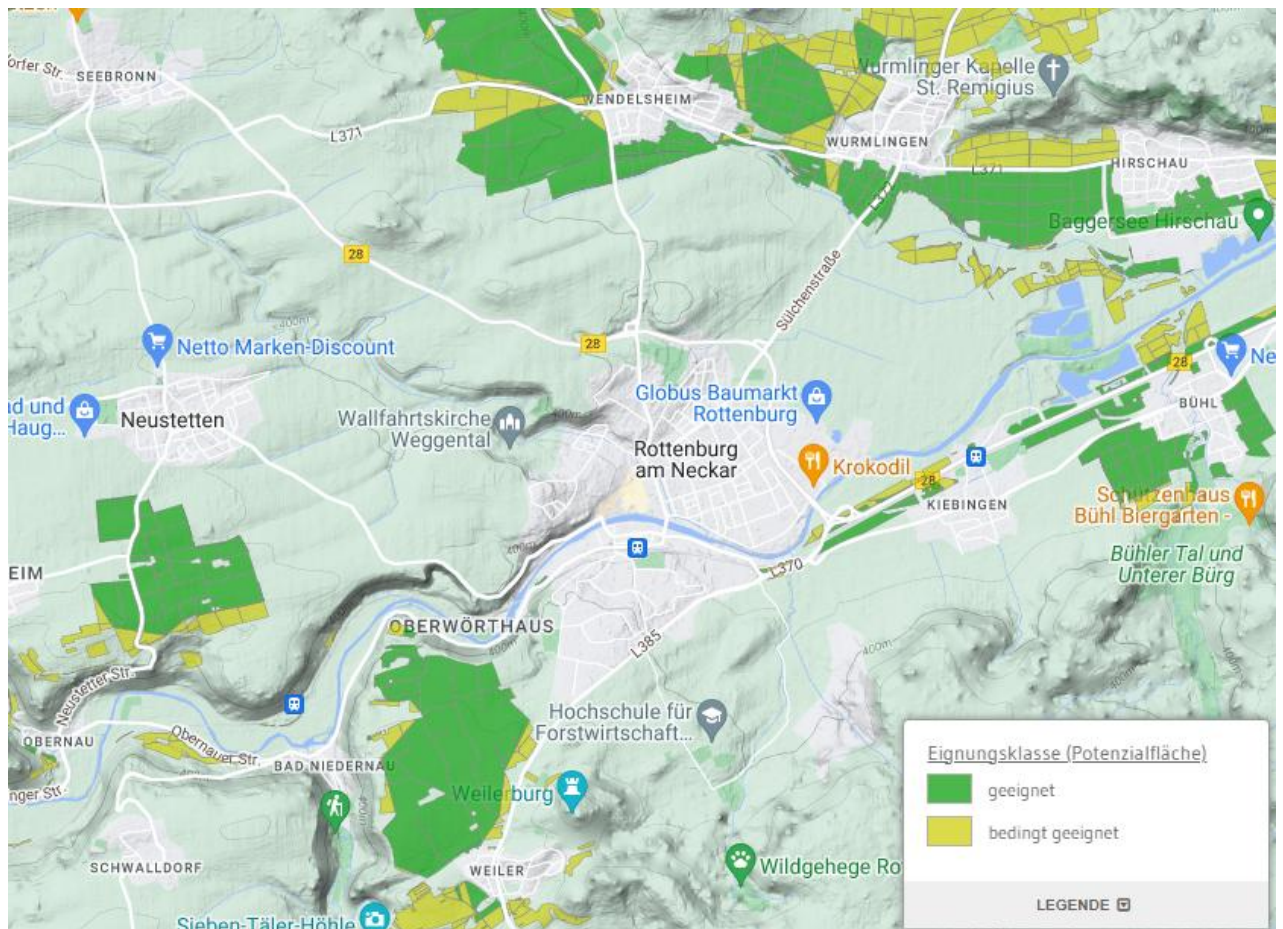


Abb. 60: ermitteltes PV-Freiflächenpotenzial nach EEG, FFÖ-V und Eignungscharakteristiken (Darstellung: www.energieatlas-bw.de)

Im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) ist zudem eine Flächenausweisung von 2 % für Photovoltaik und Windenergie vorgesehen. Diese Flächenausweisung wird aktuell durch die Regionalverbände bearbeitet. Es ist vorgesehen, dass die Bearbeitung bis Ende 2025 abgeschlossen wird. Im August 2022 wurden bereits erste Planhinweiskarten veröffentlicht. Abb. 61 zeigt Ausschnitte der Planhinweiskarte für Freiflächen-Photovoltaik im Bereich Rottenburg am Neckar.

Im weiteren Verlauf des Verfahrens wurden im März 2023 weitere Suchraumkarten des Regionalverbands Neckar-Alb zur Solarenergie veröffentlicht (s. Abb. 62).

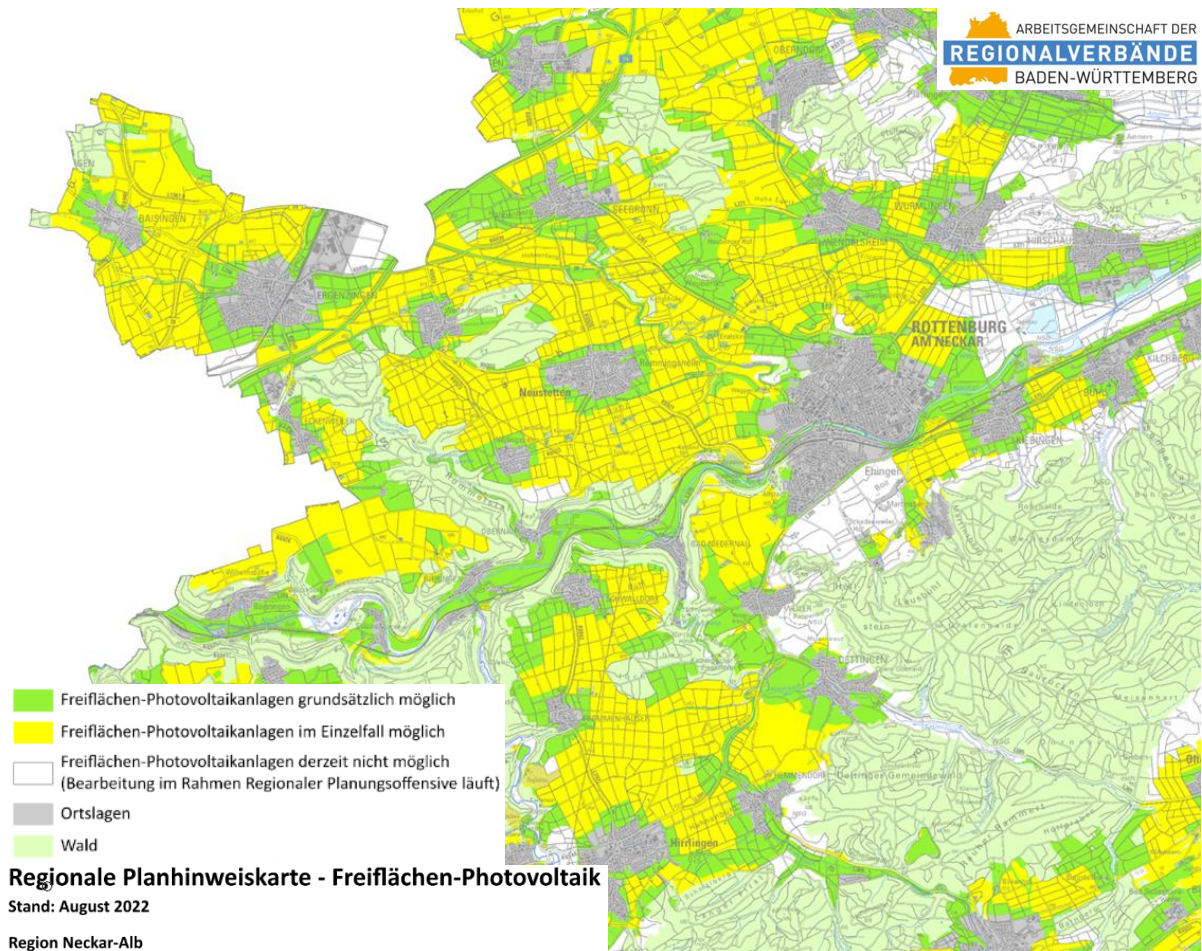


Abb. 61: regionale Planhinweiskarte - Freiflächen-Photovoltaik (Quelle: Baden-Württemberg.de, www.baden-württemberg.de, www.rvna.de) – Stand August 2022

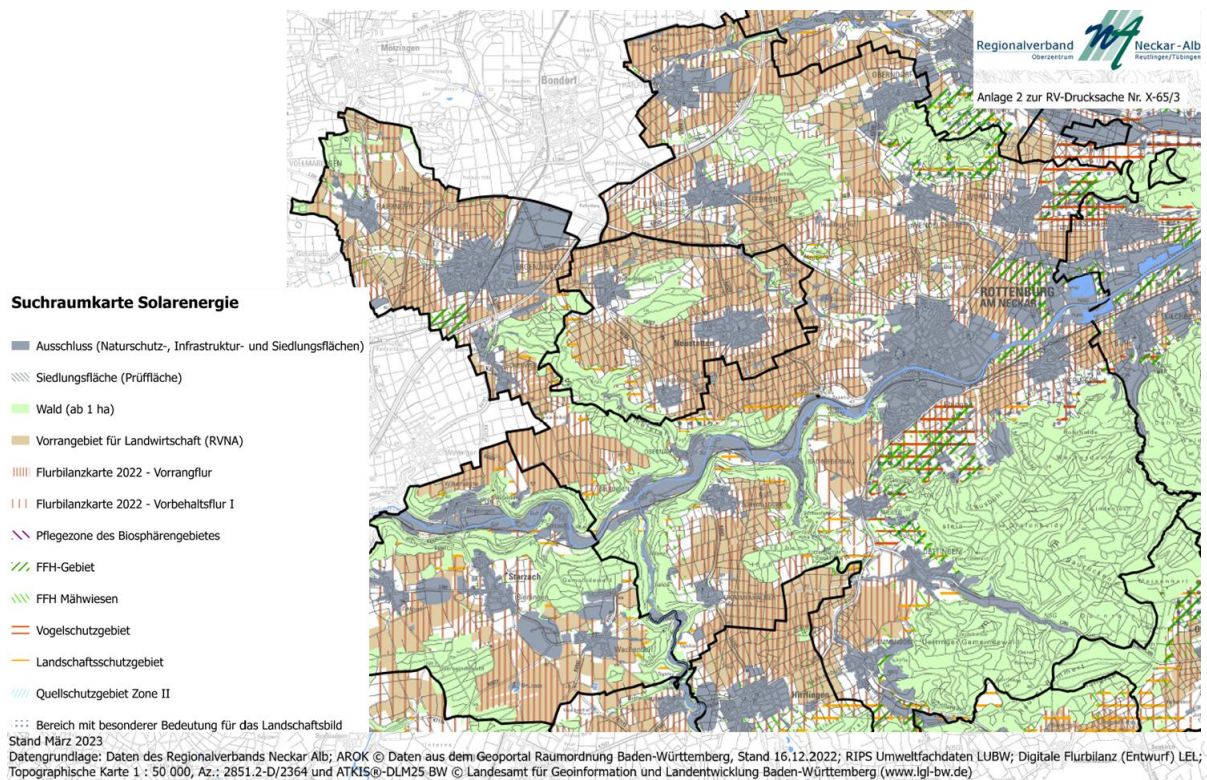


Abb. 62: Ausschnitte Suchraumkarte Solarenergie Regionalverband Neckar-Alb (www.rvna.de) Stand März 2023

3.3.2 Windkraft

Die Vorhaben im Energie- und Wärmesektor (zunehmende Umstellung auf elektrische Wärmepumpen, Produktion von grünem Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen) bewirken, ebenso wie auch die Vorhaben im Verkehrssektor (Elektromobilität, etc.), eine deutliche Steigerung des Strombedarfs. Um die Ziele des Klimaschutzes durch diese Vorhaben zu erreichen, wird für diese Anwendungen regenerativ erzeugter Strom benötigt. Neben der Verdrängung aktuell fossiler Erzeugungsanlagen bedarf es auch zur Deckung dieses steigenden Strombedarfs eines verstärkten Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung. Neben den im vorangegangenen Kapitel dargestellten Potenzialen von Photovoltaikanlagen, liegen auch in der Windenergie große Potenziale für den weiteren Ausbau. Eine heutige Windkraftanlage mit einem Flächenverbrauch von < 1 ha kann in passender Lage in Rottenburg am Neckar mehr als 10.000 MWh/a Strom erzeugen.

In den letzten Jahren wurde bereits unter intensiver Bürgerschaftsbeteiligung und kommunalpolitischen Abstimmungen mit Standortsuche, Vorprojektierung und Vorarbeiten zur Umsetzung von 8 möglichen Windkraftanlagen auf Rottenburger Gemarkung begonnen. Nach aktuellem Stand besteht seitens der Stadt Rottenburg die Freigabe zur Verpachtung von Flächen, auf denen 7 Windkraftanlagen errichtet werden könnten (s. Abb. 63). Mit diesem Hintergrund können nun weitere Schritte der Projektentwicklung aufgenommen werden.

Der Windpark kann kommen

Große Gemeinderats-Mehrheit für die Verpachtung städtischer Flächen

Der Gemeinderat der Stadt Rottenburg am Neckar hat mit 29 Ja-Stimmen, 1 Nein-Stimme und 1 Enthaltung in nicht-öffentlicher Sitzung für die Verpachtung städtischer Flächen in Hailfingen, Oberndorf und Wendelsheim gestimmt. Zuvor wurde in öffentlicher Sitzung der Abschlussbericht des Energiedialogs vorgestellt und alle Fraktionen bzw. Gruppierungen hatten die Gelegenheit eine Stellungnahme abzugeben.

30.11.2022 - Amt für Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerengagement

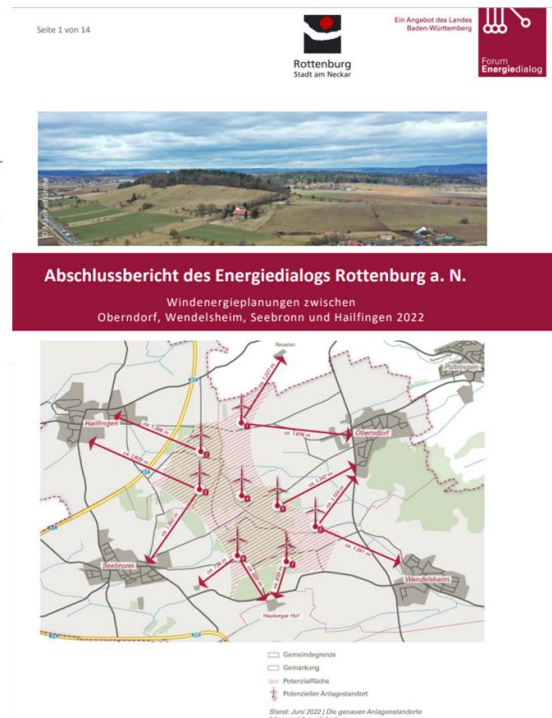


Abb. 63: Ausschnitte von Veröffentlichungen der Abstimmung zu möglichen Windkraftanlagen in Rottenburg (Quelle: www.rottenburg.de)

Zur detaillierten Prüfung weiterer möglicher Standorte und deren Machbarkeit bedarf es entsprechender technischer und örtlicher Voruntersuchungen sowie der Beteiligung von Akteuren vor Ort.

Im KlimaG BW ist daher eine Flächenausweisung von 2 % für Photovoltaik und Windenergie vorgesehen. Diese befindet sich aktuell in Bearbeitung durch die Regionalverbände. Die Bearbeitung soll bis Ende 2025 abgeschlossen werden. Abb. 64 zeigt Ausschnitte der im August 2022 bereits veröffentlichten regionalen Planhinweiskarte der Region Neckar-Alb.

Im weiteren Verlauf des Verfahrens wurden im März 2023 weitere Suchraumkarten des Regionalverbands Neckar-Alb zur Windenergie veröffentlicht (s. Abb. 62).

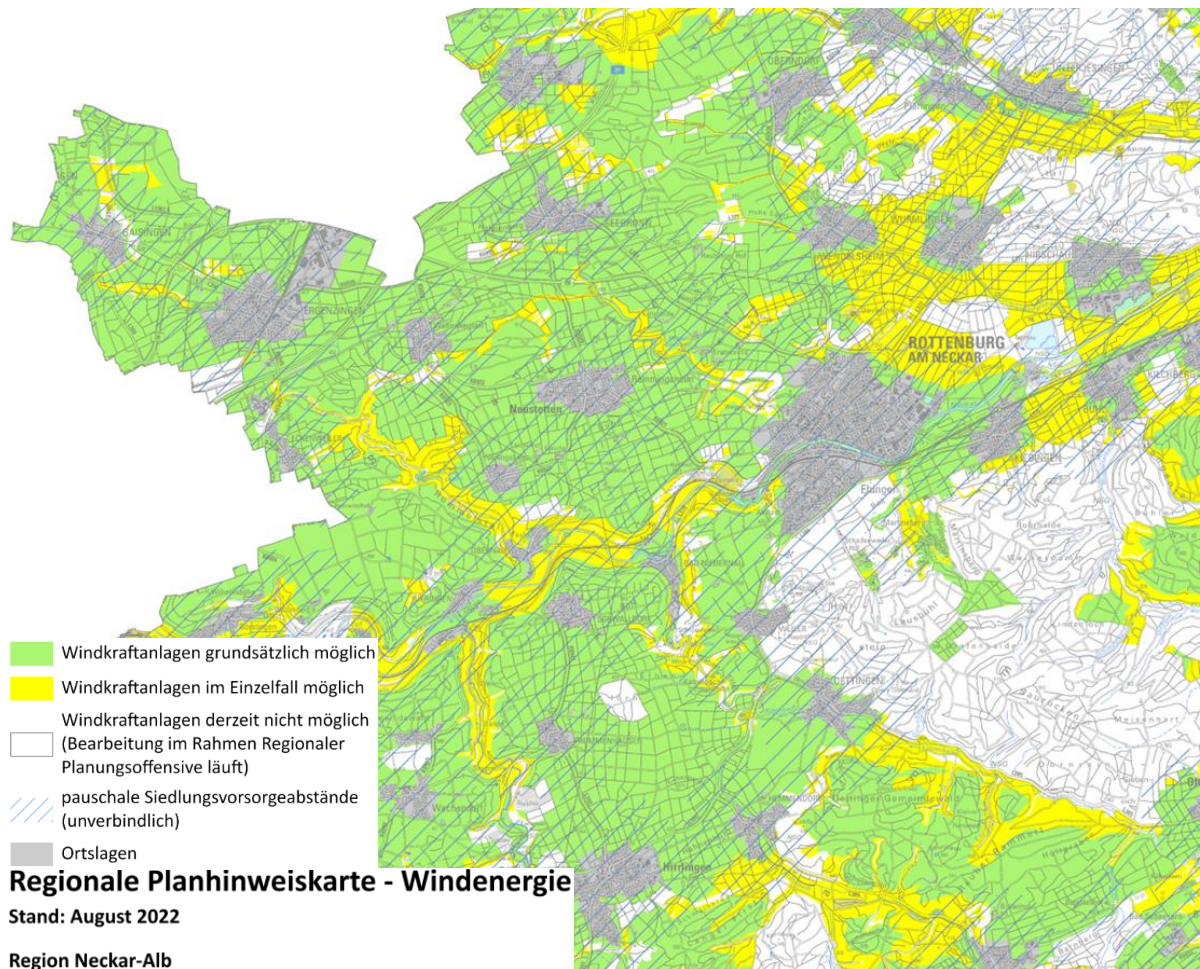


Abb. 64: regionale Planhinweiskarte - Windenergie (Quelle: Baden-Württemberg.de, www.baden-württemberg.de)

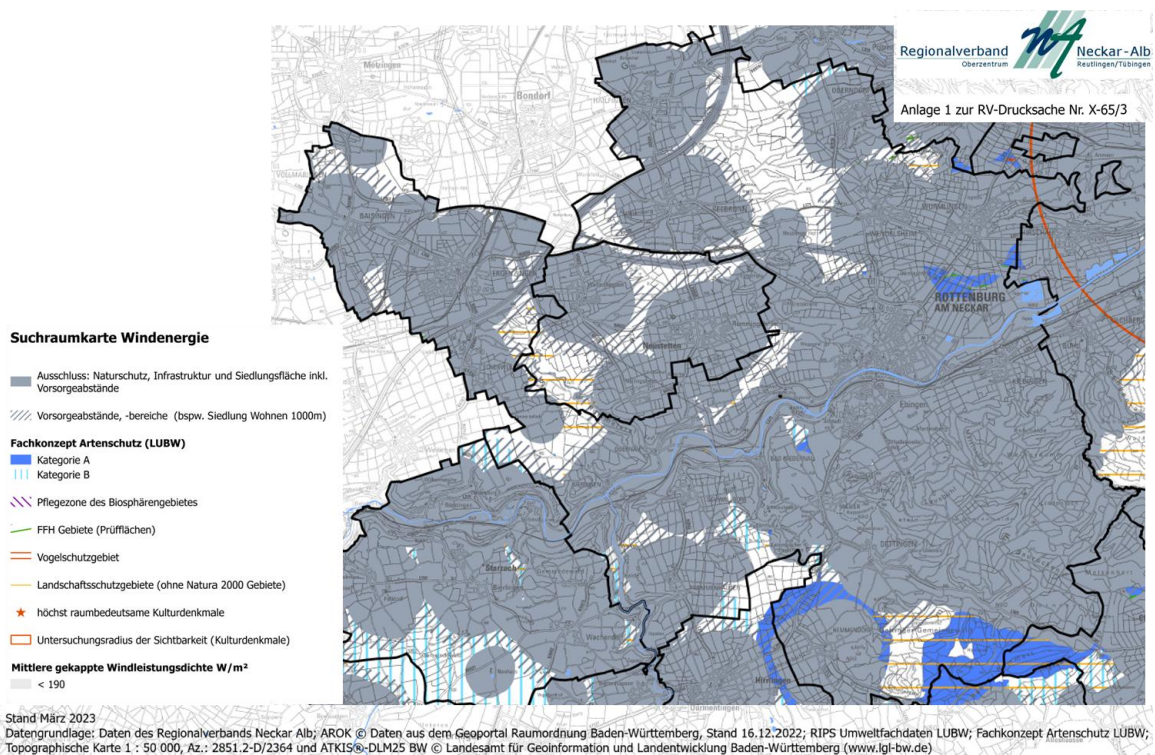


Abb. 65: Ausschnitte Suchraumkarte Windenergie Regionalverband Neckar-Alb (www.rvna.de)
Stand März 2023

Bei der Suche nach möglichen, geeigneten Aufstellflächen kann zudem der unter www.energieatlas-bw.de bereitgestellte „Windatlas“ über die dargestellten Angaben zur Windleistungsdichte eine erste Orientierung geben.

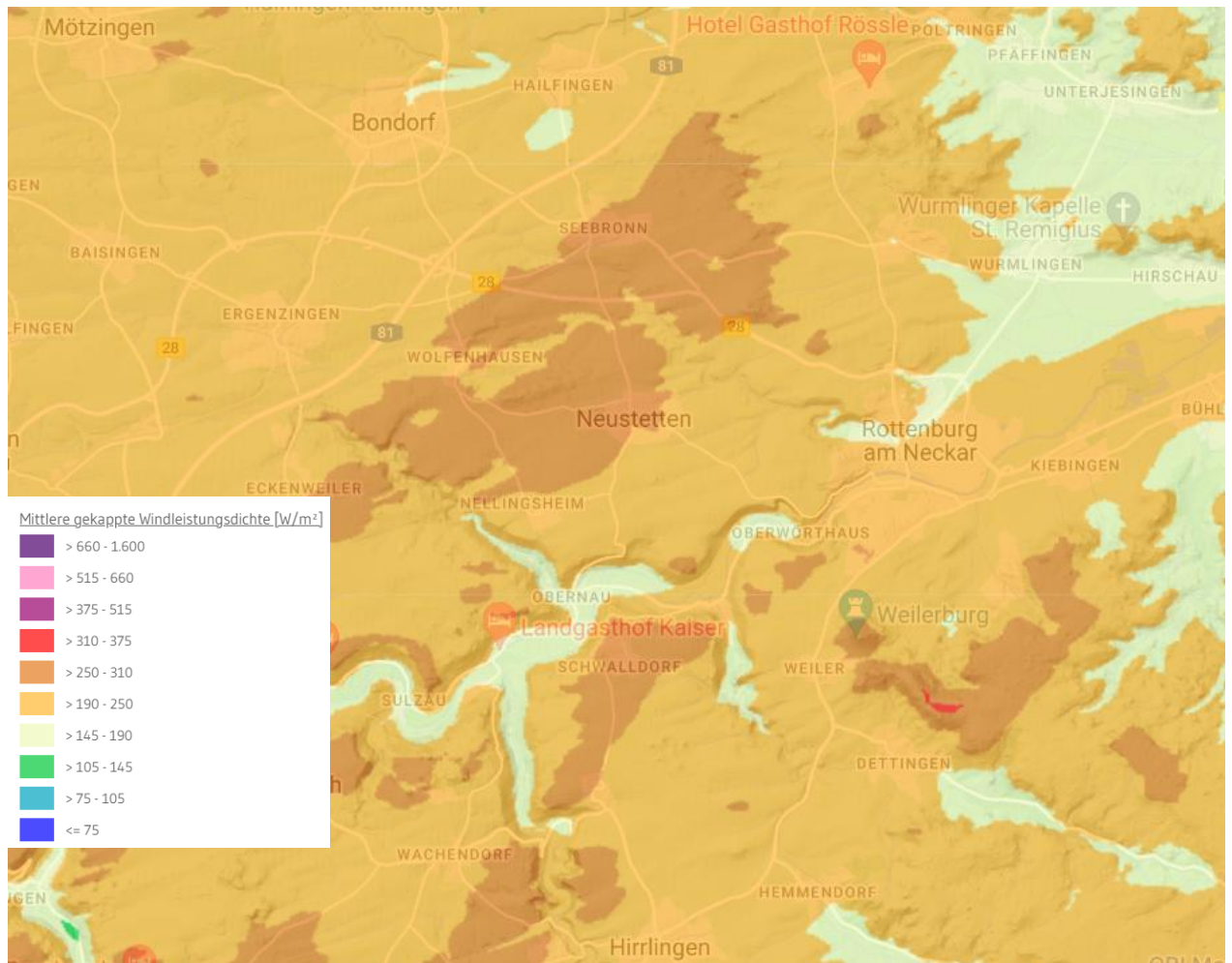


Abb. 66: mittlere gekappte Windleistungsdichte (Darstellungen: www.energieatlas-bw.de)

3.3.3 Wasserkraft

Nach Datenlage des Markstammdatenregisters befinden sich in Rottenburg am Neckar 4 Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung in Betrieb. Die genannten Anlagen nutzen den Abfluss des Neckars an Wehranlagen zur Stromerzeugung, Betreiber sind die Stadtwerke Rottenburg am Neckar, die EnBW sowie einen privaten Betreiber.

Nach seitens der Stadt Rottenburg veröffentlichten Erhebungen liegt die Stromerzeugung dieser Anlagen bei rund 17.000 MWh/a. Die Erzeugungspotenziale in diesem Bereich sind auf Rottenburger Gemarkung weitgehend erschlossen. Eine maßgebliche Steigerung der Erzeugung würde im Wesentlichen weitere flussbauliche Maßnahmen und Gewässereingriffe erfordern. Einer solchen Nutzungserweiterung stehen im heutigen Ausbauzustand der Fließgewässer zumeist andere Belange entgegen (Naturschutz, Artenschutz, Gewässerschutz, Fischereis, Naherholung, Hochwasserschutz).

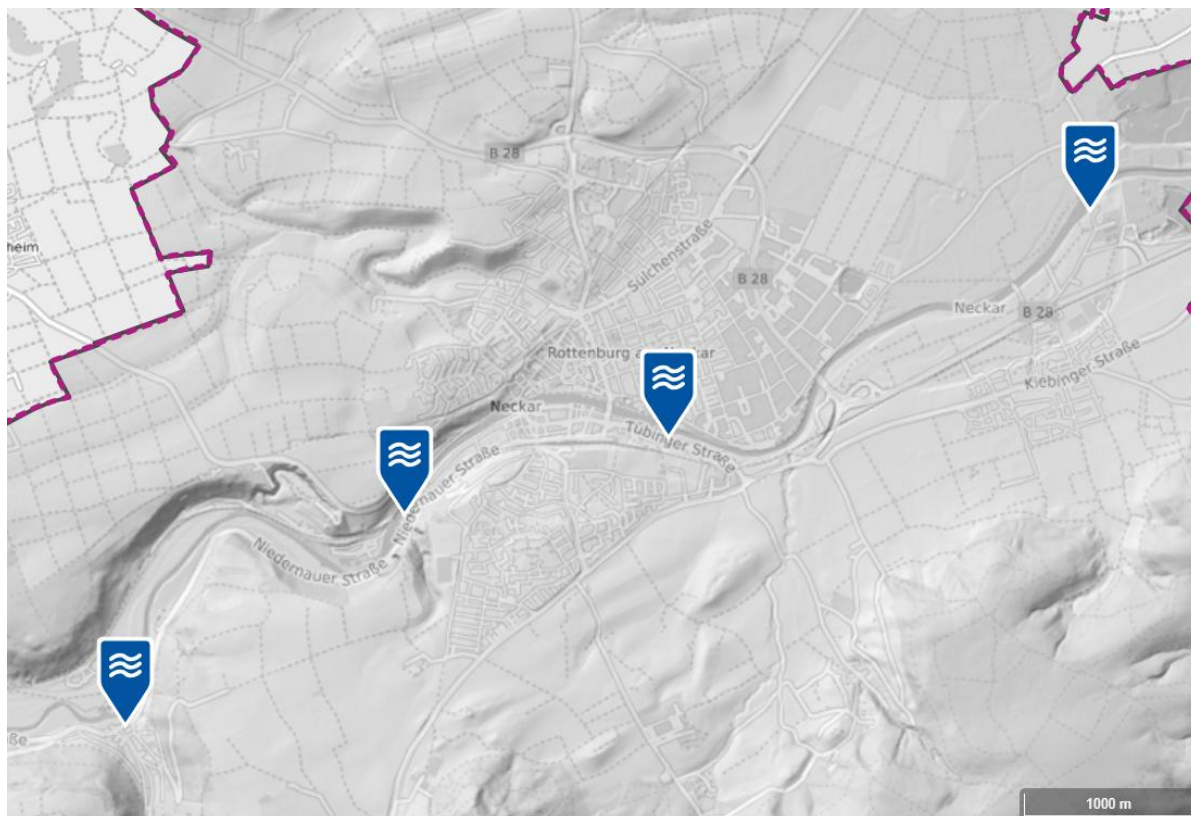


Abb. 67: Lage bestehende Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung in Rottenburg am Neckar

4. Beteiligungsprozess

Im laufenden Prozess wurden der örtliche Energieversorger (Stadtwerke Rottenburg am Neckar GmbH), der örtliche Netzbetreiber (Energieversorgung Rottenburg am Neckar GmbH) sowie verschiedene Bereiche der Stadtverwaltung in mehrfachen Gesprächen und Besprechungen eingebunden und an der fortlaufenden Ergebnisentwicklung beteiligt. Es wurden örtliche Anlagen unter Austausch mit den Anlagenbetreibern besichtigt (Heizzentralen der Stadtwerke, Kläranlage Kiebingen). Zudem fanden Besprechungstermine mit örtlichen Akteuren (Nahwärmeinitiative, Projektteam Modernisierung JVA von Vermögen und Bau Baden-Württemberg) statt. Die größeren, örtlich ansässigen Gewerbebetriebe wurden mit Fragebögen zur ihrer energetischen Bestandssituation und Abwärmepotenzialen angeschrieben. Es wurden bereits Zwischenergebnisse öffentlich im Ausschuss für Bauen und Nachhaltigkeit des Gemeinderats vorgestellt. Ende 2023 ist hier eine erneute Vorstellung der Abschlussergebnisse vorgesehen. Anschließend wird der vorliegende Bericht für 4 Wochen zur Bürgerschaftsbeteiligung veröffentlicht. Innerhalb des Veröffentlichungszeitraums können Stellungnahmen per E-Mail oder Postzuschrift abgegeben oder Fragen gestellt werden. Im Anschluss ist im 1. Quartal 2024 eine öffentliche Infoveranstaltung mit Raum für Diskussion und Fragen vorgesehen. Ort und Termin der Infoveranstaltung werden über die Stadt Rottenburg im Vorfeld bekanntgegeben. Im letzten Schritt wird der Abschlussbericht unter Beilage einer Zusammenfassung der Rückmeldungen dem Gemeinderat zur Beschlussfassung vorgelegt. Nach Abschluss der Wärmeplanung ist eine Veröffentlichung des Berichts auf den Internetseiten der Stadt vorgesehen.

Mit Abschluss der Wärmeplanung werden die Kennzahlen der Wärmeplanung an das Regierungspräsidium gemeldet.

5. Zielszenario

5.1 Flächenhafte Darstellung der geplanten Versorgungsstruktur

Die Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung kann sowohl dezentral mit Einzelheizungen als auch über Wärmenetze erfolgen.

Wesentliches Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Klassifizierung von Teilbereichen des Stadtgebietes, in denen sich aufgrund der gegebenen Randbedingungen Nah- oder Fernwärmenetze realisieren ließen. Grundlage der Bewertung sind insbesondere die Wärmebedarfsdichte und strategische Überlegungen zum Zusammenschluss von Inselnetzen sowie die Einbindung der ermittelten Wärmeerzeugungspotenziale in das Netz.

Wichtige Indikatoren für die Ableitung geeigneter Gebiete für die Wärmeversorgung sind die Siedlungsstruktur, Wärmenetze im Bestand sowie die Wärmedichte auf Baublock- und Straßenabschnittsebene.

Gleichzeitig ergeben sich Bereiche, in denen - aus heutiger Sicht - der Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgungsinfrastruktur im Aufwand/Nutzen-Verhältnis bzw. aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich oder nachrangig erscheint. Diese Bereiche werden als „Einzelheizungsgebiete“ ausgewiesen, in denen die Gebäude auch in Zukunft über eigene, mit regenerativen Quellen betriebene Einzelheizungen versorgt werden müssen. Hierzu zählen insbesondere Neubaugebiete und andere Bereiche mit geringerer Wärmedichte. Auch Außenbereiche mit in sich zwar hoher Wärmedichte aber ohne eigenes Erzeugungspotenzial, die nur mit einer langen Zuleitung mit Fernwärme versorgt werden könnten, sind ggf. als „Einzelheizungsgebiet“ zu klassifizieren.

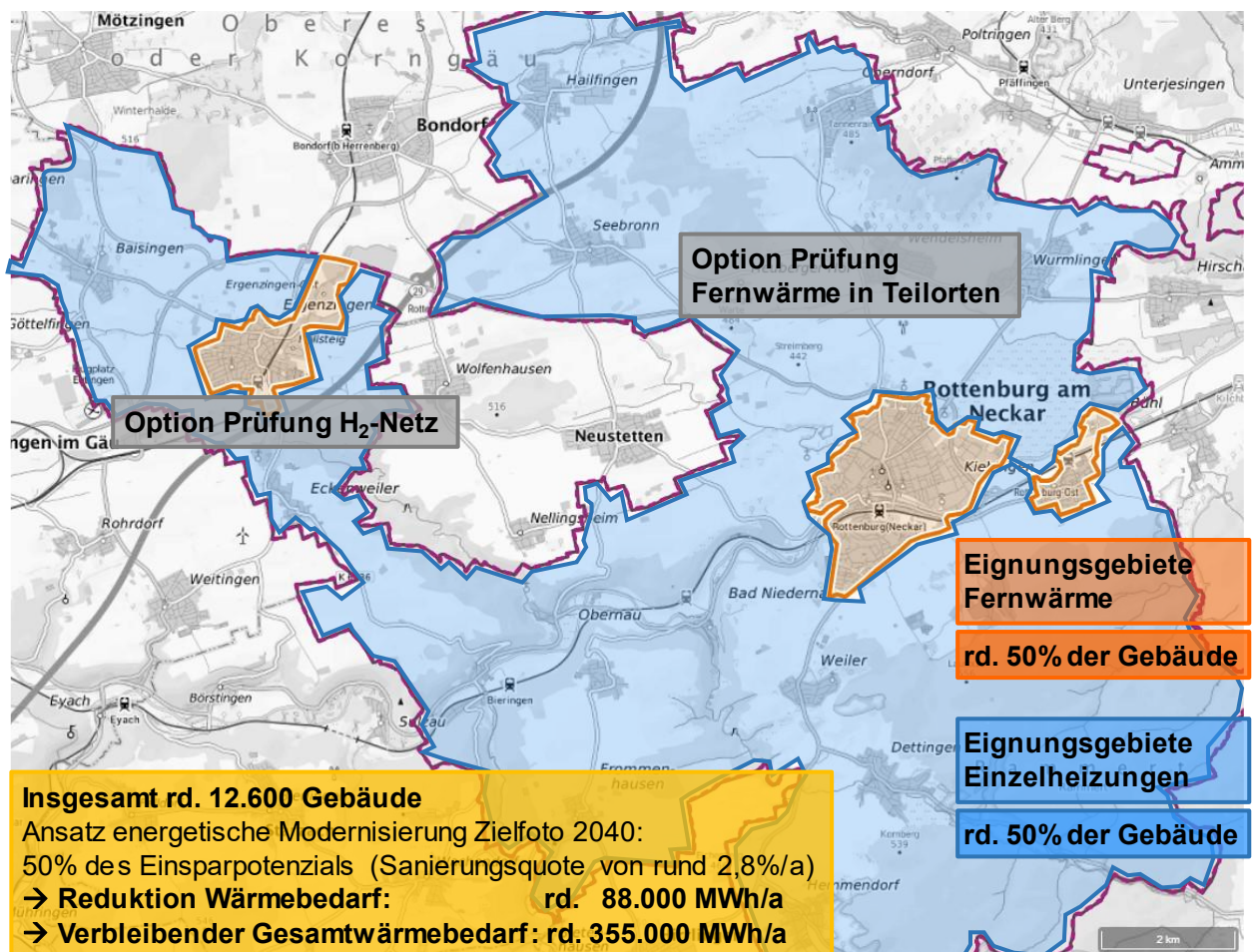


Abb. 68: Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen

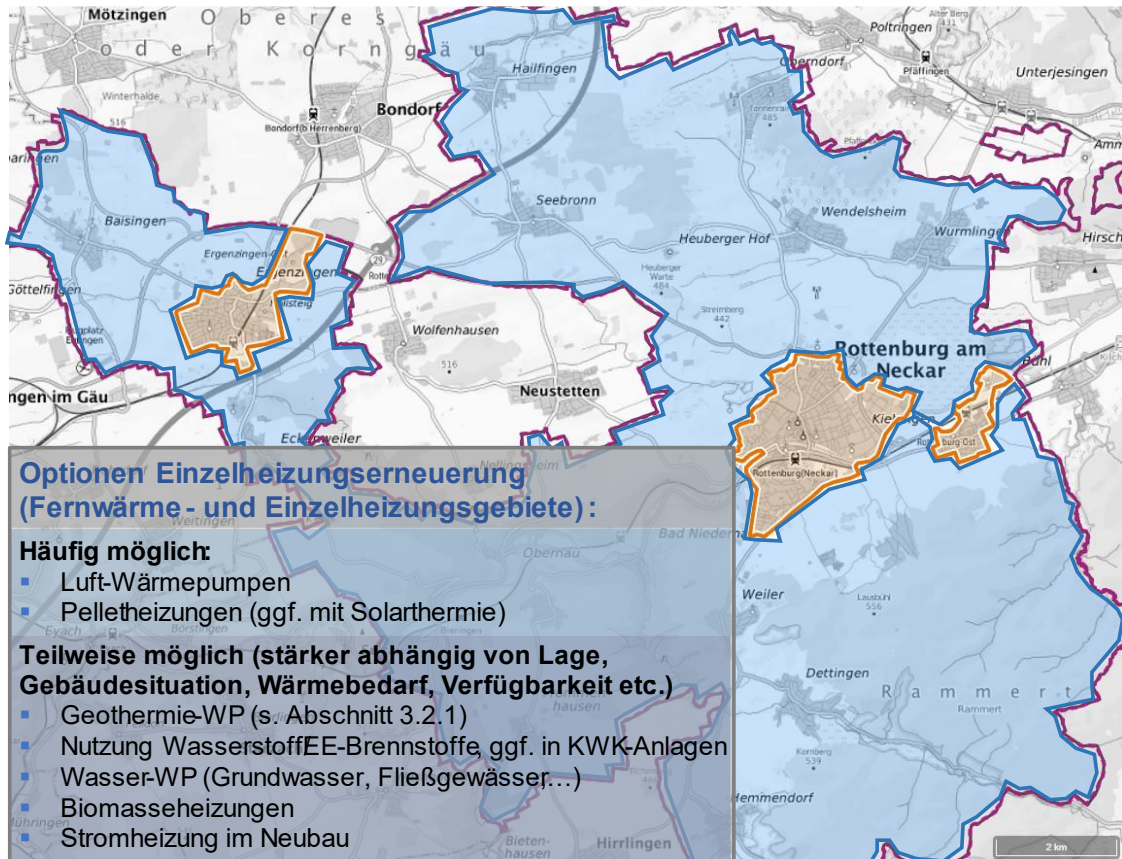


Abb. 69: Erzeugungsoptionen Heizungstausch in Einzelheizungs- und Fernwärmeeignungsgebieten

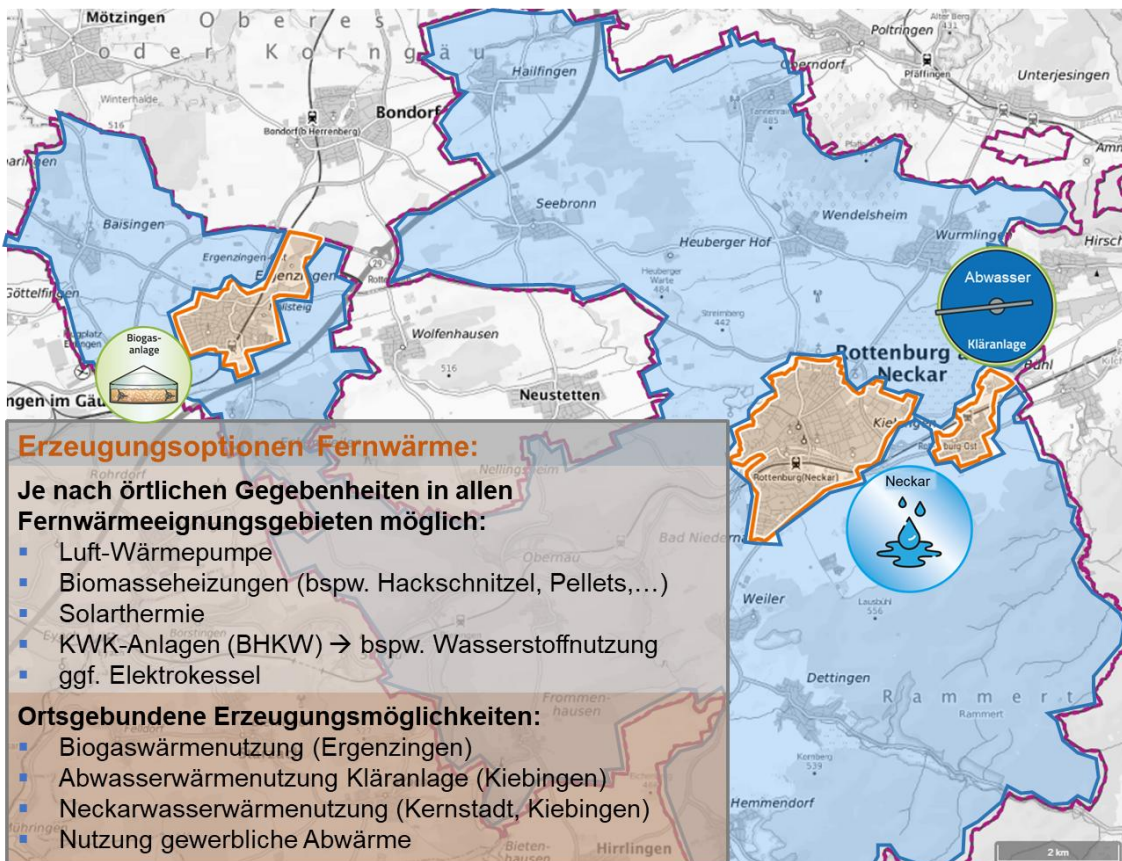


Abb. 70: Erzeugungsoptionen Fernwärme

Grundsätzlich soll diese Einteilung jedoch weder ein homogenes Vorgehen innerhalb der Eignungsgebiete vorgeben, noch handelt es sich um endgültig festgelegte Rahmenbedingungen und Begrenzungen. Abhängig von technischen, wirtschaftlichen, kapazitiven und sozialen Aspekten ist hier im weiteren Prozess mit möglichen Änderungen und Konkretisierungen zu rechnen. Auch in Fernwärme-Eignungsgebieten können weiterhin nach eigenem Ermessen gebäudebezogenen Erzeugungsanlagen durch neue Anlagen ersetzt werden. Gleichmaßen können auch in Einzelheizungsgebieten Wärmnetzlösungen zur Umsetzung kommen, wenn es Akteure gibt, die eine Umsetzung technisch, wirtschaftlich und betrieblich tragen.

5.1.1 Eignungsgebiete Wärmenetze

Der Ausbau von Wärmenetzen wird in der Zukunft eine deutlich größere Rolle spielen als in den vergangenen Jahrzehnten. Wärmenetze haben eine Lebensdauer von rund 50 Jahren und können unabhängig von der Art der Erzeugungseinheit Wärme bereitstellen. Die eingesetzten Erzeugungseinheiten können vorwiegend mit erneuerbaren Energien betrieben werden, sodass einige wenige Heizzentralen viele Verbraucher versorgen und direkt mit umweltfreundlicher Wärme versorgen können. Zudem können in Wärmenetzen erneuerbare Erzeugungspotenziale genutzt werden, die in dezentralen Einzelheizungen nicht anwendbar sind (beispielsweise Abwasserwärme, Flusswasserwärme, Biomasse schlechterer Qualitäten u.a.m.)

Gleichzeitig bieten die Heizzentralen die Möglichkeit zum Einsatz von stromerzeugenden Gasmotoren (BHKW), deren Abwärme in den Wärmenetzen genutzt werden kann. Werden Biomethan, Biogas oder in Zukunft synthetische Kraftstoffe für den BHKW-Betrieb genutzt, verbessert sich deren CO₂-Bilanz sogar, da der dezentral erzeugte Strom bedarfsgerecht produziert und somit Kohlestrom verdrängen bzw. ersetzen kann. Weiterhin können BHKW ad hoc dem Stromnetz zu- und weggeschaltet werden und dadurch Schwankungen im Stromnetz reduzieren.

Fernwärmesysteme bieten zudem die Möglichkeit, auf technische Neuerungen und Veränderungen an den Energiemärkten an zentraler Stelle durch Zu- oder Umbauten in den Heizzentralen reagieren zu können, ohne in jedem Gebäude einzeln die Wärmeherzeugung erneuern zu müssen. Darüber hinaus können in Heizzentrale mehrere Erzeugungsarten effizient miteinander kombiniert und betrieben werden. Mehrere Standbeine der Erzeugung können dabei durch flexible Einsatzmöglichkeiten auch zur Absicherung des Preisniveaus bei Marktveränderungen beitragen. Für Kunden und Kundinnen bietet die Fernwärme den Komfort, sich weder um gesetzliche Anforderungen an die Wärmeherzeugung noch um eine eigene Heizungsanlage kümmern zu müssen. Auch entfällt der Kostenaufwand zukünftiger, eigener Heizungserneuerungen und es können, bislang durch Öllager, Kesselanlage o. ä. belegte Räumlichkeiten anderweitig genutzt werden.

Inwiefern sich Wärmenetze in den Eignungsgebieten tatsächlich wirtschaftlich realisieren lassen, muss in einer der Wärmeplanung nachgelagerten Untersuchung durch eine Projektentwicklung oder einen Wärmenetzbetreiber geprüft werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung konnten die Stadtgebiete mit höheren durchschnittlichen Wärmedichten identifiziert werden. Bei diesen Gebieten handelt es sich vornehmlich um Gebiete dichter bebaut mit Gebäuden mehrheitlich älteren Baujahrs sowie überdurchschnittlicher Größe. Gebiete mit hohen Wärmedichten weisen günstigere wirtschaftliche Bedingungen für Wärmenetze auf, da hier größere Wärmemengen je Trassenabschnitt transportiert und abgegeben werden und die Infrastruktur damit mit guter Auslastung genutzt werden kann. Letztendlich ist dabei jedoch auch entscheidend, wie viele der Gebäude entlang der Trassen angeschlossen werden, wie aufwändig die Verlegung ist, wo Standorte für Heizzentralen möglich sind und welche Erzeugungspotenziale genutzt werden können.

Die dargestellten Eignungsgebiete (s. Abb. 68) zeigen Gebiete mit geeigneten Wärmedichten und möglichen Potenzialen zur Wärmeherzeugung. In diesen Gebieten bietet es sich an, vorrangig Untersuchungen zur Fernwärmeversorgung auf den Weg zu bringen. Die dargestellten Gebiete kennzeichnen sich nicht nur durch die Eignung für Fernwärmesysteme, sondern weisen auch

einen hohen Anteil an Gebäuden auf, bei denen erneuerbare Wärmeerzeuger nur eingeschränkt oder mit erhöhtem Aufwand eingebaut werden können (Aufstellplatz für Luft-Wärmepumpen oder Platzbedarf für Pelletheizung etc.).

Im Bereich der Fernwärmeeignung werden zudem auch immer ganze Gebietszusammenhänge erfasst. Für eine langfristige sowie wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Perspektive bietet es sich an, den Aufbau eines Wärmenetzes in Gebieten mit weiterem Ausbaupotenzial und einer gewissen Mindestgröße zu beginnen. Die Weiterentwicklung von bestehenden Netzen mit bereits vorhandener Wärmeerzeugung stellt sich zumeist einfacher dar als der Neuaufbau einer Wärmeversorgung. Zudem kann die Wärme in Heizzentralen mit größeren Erzeugungsmengen häufig kostengünstiger erfolgen (Skalierungseffekte). So finden sich auch innerhalb von Fernwärmeeignungsgebieten beispielsweise Straßenzüge mit Einfamilienhaus- oder Reihenhausbauung geringer Wärmedichte, die bei entsprechendem Anschlussinteresse aufgrund Ihrer Lage ohne größeren Aufwand mit erschlossen werden können.

Trotz allem kann es sich aus der Vielzahl an Einflussfaktoren auch ergeben, dass außerhalb dieser Gebiete eine Wärmeversorgung sinnvoll umsetzbar wird oder Planungen innerhalb dieser Gebiete nicht zum Tragen kommen. So sind bereits in der Vergangenheit vielfach Nahwärmeversorgungen in kleineren Ortschaften umgesetzt worden. Oft führten hierbei, trotz geringerer Wärmedichten, positive Faktoren wie eine hohe Anschlussquote, eine engagierte Bürgerschaft oder engagierte andere Akteure, günstig nutzbare Wärmepotenziale oder die Verfügbarkeit von Platz zur Wärmeerzeugung zu einer erfolgreichen Umsetzung. Gerade in den kleineren Teilorten Rottenburgs zeigt sich, dass überwiegend Heizöl zur Wärmeerzeugung eingesetzt wird. Da in diesen Ortschaften zudem kein Erdgasnetz ausgebaut wurde, welches in anderen Bereichen beim Netzausbau Heizungserneuerungen begünstigt hat, finden sich hier oftmals Heizungsanlagen älteren Baujahrs. Diese Faktoren können zu einem erhöhten Bedarf bei der Heizungserneuerung und damit zu einem erhöhten Anschlussinteresse an Wärmenetze beitragen. Dies ergibt gegebenenfalls günstige Voraussetzungen für die Errichtung eines Wärmenetzes im Ort.

Auch unter Berücksichtigung eines sinkenden Wärmeverbrauchs der Gebäude durch energetische Modernisierungen ist in geeigneten Gebieten eine durchschnittliche Nutzwärmeabgabe (inklusive der Hausanschlussleitungen) von rund 800 - 1.500 kWh je Trassenmeter Wärmenetz erreichbar und oftmals Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb. Das Zielfoto 2040 umfasst eine Nutzwärmeabgabe 2040 von rund 124.000 MWh/a über die Fernwärmenetze (s. Abschnitt 5.4.1). Unter Annahme einer Umsetzung von Wärmenetzen in Bereichen mit einer durchschnittlichen Nutzwärmeabgabe von rund 1.000 kWh je Trassenmeter Wärmenetz müsste dafür bis 2040 in Rottenburg am Neckar eine Gesamtwärmenetzlänge (inklusive der Hausanschlussleitungen) von rund 120 km aufgebaut werden.

Wichtige Bausteine in zukünftigen Wärmenetzen und auf dem Weg zur Realisierung stellen unter anderem folgende Punkte dar:

- Standorte/Flächen für Erzeugungsanlagen
- Erzeugungspotenziale (s. Abschnitt 3.2)
- Große Wärmespeicher
- Wärmedichten durch Kunden und „Ankerkunden“ am Netz
- Akquise, Anschlussinteresse, konkurrenzfähige Wärmepreise
- Wirtschaftlichkeit
- Verfügbare Kapazitäten für engagierten Ausbau von Netz und Erzeugung
- Optimierung des Betriebs von Netz und Erzeugung

5.1.2 Eignungsgebiete Wasserstoffnetze

Ausgehend von den, in den Abschnitten 2.3.2 und 3.2.9 dargestellten, Umständen sind im vorliegenden Bericht keine expliziten Eignungsgebiete für Wasserstoffnetze ausgewiesen. Bei Absehbarkeit ausreichender Verfügbarkeit des Energieträgers sowie einem Anschluss an die entsprechende überregionale Wasserstoff-Infrastruktur besteht insbesondere seitens der Stadt und Netzbetreiber die Möglichkeit, diese Erkenntnisse in folgende Überarbeitungen der Wärmeplanung mit einfließen zu lassen und die vorliegende Strategie anzupassen. Nach bisherigem Gesetzesstand des KlimaG BW ist eine Fortschreibung der Wärmeplanung auf Ende 2030 vorgesehen. In diesem Zusammenhang könnten entsprechende Gebiete, in welchen zukünftig eine Umstellung des Energieträgers erfolgen soll, benannt und anschließend auch rechtsverbindlich ausgewiesen werden. Da alle bisher ans Netz angeschlossenen Gebäude zum Zeitpunkt der Umstellung eines Netzabschnitts mit entsprechenden Anlagen ausgerüstet sein sollten, um ihre Heizung dann mit Wasserstoff betreiben zu können, empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine frühzeitige Kommunikation des Vorhabens.

5.1.3 Eignungsgebiete Einzelheizungen

In Gebieten, die sich nicht oder nachrangig für Fernwärmesysteme eignen, muss die Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeherzeugung dezentral erfolgen. Hierbei können, je nach Gegebenheiten und persönlichen Wünschen, verschiedene Erzeugungsarten zum Einsatz kommen. Da erneuerbar erzeugter Strom ein großes Ausbaupotenzial aufweist und Umweltwärme weitgehend unbegrenzt verfügbar ist, richtet sich der Fokus insbesondere auf den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen. Je nach örtlichen Gegebenheiten können dabei verschiedene Wärmequellen genutzt werden (s. Abschnitt 3.2.6). Jedoch können Wärmepumpen nicht in allen Gebäuden eingesetzt werden. Gründe hierfür können technische Gegebenheiten und Anforderungen, der Zugriff auf eine Wärmequelle, die Verfügbarkeit eines Aufstellplatzes o. ä. sein. In diesen Bereichen kann beispielsweise Biomasse (Holzpellets, Hackschnitzel, Scheitholz) zum Einsatz kommen. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Biomasse wird im Zielfoto von einem Anteil von rund 15 % Biomasse bei den Einzelheizungen ausgegangen (s. Abschnitt 5.4.2). Bei größeren Liegenschaften oder im Gewerbebereich kann bei zukünftiger Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger wie Wasserstoff auch auf diese zurückgegriffen werden. Dies ist im Zielfoto mit einem Anteil von rund 10 % berücksichtigt. Im Sinne eines effizienten Umgangs mit diesen Energieträgern empfiehlt sich die Nutzung nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (s. Abschnitt 3.2.4).

5.2 Umsetzungsfahrplan / Zielsetzung

Neben der Errichtung neuer Energiezentralen auf Basis erneuerbarer Energien ist aus den Eignungsgebieten für Fernwärme ein ambitionierter Fahrplan zur Realisierung der notwendigen Infrastrukturmaßnahmen abzuleiten.

Zielsetzung des KlimaG BW ist eine Realisierung bis zum Jahr 2040 bzw. eine, auf regenerativen Energieträgern beruhende, Wärmeversorgung der Gebäude bis zum Jahr 2040. Mit vorhandenen Wärmenetzen, Gebäudemodernisierungen, Heizungserneuerungen und Vorbereitungen zur Errichtung von Windkraftanlagen hat sich die Stadt Rottenburg am Neckar bereits auf den Weg zur Umsetzung gemacht.

Für den Bereich der Fernwärme-Eignungsgebiete ist der Ausbau des Wärmenetzes eng mit der Erschließung von Wärmepotenzialen bzw. der Errichtung von Heizzentralen und Wärmespeichern abzustimmen. Zukünftige Zusammenschlüsse bestehender Netzabschnitte können eine Flexibilisierung der Erzeugerlaufzeiten mit sich bringen und somit bereits einen Beitrag zur fortlaufenden Transformation der Wärmeherzeugung leisten. Ausgehend von Bestandsnetzen

oder größeren Wärmeverbrauchern kann die Fernwärme-Infrastruktur verhältnismäßig zügig ausgebaut werden.

Bezogen auf die ermittelten Potenziale erneuerbarer Wärmequellen sollten die Potenziale von Biomasse, bestehenden Biogasanlagen, Solaranlagen, Flusswasserwärmenutzung, Abwasserwärmenutzung und weiteren Wärmepumpenanwendungen sowie der Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung entsprechend zeitnah angegangen und die räumlich dazu verortete Infrastruktur zum Wärmetransport und der Anbindung von Endverbrauchern prioritär behandelt werden.

Im weiteren Verlauf sollten zeitliche Abfolgen und Standortmöglichkeiten für die Energieerzeugung und -speicherung erarbeitet, abgestimmt und konkretisiert werden.

5.3 Zwischenzielszenario 2030 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung

Ausgehend vom Zielszenario 2040, welches aufzeigt, was für ein Erreichen der Ziele des KlimaG BW zur Umsetzung zu bringen ist, wird zudem ein Zwischenzielszenario 2030 (s. auch Abb. 83, Abschnitt 5.6) dargestellt. Dieses geht von einem gleichmäßigen Fortschreiten der Umsetzungen in den Bereichen Gebäudemodernisierung, Heizungstausch und Fernwärmeausbau bis 2040 aus und stellt einen interpolierten Zwischenschritt für das Jahr 2030 dar.

Der Gesamtendenergiebedarf beläuft sich hierbei auf rund 364.000 MWh/a, der Gesamtwärmeverbrauch auf rund 407.000 MWh/a. Der angegebene Wert zum Endenergieverbrauch beinhaltet bei Wärmepumpenanwendungen nur den eingesetzten Strom als Endenergie (keine Berücksichtigung des Umweltwärmeanteils). Die folgenden Grafiken geben die Verteilung des Endenergieeinsatzes nach Sektoren sowie nach Energieträgern wieder (Abb. 71 und Abb. 72).

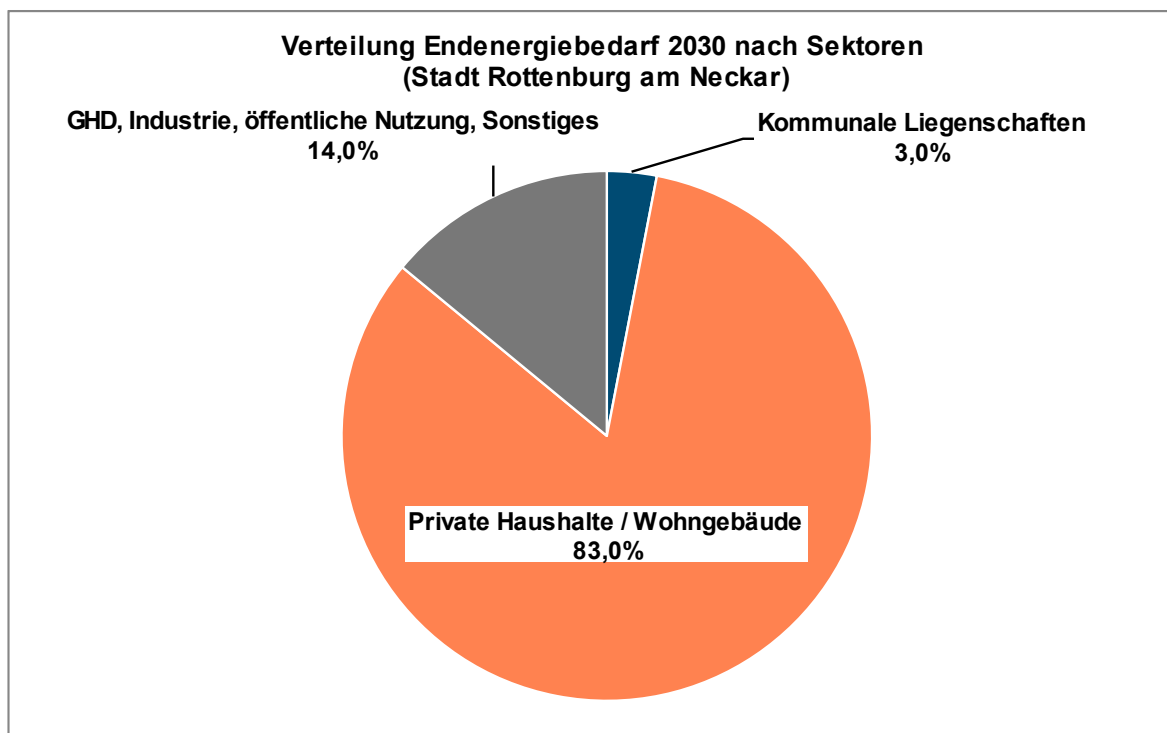


Abb. 71: Endenergiebedarf Wärmeerzeugung Zwischenzielszenario 2030 nach Sektoren (Endenergie Wärmepumpen ohne Umweltwärmeanteil)

Der prozentuale Anteil der eingesetzten Energieträger zur Gebäudebeheizung, bezogen auf den Gesamtendenergiebedarf zur Wärmeerzeugung in Rottenburg am Neckar, ist im nachfolgenden Schaubild dargestellt.

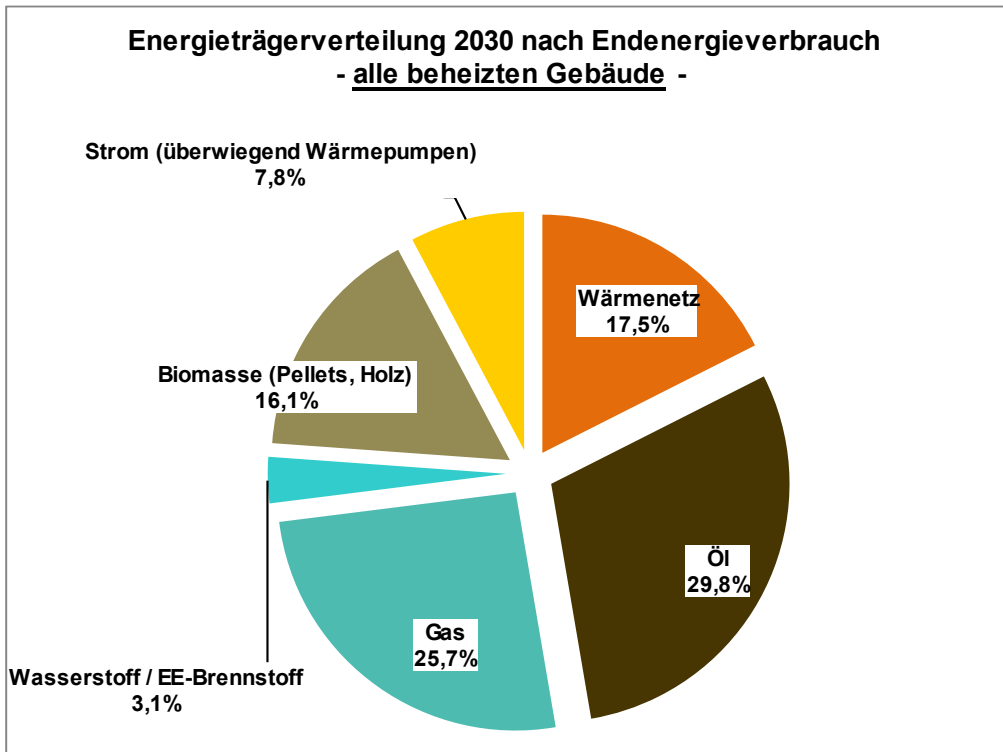


Abb. 72: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern im Zwischenzielszenario 2030 (Endenergie Wärmepumpen ohne Umweltwärmeanteil)

Für das Zwischenzielszenario 2030 belaufen sich die Gesamt CO₂-Emissionen der Wärmeerzeugung auf rund 72.000 t_{CO2äqu}/a.

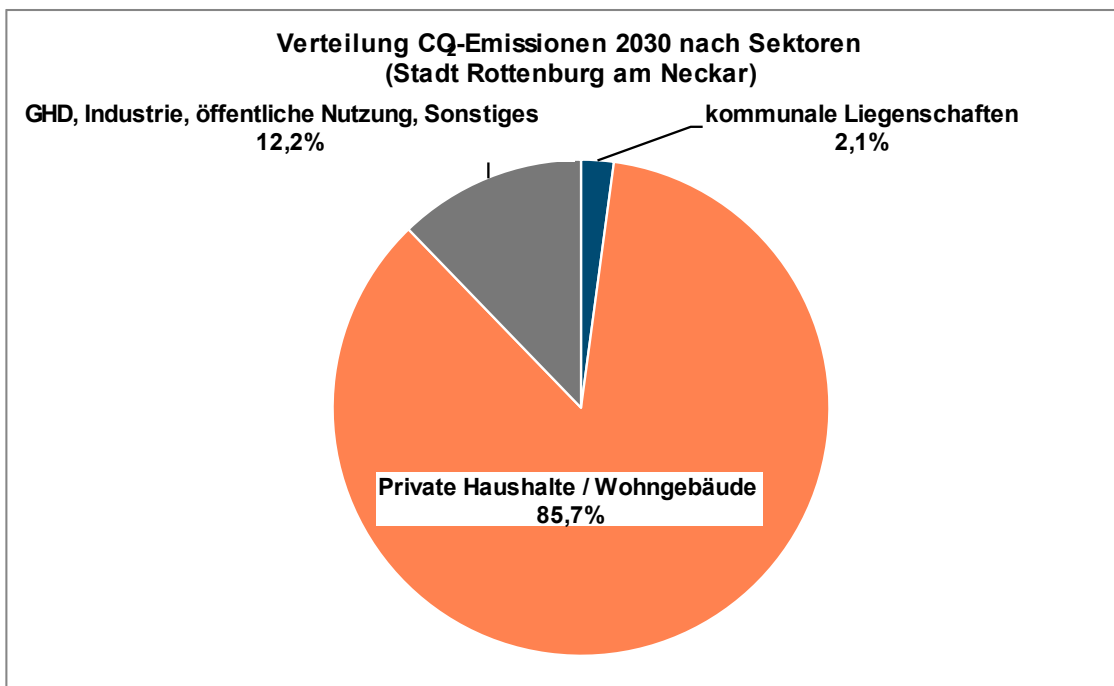


Abb. 73: CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung nach Sektoren (Zwischenzielszenario 2030)

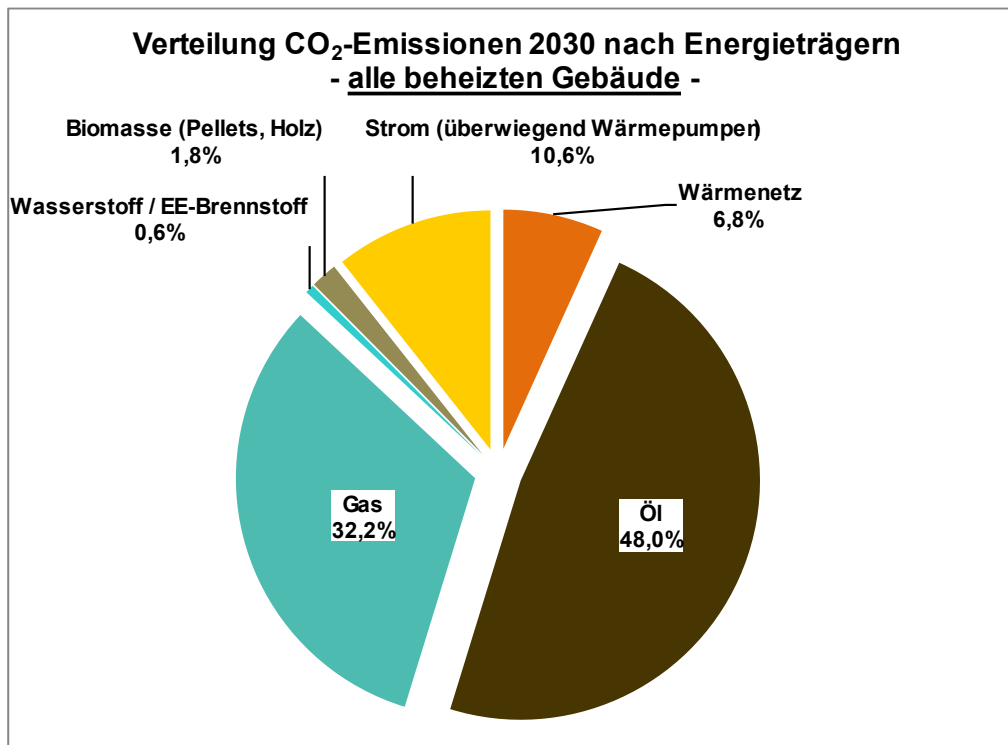


Abb. 74: Prozentuale Verteilung der CO₂-Emissionen zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern (Zwischenzielszenario 2030)

5.4 Szenario 2040 mögliche zukünftige Wärmeerzeugung

Die Umstellung der Wärmeerzeugung wie auch die Reduktion des Wärmeverbrauchs umfassen eine riesige Aufgabe, insbesondere unter Berücksichtigung des aktuellen Energieträgermixes und des kurzen Zeitfensters bis 2040. Jedoch zeigt sich in der Potenzialanalyse auch, dass eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung in Rottenburg am Neckar vorliegt, die zusammen im Mix zur Zielsetzung einer treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung 2040 beitragen können. Die Potenziale und Werkzeuge zur Umsetzung dieser Aufgabe sind vorhanden und es konnten, insbesondere für die nächsten Jahre, Handlungsfelder mit direkten Handlungsoptionen identifiziert werden (s. Maßnahmenkatalog Abschnitt 6.2). Themenfelder mit weiterem zeitlichem Ausblick (Beispiel Wasserstoffversorgung) können entsprechend nach den vorrangigen Handlungsfeldern auch in der vorgesehenen Fortschreibung der Wärmeplanung auf 2030 mit zukünftigen Erkenntnissen nachgeschärft werden.



Abb. 75: Übersicht Potenzialmix zur treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung 2040

5.4.1 Wärmeerzeugung Fernwärme

Die Eignungsgebiete mit kompakter und zusammenhängender Bebauung weisen überwiegend gute Voraussetzungen für den Einsatz von Fernwärmenetzen auf. In vielen Gebäuden ist zudem mit eingeschränkten Möglichkeiten bei Umstellung der eigenen Heizung auf erneuerbare Wärmeerzeugung zu rechnen (Platz für Geothermiebohrungen, Aufstellung Luft-Wärmepumpen, Platzverfügbarkeit im Gebäude für Pelletlager o. ä.). In den in Abschnitt 5.1 dargestellten Fernwärmeeignungsgebieten wird davon ausgegangen, dass bis 2040 rund 70 % der Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Innerhalb der Gebiete kann es dabei sein, dass in manchen Bereichen oder Straßenzügen deutlich höhere Anschlussquoten erreicht werden, während andere Gebiete geringere Beteiligungswerte aufweisen oder bei zu geringem Interesse in Teilgebieten keine Wärmeleitung gelegt werden können. Wird ein energetisch zu 50 % modernisierter Gebäudebestand bis 2040 erreicht, entfällt auf die angeschlossenen

Gebäude ein Gesamtwärmebedarf von rund 124.000 MWh/a bei insgesamt rund 3.700 Gebäudeanschlüssen. Dies entspricht bis 2040 mehr als 200 neuen Anschlüssen pro Jahr. Zur Versorgung all dieser Gebäude bedarf es in 2040 einer Wärmeerzeugung in den Heizzentralen von rund 143.000 MWh/a. Entsprechend der in Abschnitt 3.2 ermittelten Erzeugungspotenziale könnte sich diese wie folgt zusammensetzen:

Erzeugungsverteilung Fernwärme Zielfoto 2040

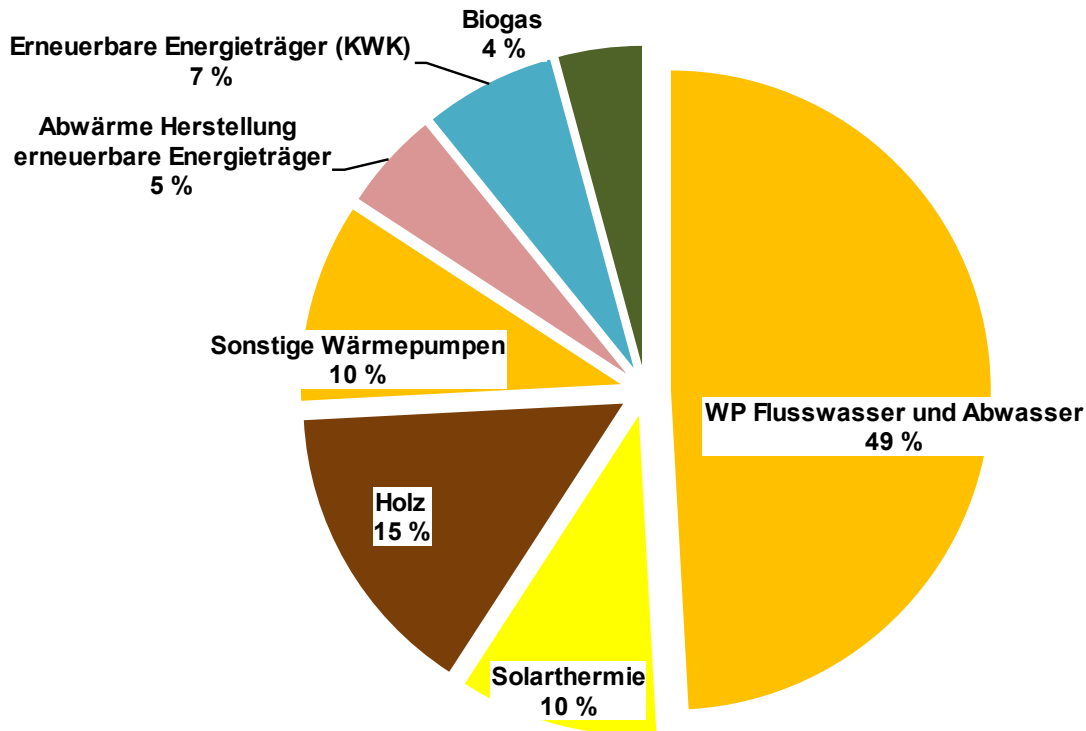


Abb. 76: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Fernwärme 2040

5.4.2 Modernisierung Einzelheizungen

Auch in den Einzelheizungsgebieten (s. Abschnitt 5.1) müssen zur Erreichung der Ziele des KlimaG BW die Heizungen auf klimaneutrale Wärmeerzeuger umgestellt werden. Gleiches trifft bei Bedarf auch auf die Wärmeerzeugungsanlagen innerhalb der Fernwärmeeignungsgebiete zu, solange ein Fernwärmeanschluss dort noch nicht verfügbar ist oder ein Anschluss nicht gewünscht oder vorgeschrieben ist. Hierbei kommen nach heutigem Stand überwiegend Wärmepumpenlösungen oder Biomasseheizungen zum Einsatz. Wärmepumpen können unter Stromeinsatz der Umwelt Wärme entziehen und diese auf dem benötigten Temperaturniveau zur Nutzung im Gebäude bereitstellen. Als Umweltwärmequellen kommen in der Objektversorgung überwiegend Außenluft, aber auch Erdreich (Geothermie - s. Abschnitt 3.2.1), Grundwasserbrunnen, Solarabsorber oder andere Lösungen zum Einsatz.

Für das Zielszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeerzeugung bis 2040 wurde davon ausgegangen, dass in den Einzelheizungsgebieten alle Heizungen und in den Fernwärmeeignungsgebieten 30 % der Heizungsanlagen objektbezogen erneuert werden. Auf das Gesamtgebiet der Stadt Rottenburg am Neckar bezogen, entfallen damit rund 65 % der Wärmebereitstellung 2040 auf objektbezogene Einzelheizungen. Da die Situation und Machbarkeit sich bei allen Gebäuden unterschiedlich darstellt (Systemtemperaturen, Grundstückssituation, Platz im Gebäude und auf dem Grundstück) ist davon auszugehen, dass sich hier ein Energieträgermix einstellen wird. Den Berechnungen wird zugrunde gelegt, dass bei der Heizungserneuerung rund 75 % mit Wärmepumpen (z. B. Außenluft), rund 15 % durch

Biomasseanlagen (Holzpellets, Hackschnitzel etc.) abgedeckt werden. Insbesondere bei größeren Gebäuden, Spezialanwendungen oder größeren Energieverbrauchern, beispielsweise aus dem Bereich „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie“, kann gegebenenfalls nicht auf Wärmepumpenanwendungen zurückgegriffen werden, sodass neben Biomasse auch andere erneuerbare Energieträger (beispielsweise Wasserstoff) mit insgesamt rund 10 % berücksichtigt wurden.

Erzeugungsverteilung Einzelheizungen Zielfoto 2040

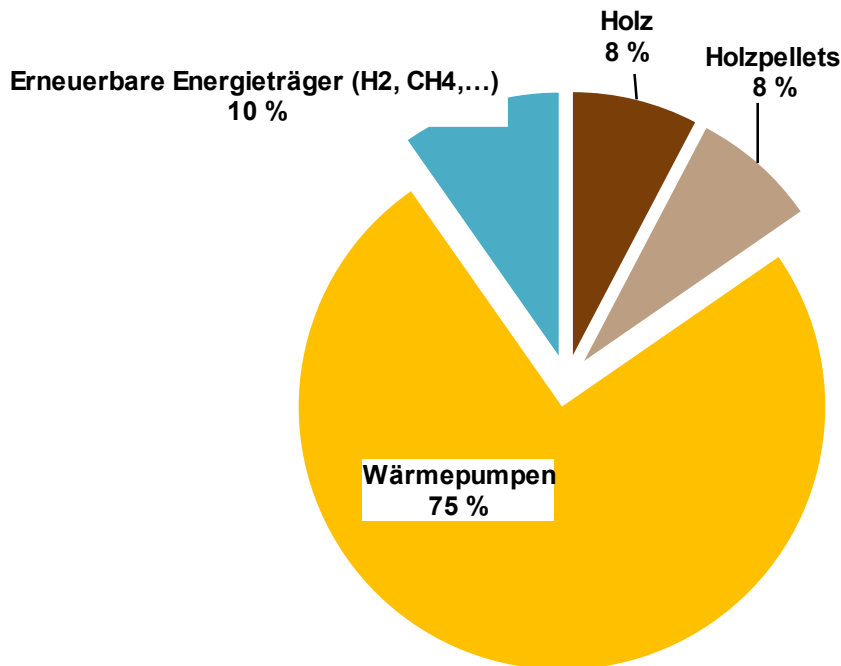


Abb. 77: mögliche Wärmeerzeugung Zielfoto Einzelheizungen 2040

5.5 Szenario zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs für 2040

Der heterogene Wohngebäudebestand wurde hauptsächlich im vergangenen Jahrhundert errichtet. Die einzelnen Gebäude sind Baualtersklassen zuzuordnen, die unterschiedlichen Typologien, bezogen auf die Architektur, die verwendeten Baustoffe und insbesondere hinsichtlich des baulichen Wärmeschutzes – also der dämmtechnischen Qualität der Gebäudehülle – entsprechen. Anhand der Baualtersklassen kann auch der zeitliche Ablauf der Aufsiedelung nachvollzogen werden.

Der überwiegende Teil der Wohngebäude wurde nachträglich bereits modernisiert, der Wärmebedarf der betreffenden Gebäude gegenüber dem ursprünglichen Zustand bereits reduziert. Die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen betreffen die Heizungstechnik, Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle (z. B. Fenstertausch, Dachmodernisierungen etc.) oder in einigen Fällen auch Vollmodernisierungen zu sogenannten Effizienzhäusern. Letztere entsprechen bereits aktuellen baulichen Standards, so dass eine weitere Reduktion des Wärmebedarfs dieser Gebäude in den kommenden Jahrzehnten nicht zu erwarten ist.

Der Klimaschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe, staatliche Zuschüsse, höhere Energiepreise, notwendige Instandhaltungsmaßnahmen und Aspekte des Werterhalts von Immobilien sind die Triebfedern für eine fortschreitende energetische Gebäudesanierung.

Für die Wohngebäude wurde der Wärmebedarf anhand der Gebäudegröße, der Anzahl an Wohneinheiten und spezifischen, aus der Baualtersklasse resultierenden Werten für das jeweilige Gebäude ermittelt. Bei den Nichtwohngebäuden konnte auf Verbrauchsdaten der Energieversorger (Erdgas-, Wärmenetze), auf Fragebogenangaben oder auf die städtischen Angaben zu stadteigenen Gebäuden zurückgegriffen werden.

Bereits umgesetzte, wärmebedarfsreduzierende Modernisierungsmaßnahmen sind nicht gebäudescharf bekannt. Eine durchschnittliche Modernisierungsquote wurde daher über den Gesamtbestand der jeweiligen Baualtersklasse angesetzt. Auf Baublockebene aggregiert, wird daraus der derzeitige Wärmebedarf abgeleitet und auf die jeweiligen Straßenabschnitte zur Ermittlung der resultierenden, sogenannten Wärmedichte übertragen (siehe Abb. 10 und Abb. 12).

Der überwiegende Anteil des Wärmebedarfs entfällt auf die, auch zahlenmäßig deutlich stärker vertretenen, Wohn- und Wohnmischgebäude. Die Einsparpotenziale dieses Gebäudesektors wurden in Abschnitt 3.1 eingehend beleuchtet.

Zu den übrigen Gebäuden, die nicht typischer Wohnnutzung entsprechen, zählen u. a. „Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen“, „Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie“, „Gebäude für öffentliche Zwecke“ und Gebäude aus dem „Hotel- und Gastgewerbe“. Auch wenn diese Gebäude teilweise wohnliche Nutzung aufweisen (beispielsweise „Hotelnutzung“), so überwiegt in der Summe klar die Nutzung zu anderen Zwecken. In diesem Gebäudebereich wird von geringeren möglichen Energieeinsparungen durch Modernisierungsmaßnahmen ausgegangen als im Bereich der klassischen Wohngebäude. Im Hotelgewerbe liegt dies beispielsweise an dem, gegenüber einem Wohngebäude durch die Belegungsdichte bedingten, wesentlich höheren Warmwasserbedarf. Pflegeeinrichtungen benötigen eine höhere Innenraumtemperatur und weisen ebenfalls einen erhöhten Warmwasserbedarf auf. In Gewerbebetrieben wird teilweise Prozesswärme benötigt. Für die Nichtwohngebäude wird daher von einem Gesamteinsparpotenzial von rund 20 % ausgegangen. Analog zu den Wohngebäuden wird dem Zielfoto 2040 zugrunde gelegt, dass 50 % der Gebäude diese Einsparungen erreichen. Folglich ergibt sich für 2040 ein Rückgang des derzeitigen Wärmebedarfs der Nichtwohngebäude um durchschnittlich 10 %.

Insgesamt wird für das Bezugsjahr der kommunalen Wärmeplanung (2040) davon ausgegangen, dass 50 % der bislang noch nicht nachträglich modernisierten Bestandsgebäude bzw. der bislang noch ungedämmten Bauteile nach heutigem energetischem Standard modernisiert werden. Das so erreichbare Einsparpotenzial liegt bei rund 20 % (Wärmebedarf aller Gebäudetypen – s. Abb. 83) gegenüber dem derzeitigen Stand. Der verbleibende Wärmebedarf für die Ermittlung der benötigten, regenerativen Erzeugungspotenziale wird darauf ausgelegt. Klar ist dabei allerdings, dass die derzeitige Modernisierungsquote von etwas mehr als 1 % pro Jahr noch deutlich gesteigert werden müsste, um dieses Ziel bereits 2040 erreichen zu können (s. Abb. 30). Das Gesamteinsparpotenzial bei ganzheitlich energetischer Modernisierung des kompletten Gebäudebestands beläuft sich auf rund 40 % gegenüber dem derzeitigen Stand (s. Abb. 83). Veränderungen des Wärmeverbrauchs aufgrund klimatischer Veränderungen oder aufgrund von Veränderungen im Gebäudebestand (beispielsweise Zubau von Gebäuden) sind in die vorliegenden Berechnungen nicht eingeflossen.

5.6 Zielfoto 2040

Aus den in den Abschnitten 0 und 5.5 skizzierten Ansätzen ergibt sich für Rottenburg am Neckar folgendes Zielfoto für eine mögliche Wärmeerzeugung 2040:

Energieträgerverteilung nach Wärmeverbrauch - alle beheizten Gebäude -

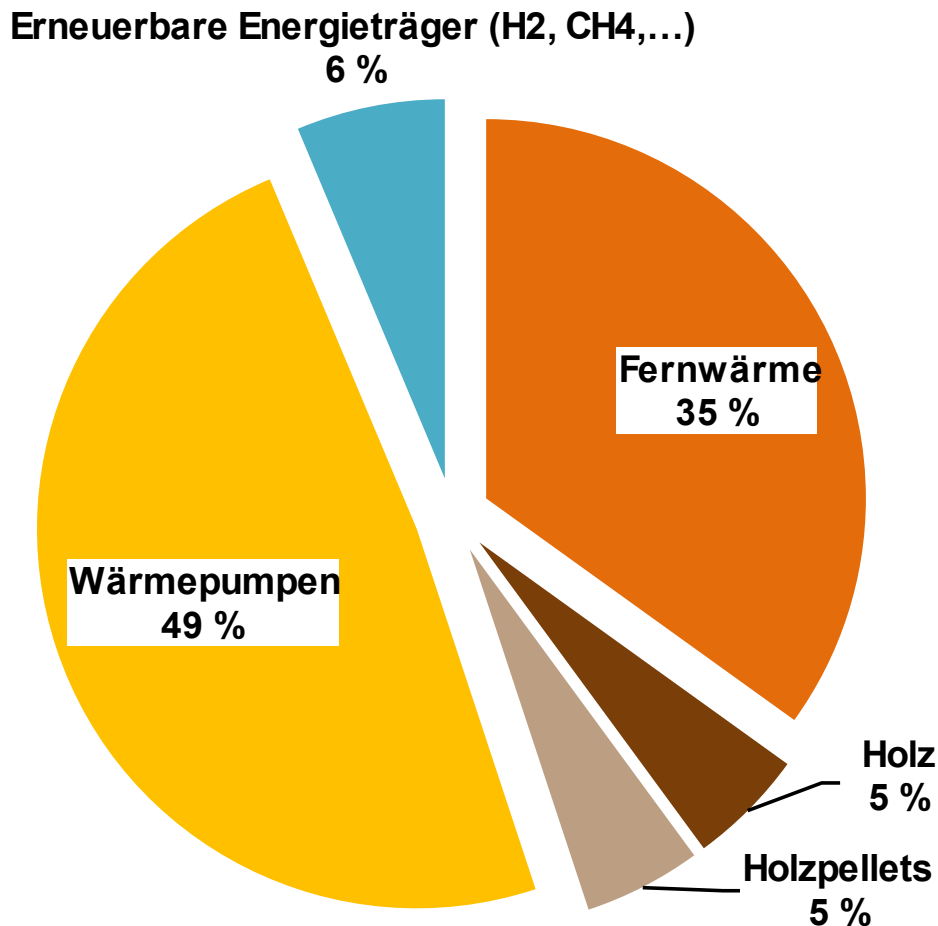


Abb. 78: mögliche Energieträgerverteilung Zielfoto 2040

Neben der Art der Erzeugung ist hierbei auch die Reduktion des Wärmeverbrauchs von insgesamt rund 443.000 MWh/a auf rund 355.000 MWh/a Wärme entsprechend Abschnitt 5.5 berücksichtigt (ganzheitliche energetische Gebäudemodernisierungen bei 50 % aller Gebäude). Eine ganzheitliche energetische Modernisierung aller Gebäude könnte den Wärmebedarf auf rund 267.000 MWh/a absenken. Mit der Umstellung der Wärmeerzeugung auf die in Abb. 78 und Abb. 76 dargestellte, emissionsärmere Energieträgerverteilung ohne fossile Brennstoffe, sinken die CO₂-Emissionen noch deutlicher von ausgangs rund 123.000 t CO_{2äqu}/a auf rund 16.000 t CO_{2äqu}/a. Beide Entwicklungen sind in Abb. 83 dargestellt. Die CO₂-Emissionen wurden mit den CO₂-Emissionswerten des Technikkatalogs der KEA BW berechnet.

Reduktion Wärmeverbrauch:	rd. 20 % (bezogen auf heutigen Wärmeverbrauch)
Reduktion CO₂-Emissionen:	rd. 87 % (bezogen auf heutige Emissionen)

Der Gesamtendenergiebedarf beläuft sich hierbei auf rund 243.000 MWh/a, der Gesamtwärmeverbrauch auf rund 355.000 MWh/a. Der angegebene Wert zum Endenergieverbrauch beinhaltet bei Wärmepumpenanwendungen nur den eingesetzten Strom als Endenergie (keine Berücksichtigung des Umweltwärmeanteils). Die folgenden Grafiken geben die Verteilung des Endenergieeinsatzes nach Sektoren sowie nach Energieträgern wieder (Abb. 79 und Abb. 80).

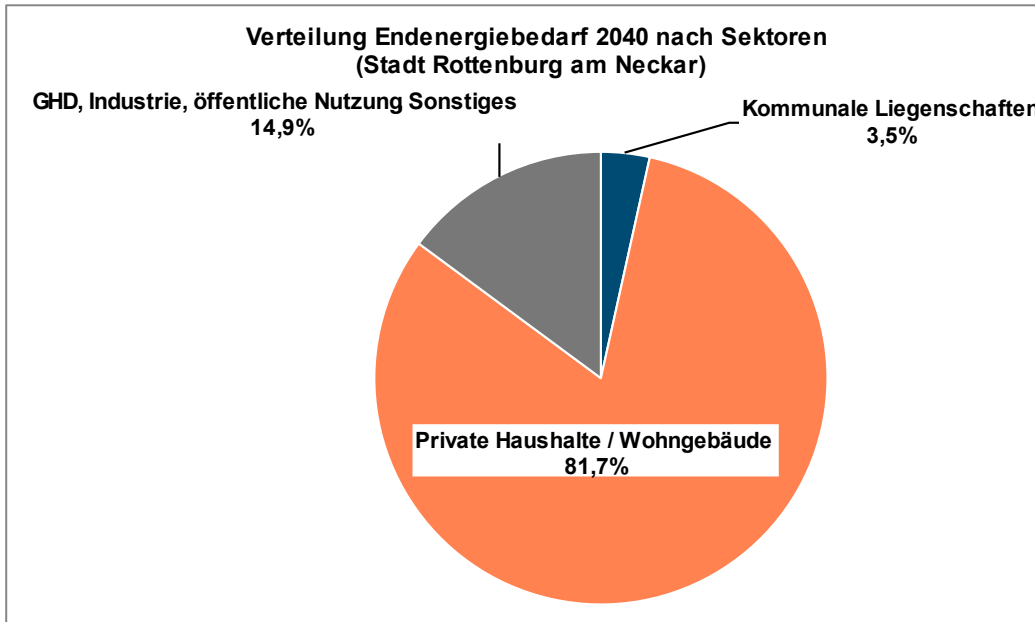


Abb. 79: Endenergiebedarf Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 nach Sektoren (Endenergie Wärmepumpen ohne Umweltwärmeanteil)

Der prozentuale Anteil der eingesetzten Energieträger zur Gebäudebeheizung, bezogen auf den Gesamtendenergiebedarf zur Wärmeerzeugung in Rottenburg am Neckar, ist im nachfolgenden Schaubild dargestellt.

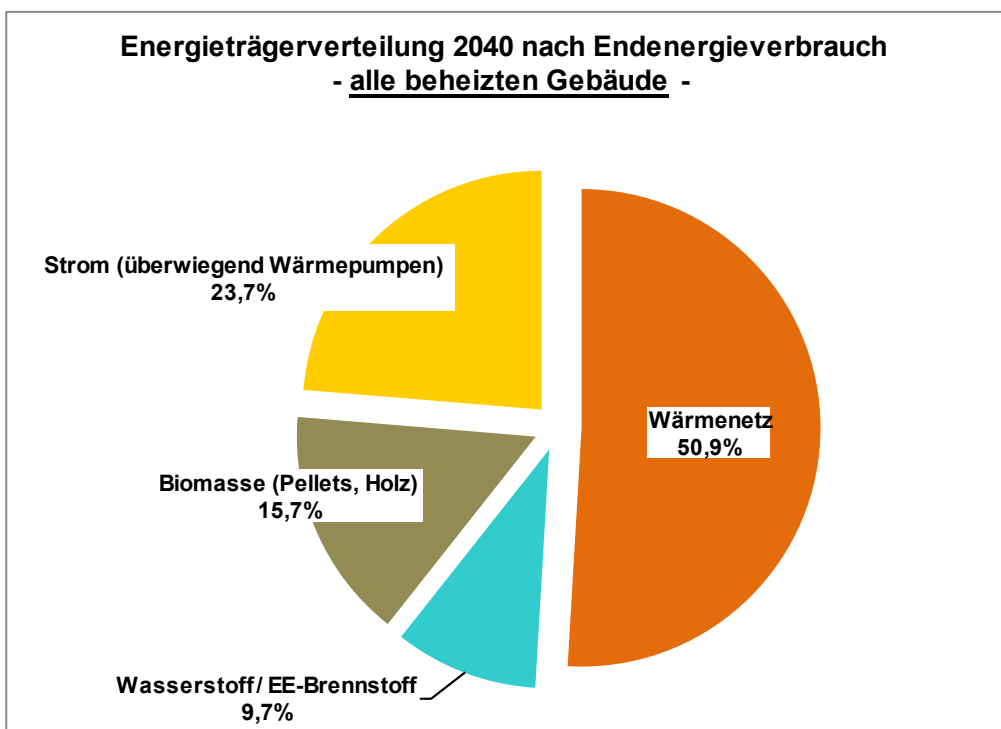


Abb. 80: Prozentuale Deckung des Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern (Zielfoto 2040, Endenergie Wärmepumpen ohne Umweltwärmeanteil)

Für das Zwischenzielszenario 2040 belaufen sich die Gesamt CO₂-Emissionen der Wärme-erzeugung auf die oben benannten rund 16.000 t_{CO₂äqu}/a. Die Verteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern ist in den folgenden Abbildungen dargestellt (Abb. 81 und Abb. 82).

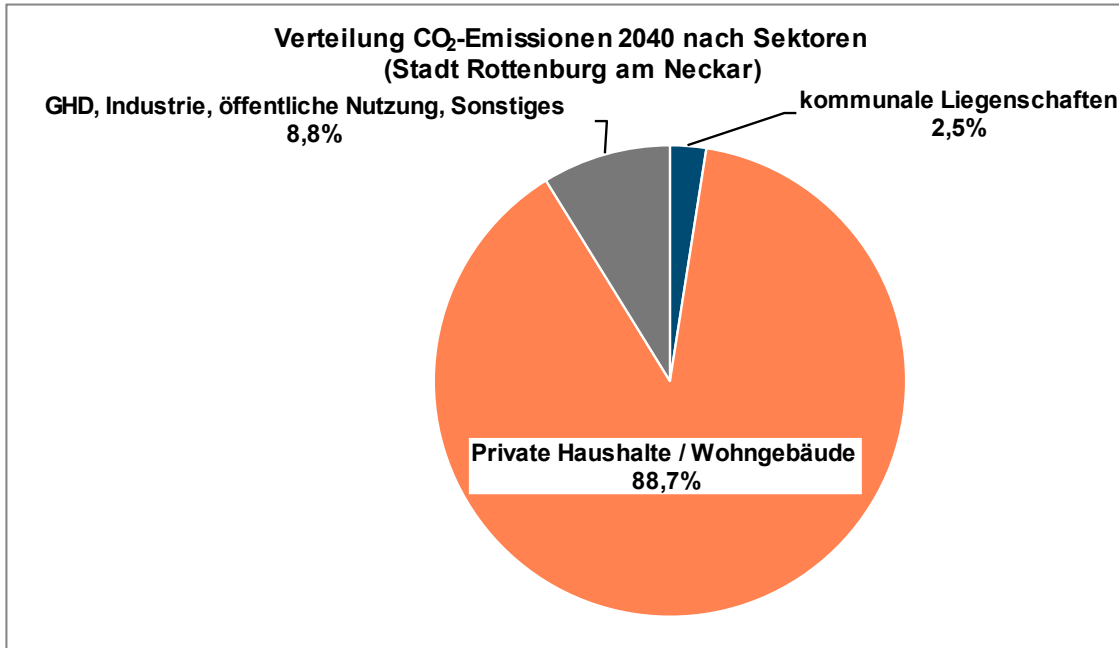


Abb. 81: CO₂-Emissionen Wärmeerzeugung Zielfoto 2040 nach Sektoren

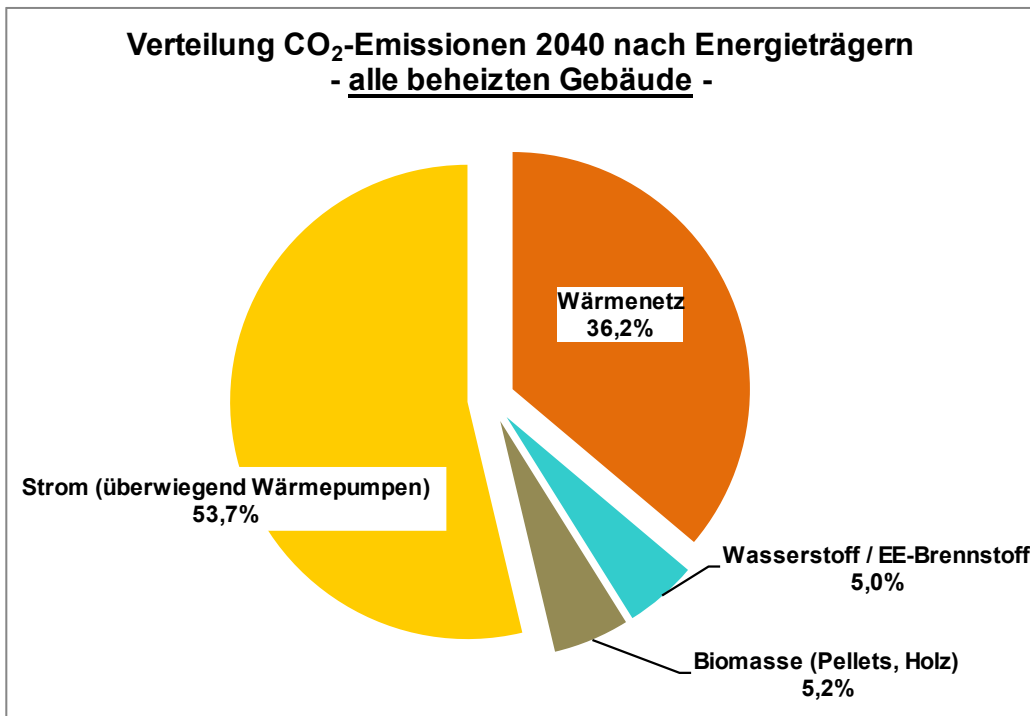


Abb. 82: Prozentuale Verteilung der CO₂-Emissionen zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern (Zielfoto 2040)

Abb. 83 gibt eine Gesamtzusammenfassung der im Zielfoto 2040 sowie dem Zwischenziel-szenario 2030 berücksichtigten Entwicklungen bezüglich Wärmebedarf und CO₂-Emissionen.

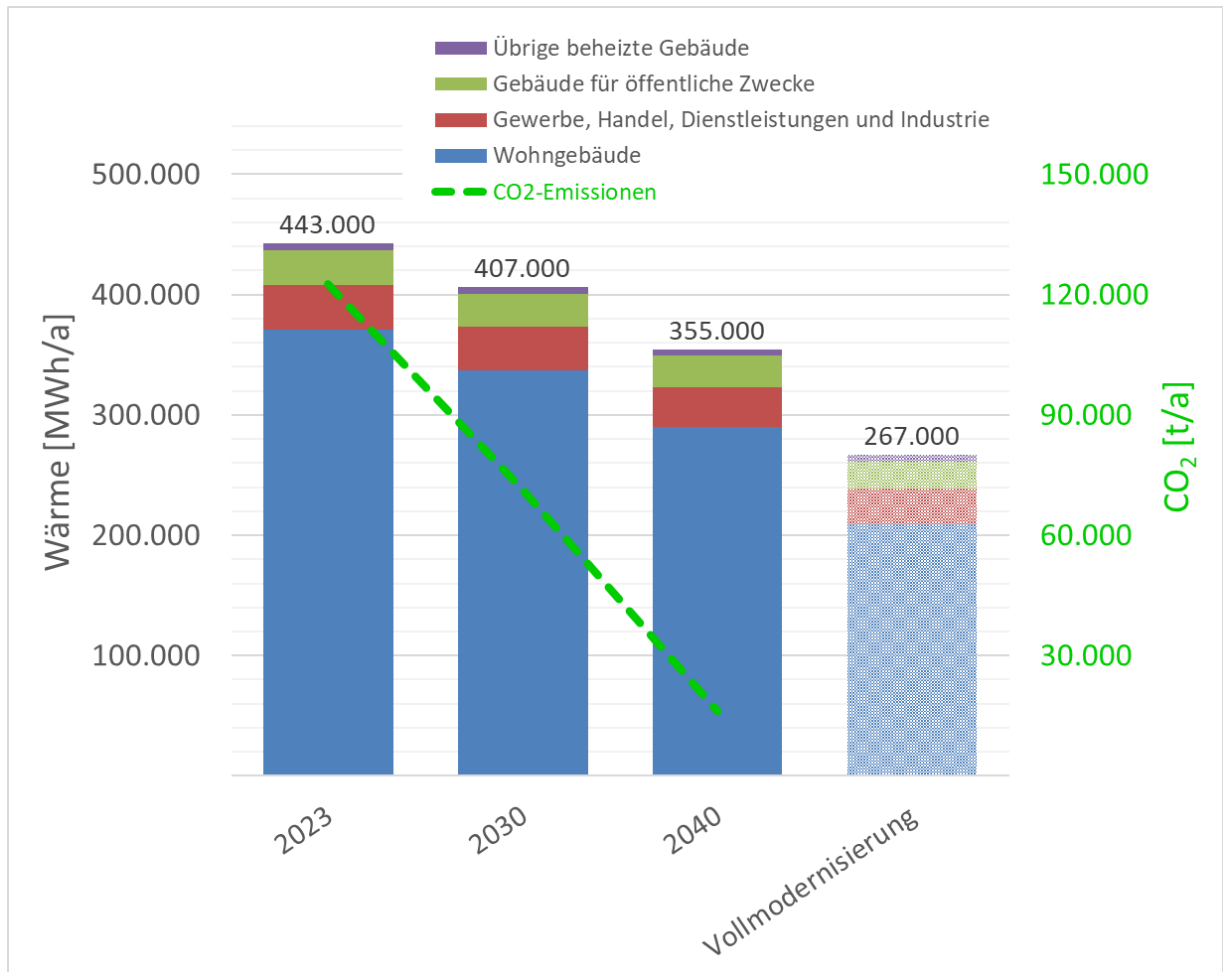


Abb. 83: Entwicklung Wärmeverbrauch und CO₂-Emissionen - Zielfoto Wärmeversorgung bis 2040

Aus dem Zielfoto der Wärmeplanung wie auch aus anderen Bereichen (z. B. Elektromobilität) ergeben sich Steigerungen des Strombedarfs, was wiederum den Ausbaubedarf erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen betrifft. Trotz der Steigerung des Strombedarfs wird durch diese Umstellungen der Endenergieeinsatz reduziert (beispielsweise durch Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge, etc.)

IST-Stromverbrauch Haushalte/Gewerbe/Industrie/Straßenbeleuchtung:	rd. 137.000 MWh/a
abzgl. Heizstromanwendungen (Stromheizungen, Wärmepumpen):	rd. - 20.000 MWh/a
Strombedarf des Zielfotos der Wärmeplanung:	rd. 80.000 MWh/a
Erhöhung Stromverbrauch bei 100 % E-Mobilität (nur PKW):	rd. 70.000 MWh/a
➔ Möglicher zukünftiger Strombedarf (ggf. zzgl. weiterer Bedarfe aus Transportgewerbe, Herstellung erneuerbarer Energieträger etc.)	rd. 267.000 MWh/a

6. Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Mit der Wärmeplanung als strategischem Planungsinstrument soll ein möglicher Weg zur Erreichung des Ziels der Treibhausgasneutralität aufgezeigt werden. Mit zunehmendem Abstand zum heutigen Datum nimmt konsequenterweise auch die Unschärfe der Betrachtung zu, da einige Entwicklungen noch nicht konkret absehbar sind. Letztendlich empfiehlt es sich daher, sich insbesondere der aktuell bereits umsetzbaren Aufgaben anzunehmen (s. Maßnahmenkatalog).

Im Rahmen der wiederkehrenden Überarbeitung der Wärmeplanung können dann die übrigen Bereiche nachgeschärft werden (technische Entwicklungen, Verfügbarkeit Wasserstoff, etc.). Grundsätzlich bieten Wärmenetze hierbei den Vorteil, dass das Endprodukt der Wärme an die Gebäude geliefert wird und damit in den Heizzentralen an zentraler Stelle auch auf zukünftige Entwicklungen eingegangen werden kann.

6.1 Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie zur Erreichung der Klimaneutralität fußt auf drei Säulen:

1. Der Wärmebedarf aller Gebäude wird durch geeignete energetische Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen gesenkt.
2. In den ausgearbeiteten Eignungsgebieten für Wärmenetze findet ein konsequenter Ausbau der Wärmenetze und erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen in den Heizzentralen sowie eine kontinuierliche Nachverdichtung der Anschlussquote an den Netzen statt.
3. In den Einzelheizungsgebieten wird auf klimafreundliche, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen umgestellt.

6.2 Maßnahmenkatalog

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden für das Stadtgebiet Rottenburg am Neckar einige konkrete Maßnahmen identifiziert (s. Anhang Abschnitt 7) und detailliert betrachtet.

Durch das KlimaG BW wird vorgegeben, dass mit Beschluss der Wärmeplanung im Gemeinderat fünf Maßnahmen beschlossen werden, mit deren Umsetzung innerhalb der nächsten fünf Jahre begonnen wird. Gemeinsam mit der Stadtverwaltung wurden die nachfolgenden, priorisierten Maßnahmen zur Einbringung und Beschlussfassung in den Gemeinderat ausgewählt:

1. Quartiersuntersuchung Wendelsheim
2. Fortführung der Quartiersbearbeitung in Oberndorf, aufbauend auf den Ergebnissen des Quartierskonzepts
3. Quartiersuntersuchung Hailfingen
4. Quartiersuntersuchung Gebiet Eugen-Bolz-Gymnasium (EBG)
5. Wärmenetzuntersuchung auf der Achse Priesterseminar – Haus am Neckar

Zudem wurden weitere mögliche Maßnahmen identifiziert, deren Bearbeitung sich nach den fünf priorisierten Maßnahmen anschließen kann:

- Weitere Quartiers- bzw. Wärmenetzuntersuchungen beispielsweise in den Gebieten:
 - „Rottenburg Süd“
 - „Hohenberg Richtung Neckar“
 - Kiebingen
 - Ergenzingen
- Beratungsoffensive „Heizungstausch und Gebäudemodernisierung“ (Beratungsangebote zu energetischer Gebäudemodernisierung, Heizungstausch und Photovoltaik in Zusammenarbeit mit der Agentur für Klimaschutz)
- Erstellung Energiekonzept und Umsetzungsplan für die städtischen Gebäude

Eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen findet sich im folgenden Abschnitt 7.

7. Anhang Maßnahmen Steckbriefe

7.1 Quartiersuntersuchung Wendelsheim

Beschreibung: Im Rahmen einer energetischen Quartiersuntersuchung im Teilort Wendelsheim können Konzepte zur energetischen Verbesserung der Situation in Wendelsheim erarbeitet werden (Umstellung Wärmeerzeugung, Photovoltaikanlagen, Möglichkeiten energetischer Gebäudemodernisierungen u. ä.). Im nördlich der Kernstadt gelegenen Wendelsheim findet sich überwiegend Wohnbebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern sowie kleineren Mehrfamilienhäusern. Im Ort ist kein Erdgasverteilnetz vorhanden. Die Beheizung erfolgt zum überwiegenden Anteil mit Heizöl. Als zweithäufigster Energieträger wird bei den über 500 Gebäuden Strom zur Wärmeerzeugung eingesetzt. In einem KfW-geförderten Quartierskonzept (KfW-Programm Nr. 432) oder einer von dem BAFA geförderten BEW-Machbarkeitsstudie können, anknüpfend an den in den kommenden Jahren bestehenden Handlungsbedarf bei der Erneuerung der Heizungsanlagen, die Möglichkeiten zur weiteren Versorgung des Quartiers mit Fernwärme (Wärmenetze, Erzeugungsanlagen, etc.) untersucht werden. In diesem Zuge können ggf. auch erste Grundlagen für nachfolgende Investitions- und Entwicklungsentscheidungen geschaffen werden. Im Rahmen eines, gegebenenfalls an ein KfW-Quartierskonzept anknüpfenden, Sanierungsmanagements können die Gebäudeeigentümer im Quartier gezielt zu den individuellen Möglichkeiten eines Heizungstausches, eines Fernwärmeanschlusses, dem Bau einer Photovoltaikanlage oder anderer Maßnahmen beraten werden. KfW-geförderte Quartierskonzepte umfassen zudem auch den Themenbereich der verkehrlichen (ÖPNV, Elektromobilität, Fuß-/Radverkehr) oder der städtebaulichen Entwicklung, so dass die Grundlagen für eine energetische Weiterentwicklung des Quartiers mit entsprechenden Einsparungen an CO₂-Emissionen geschaffen werden können.



Abb. 84: Ortsgebiet Wendelsheim

Eckdaten:

Wärmebedarf:	rd. 14.000 MWh/a
Aktuelle Wärmeversorgung:	überwiegend Einzelheizungen Heizöl und teilweise Strom und Holz
Anzahl Gebäude:	rd. 500 - 600 Gebäude
Quartierscharakter:	ländlich geprägter Teilort mit überwiegender Wohnbebauung (EFH bis kleinere MFH)
Fördermöglichkeiten:	BEW-Machbarkeitsstudie (Förderquote 50 %) oder Quartierskonzept nach KfW-Programm Nr. 432 (Förderquote 75 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt

7.2 Fortführung der Quartiersbearbeitung in Oberndorf

Beschreibung:

Im nördlich der Kernstadt gelegenen Oberndorf findet sich neben einzelner gewerblicher und landwirtschaftlicher Gebäudenutzung überwiegend Wohnbebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern sowie kleineren Mehrfamilienhäusern. Im Ort ist kein Erdgasverteilnetz vorhanden. Die Beheizung erfolgt zum überwiegenden Anteil mit Heizöl. Weiterhin kommen bei den über 500 Gebäuden häufig Strom und Holz als Energieträger zum Einsatz. In Oberndorf findet aktuell die Bearbeitung eines KfW-geförderten Quartierskonzepts statt. Aufbauend an die hierbei gewonnen Erkenntnisse kann beispielsweise mit einem anknüpfenden Sanierungsmanagement die weitere Umsetzung der Ergebnisse begleitet werden. So können die Gebäudeeigentümer im Quartier gezielt zu den individuellen Möglichkeiten eines Heizungstausches, eines Fernwärmeanschlusses, dem Bau einer Photovoltaikanlage oder anderen Maßnahmen beraten werden. KfW-geförderte Sanierungsmanagements umfassen zudem auch den Themenbereich der verkehrlichen (ÖPNV, Elektromobilität, Fuß-/Radverkehr) oder der städtebaulichen Entwicklung, so dass eine energetische Weiterentwicklung des Quartiers mit entsprechenden Einsparungen an CO₂-Emissionen gefördert werden kann und, je nach Quartier, passende Schwerpunkte gelegt werden können. Wird die Umsetzung einer Fernwärmelösung angestrebt, kann alternativ auch direkt auf eine Machbarkeitsstudie nach der „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) zurückgegriffen werden. Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie kann hierbei das konkrete Wärmenetzvorhaben genauer untersucht werden sowie Vorarbeiten und erste Planungsschritte durchgeführt werden. Zudem bildet die Machbarkeitsstudie die Zugangsvoraussetzung für umfassende investive Förderungen im Rahmen der BEW.



Abb. 85: Ortsgebiet Oberndorf

Eckdaten:

Wärmebedarf:	rd. 13 - 14.000 MWh/a
Aktuelle Wärmeversorgung:	überwiegend Einzelheizungen Heizöl und teilweise Strom und Holz
Anzahl Gebäude:	rd. 500 – 600 Gebäude
Quartierscharakter:	ländlich geprägter Teilort mit überwiegender Wohnbebauung (EFH bis kleinere MFH)
Fördermöglichkeiten:	Fernwärmeuntersuchung mit BEW-Machbarkeitsstudie (Förderquote 50 %) oder Sanierungsmanagement nach KfW-Programm Nr. 432 (Förderquote 75 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt

7.3 Quartiersuntersuchung Hailfingen

Beschreibung: Im Rahmen einer energetischen Quartiersuntersuchung im Teilort Hailfingen können Konzepte zur energetischen Verbesserung der Situation in Hailfingen erarbeitet werden (Umstellung Wärmeerzeugung, Photovoltaikanlagen, Möglichkeiten energetischer Gebäudemodernisierungen u. ä.). Im nordöstlich der Kernstadt sowie östlich der Autobahn A81 gelegenen Hailfingen besteht die Wohnbebauung überwiegend aus Ein- und Zweifamilienhäusern sowie kleineren Mehrfamilienhäusern. Im östlichen Teil des Ortes befindet sich ein Gewerbegebiet, das zum gemischten Charakter des Gesamtortsbildes beiträgt. Die Beheizung erfolgt zum Zeitpunkt der Datenerhebung zum überwiegenden Anteil mit Heizöl. Weiterhin kommen bei den rund 600 Gebäuden häufig Strom und Holz als Energieträger zum Einsatz.

In den vergangenen Jahren wurde damit begonnen, ein Erdgasverteilnetz im Ort aufzubauen, so dass mittlerweile in Teilen des Ortes sowie im Gewerbegebiet die Möglichkeit zum Anschluss an das Erdgasnetz besteht. In einem KfW-geförderten Quartierskonzept (KfW-Programm Nr. 432) oder einer, vom BAFA geförderten, BEW-Machbarkeitsstudie können, anknüpfend an den in den kommenden Jahren bestehenden Handlungsbedarf bei der Erneuerung der Heizungsanlagen, die Möglichkeiten zur weiteren Versorgung des Quartiers mit Fernwärme (Wärmenetze, Erzeugungsanlagen, etc.) untersucht werden. In diesem Zuge können gegebenenfalls auch erste Grundlagen für nachfolgende Investitions- und Entwicklungsentscheidungen geschaffen werden. Im Rahmen eines, gegebenenfalls an ein KfW-Quartierskonzept anknüpfenden, Sanierungsmanagements können die Gebäudeeigentümer im Quartier gezielt zu den individuellen Möglichkeiten eines Heizungstausches, eines Fernwärmeanschlusses, dem Bau einer Photovoltaikanlage oder anderer Maßnahmen beraten werden. KfW-geförderte Quartierskonzepte umfassen zudem auch den Themenbereich der verkehrlichen (ÖPNV, Elektromobilität, Fuß-/Radverkehr) oder der städtebaulichen Entwicklung, so dass die Grundlagen für eine energetische Weiterentwicklung des Quartiers mit entsprechenden Einsparungen an CO₂-Emissionen geschaffen werden und, je nach Quartier, passende Schwerpunkte gelegt werden können.



Abb. 86: Ortsgebiet Hailfingen

Eckdaten:

Wärmebedarf:	rd. 17 - 18.000 MWh/a
Aktuelle Wärmeversorgung:	überwiegend Einzelheizungen Heizöl und teilweise Strom und Holz – Aufbau eines Erdgasnetzes in den vergangenen Jahren
Anzahl Gebäude:	rd. 600 Gebäude
Quartierscharakter:	Teilort mit überwiegend ländlicher Wohnbebauung (EFH bis kleinere MFH) und Gewerbegebiet
Fördermöglichkeiten:	Fernwärmeuntersuchung mit BEW-Machbarkeitsstudie (Förderquote 50 %) oder energetisches Quartierskonzept nach KfW-Programm Nr. 432 (Förderquote 75 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt

7.4 Quartiersuntersuchung „Eugen-Bolz-Gymnasium“

Beschreibung: Im Rahmen einer energetischen Quartiersuntersuchung eines Gebietes im Umfeld des Eugen-Bolz-Gymnasiums können Konzepte zur energetischen Verbesserung der Situation in Gebiet erarbeitet werden (Umstellung Wärmeerzeugung, Photovoltaikanlagen, Möglichkeiten energetischer Gebäudemodernisierungen u. ä.). Das Untersuchungsgebiet grenzt direkt östlich an die Altstadt Rottenburgs. Für das Eugen-Bolz-Gymnasium sind in den nächsten Jahren umfassende Um- und Neubaumaßnahmen vorgesehen. Umliegend finden sich entsprechend der innerstädtischen Bebauung teilweise hohe Wärmedichten entlang der Straßenzüge. Zumeist überwiegt die Wohnbebauung unterschiedlicher Baujahre im Gebäudebestand. Im gesamten umliegenden Gebiet ist flächendeckend ein Erdgasverteilnetz ausgebaut. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass der größte Anteil an der Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Erdgas erbracht wird. In einem KfW-geförderten Quartierskonzept (KfW-Programm Nr. 432) oder einer, vom BAFA geförderten, BEW-Machbarkeitsstudie können, die Möglichkeiten zur weiteren Versorgung des Quartiers mit Fernwärme (Wärmenetze, Erzeugungsanlagen, etc.) untersucht werden. In diesem Zuge können gegebenenfalls auch erste Grundlagen für nachfolgende Investitions- und Entwicklungsentscheidungen geschaffen werden. Im Rahmen eines, gegebenenfalls an ein KfW-Quartierskonzept anknüpfenden, Sanierungsmanagements können die Gebäudeeigentümer im Quartier gezielt zu den individuellen Möglichkeiten eines Heizungstausches, eines Fernwärmeanschlusses, dem Bau einer Photovoltaikanlage oder anderer Maßnahmen beraten werden. KfW-geförderte Quartierskonzepte umfassen zudem auch den Themenbereich der verkehrlichen (ÖPNV, Elektromobilität, Fuß-/Radverkehr) oder der städtebaulichen Entwicklung, so dass die Grundlagen für eine energetische Weiterentwicklung des Quartiers mit entsprechenden Einsparungen an CO₂-Emissionen geschaffen werden und, je nach Quartier, passende Schwerpunkte gelegt werden können. Insbesondere sukzessive wachsende Wärmenetze können mit einem weiteren Ausbau der Wärmeerzeugung und der damit einhergehenden Umstellung der eingesetzten Energieträger massiv zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Zudem stellt dies allen Gebäuden entlang der Wärmenetztrassen eine weitere attraktive Option zur Umstellung der Wärmeerzeugung, die die gesetzlichen Anforderungen erfüllt, zur Verfügung. Im gleichen Zug findet auf diesem Weg eine Regionalisierung der Wertschöpfung im Bereich der Wärmeversorgung statt.



Abb. 87: Quartiersuntersuchung Eugen-Bolz-Gymnasium (EBG), mögliches Gebiet

Eckdaten:

Wärmebedarf:	rd. 20 -30.000 MWh/a
Aktuelle Wärmeversorgung:	überwiegend Einzelheizungen zum Einsatz von Erdgas, teilweise auch Heizöl
Anzahl Gebäude:	rd. 500 – 750 Gebäude
Quartierscharakter:	städtisch geprägtes Quartier mit überwiegender Wohnbebauung
Fördermöglichkeiten:	Fernwärmeuntersuchung mit BEW-Machbarkeitsstudie (Förderquote 50 %) oder energetisches Quartierskonzept nach KfW-Programm Nr. 432 (Förderquote 75 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt

7.5 Wärmenetzuntersuchung Achse Priesterseminar – Haus am Neckar

Beschreibung: Im Rahmen einer Wärmenetzuntersuchung im Bereich der Achse zwischen „Priesterseminar“ und „Haus am Neckar“ können die Vorarbeiten für die mögliche Umsetzung einer Fernwärmelösung im genannten Gebiet erarbeitet werden. Neben hohen Wärmedichten und größeren Wärmeverbrauchern im Umfeld kann die Lage am Neckar auch genutzt werden, um gegebenenfalls Erzeugungspotenziale im Bereich der Flusswasserwärmenutzung einzubeziehen. Das Entstehen eines Wärmenetzes in diesem Bereich bietet zudem den Vorteil, anschließend aus einer bestehenden Wärmeversorgung heraus in weitere Gebiete im Umfeld ausbauen zu können. Gerade sukzessive wachsende Wärmenetze können mit einem weiteren Ausbau der Wärmeerzeugung und der damit einhergehenden Umstellung der eingesetzten Energieträger massiv zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Zudem stellt dies allen Gebäuden entlang der Wärmenetztrassen eine weitere attraktive Option zur Umstellung der Wärmeerzeugung, die die gesetzlichen Anforderungen erfüllt, zur Verfügung. Im gleichen Zug findet auf diesem Weg eine Regionalisierung der Wertschöpfung im Bereich der Wärmeversorgung statt. Im Umfeld des Gebiets sind hohe Wärmedichten, große Wärmeverbraucher und ein Gebäudebestand älteren Baujahrs zu erkennen. Auch finden sich im Bereich der Altstadt bereits einzelne Wärmenetzverbünde (Inselnetze). Die Optionen zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen beim Heizungstausch können im gegebenen Umfeld teilweise Einschränkungen unterliegen bzw. können eine Herausforderung für die Gebäudeeigentümer darstellen (beispielsweise Platz zur Aufstellung einer Wärmepumpe, Unterbringung einer Pelletheizung, benötigte Heiztemperaturen o. ä.). Aktuell überwiegt im Gebiet die Beheizung mit Erdgas. Die Gebäude wurden weitgehend vor 1948 errichtet. Neben Wohngebäuden finden sich auch viele „Wohnmischgebäude“ (z. B. Wohngebäude mit gewerblichem Nutzungsteil) im Gebiet. Im Umfeld sind zudem einige größere Gebäude öffentlicher und kirchlicher Nutzung zu vorzufinden. Wie in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben, kann für eine umfassende energetische Untersuchung eines Quartiers auf KfW-geförderte Quartierskonzepte zurückgegriffen werden. Diese Quartierskonzepte können hierbei auch Voruntersuchungen zu möglichen Fernwärmelösungen enthalten. Gerade um konkrete Fernwärmeuntersuchungen durchzuführen, werden im Rahmen der „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) Machbarkeitsstudien (bei Neubaunetzen) und Transformationspläne (bei Untersuchungen in Zusammenhang mit Bestandsnetzen) gefördert. Im Rahmen dieser Studien kann das konkrete Wärmenetzvorhaben genauer untersucht werden sowie Vorarbeiten und erste Planungsschritte durchgeführt werden. Zudem bilden Machbarkeitsstudien und Transformationspläne die Zugangsvoraussetzung für umfassende investive Förderungen im Rahmen der BEW.



Abb. 88: Wärmenetzuntersuchung Achse Priesterseminar – Haus am Neckar

Eckdaten:

Wärmebedarf:	rd. 15 -40.000 MWh/a
Aktuelle Wärmeversorgung:	überwiegend Einzelheizungen (Erdgas, teilweise auch Heizöl, Strom)
Anzahl Gebäude:	rd. 300 – 650 Gebäude
Quartierscharakter:	altstädtisch geprägtes Quartier mit Wohn- und Wohnmischbebauung sowie „Priesterseminar“ und „Haus am Neckar“ (Baualter überwiegend vor 1948)
Fördermöglichkeiten:	Fernwärmeuntersuchung über BEW (Förderquote 50 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt, Stadtwerke

7.6 Weitere Quartiers- und Wärmenetzuntersuchungen

Beschreibung:

Analog zu den in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Gebieten könnten auch in weiteren Gebieten Quartiers- bzw. Wärmenetzuntersuchungen auf den Weg gebracht werden mit dem Ziel, entsprechende Umsetzungen vorzubereiten. Bei Gebieten mit Fokus auf eine mögliche Fernwärmeentwicklung kann es sich hierbei anbieten, auf Machbarkeitsstudien oder Transformationspläne im Rahmen der „Bundeförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) zurückzugreifen. Werden umfassendere energetische Quartiersuntersuchungen angestrebt, können sich KfW-geförderte Quartierskonzepte anbieten. Auch diese enthalten Voruntersuchungen zu möglichen Fernwärmelösungen, schließen diese jedoch mit geringerer Detail- und Planungstiefe ab. Dafür werden hier unter anderem auch andere Themenbereiche wie Verkehr, Städtebau und Gebäudemodernisierungen konzeptionell behandelt bzw. beschrieben. Der Zielsetzung, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren folgend, empfiehlt es sich bei Quartiersauswahl sowie Maßnahmenplanung, insbesondere die tatsächlichen Umsetzungschancen sowie die zeitnah erreichbare Verdrängung fossiler Brennstoffe zu berücksichtigen. Wirtschaftlichkeit, Höhe des Verbrauchs, technische Machbarkeit, Handlungsbedarf, Investitionsbedarf sowie Investitionsträger können hierbei unter anderem entscheidende Kriterien sein.

Für weitere Untersuchungen können sich folgende Untersuchungsgebiete anbieten:

„Rottenburg Süd“:

- Möglichkeit zum Wärmenetzausbau aus Bestandsnetzen heraus, Verbindung von Wärmenetzen
- Gute Wärmedichten, Gebiete mit Mehrfamilienhausbebauung

„Hohenberg Richtung Neckar“:

- Wärmenetzausbau, ausgehend von Bestandsnetzen möglich, Verbindung mehrerer Wärmenetzinseln
- Gute Wärmedichten, Altstadt mit älteren Gebäuden und eingeschränkten Optionen beim Heizungstausch, städtischer Gebäudebestand

Kiebingen:

- Potenziale bei Abwasserwärmenutzung (und Flusswasserwärmenutzung)

Ergenzingen:

- Erzeugungspotenzial Biogasanlage und ggf. weitere Abwärmepotenziale
- Großverbraucher

Eckdaten:

Fördermöglichkeiten:	Fernwärmeuntersuchungen über BEW (Förderquote 50 %) oder energetische Quartierskonzepte nach KfW-Programm Nr. 432 (Förderquote 75 %)
Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt, Stadtwerke



Abb. 89: mögliche Wärmenetz-/Quartiersuntersuchungen „Rottenburg Süd“, „Hohenberg Richtung Neckar“



Abb. 90: Ortsgebiete Kiebingen (links) bzw. Ergenzingen (rechts)

7.7 Beratungsoffensive Heizungstausch und Gebäudemodernisierung

Beschreibung: Um auch die Aufgaben im Bereich privater Gebäudeeigentümer zu unterstützen, kann vorgesehen werden, die Beratungsangebote hinsichtlich energetischer Gebäudemodernisierung, Heizungstausch und Photovoltaik zu verstärken und hiermit nach Möglichkeit private Investitionen in den Bereichen Energieeinsparung und erneuerbare Energieerzeugung anzustoßen. Der Fokus sollte hierbei auf Gebieten liegen, die erhöhten Modernisierungsbedarf oder hohe Einsparpotenziale aufweisen. Damit alle Bürger Rottenburgs gleichermaßen von den städtischen Bemühungen profitieren können, besteht die Möglichkeit, sich zudem auf Gebiete zu konzentrieren, in denen keine anderen Aktivitäten wie Quartiersuntersuchungen oder Fernwärmeuntersuchungen stattfinden.

Die Stadt Rottenburg könnte hierbei, mit kostenfreien Vorträgen, Veranstaltungen und Erstberatungen - beispielsweise in Zusammenarbeit mit der Agentur für Klimaschutz Kreis Tübingen gGmbH - starten. So könnte etwa, jeweils stadtteilbezogen, ein öffentlicher Vortrag stattfinden, der im Anschluss mit Beratungstagen vor Ort ergänzt wird. An diesen Beratungstagen können sich interessierte Bürger nach Anmeldung für etwa eine Stunde persönlich und detailliert beraten lassen. Die Anmeldung zur Beratung sowie die Organisation der Vorträge und Beratungen erfolgt durch die Stadtverwaltung. Die Beratungen dienen zur orientierenden Erstinformation und ersetzen nicht die Leistungen zugelassener Energieberater oder Effizienzexperten.

Eine Einbindung des örtlichen Fachhandwerks kann hierbei praktische Informationen beisteuern und Umsetzungsbestrebungen befördern. So könnten sich beispielsweise Heizungsbauunternehmen aus dem Bereich erneuerbarer Heizsysteme, Solarteure, Fensterbauer oder andere Bauunternehmen aus dem Bereich der Gebäudedämmung bei geplanten Veranstaltungen präsentieren und gegebenenfalls ihre Bau- und Beratungsleistungen anbieten.

Eckdaten:

Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt, Agentur für Klimaschutz, Fachhandwerk

7.8 Erstellung Energiekonzept und Umsetzungsplan städtische Gebäude

Beschreibung: Im privaten Gebäudebereich kann von städtischer Seite lediglich der Anstoß für Investitionen (beispielsweise durch Beratungsangebote, Bauvorgaben, städtische Förderprogramme) gegeben werden. Auch bei der Entwicklung von Wärmenetzen ist die Stadt selbst nicht direkt Träger der Investitionsentscheidungen, kann jedoch beispielsweise Flächen für die Energieerzeugung bereitstellen oder sich im Aufsichtsrat der Stadtwerke dafür einsetzen und entsprechende Entscheidungen herbeiführen. Im Bereich der eigenen städtischen Gebäude hingegen hat die Stadt Vorbildfunktion und ist zudem alleiniger Entscheidungsträger. Um die energetischen Potenziale hier zielgerichtet umsetzen und zeitlich sowie finanziell planen zu können, ist vorgesehen, ein Energiekonzept aller kommunalen Gebäude zu erstellen. Hierbei sollte der energetische Zustand von Gebäudehülle und Wärmeerzeugungsanlagen erfasst werden. Darauf aufbauend kann für jedes Gebäude ein Steckbrief erstellt werden, der neben dem technischen Umsetzungs-konzept auch eine Kostenschätzung enthält. Folgende Bereiche sollten hierbei abgedeckt werden:

- Handlungsbedarf und Dringlichkeit (beispielsweise Alter Heizung, Heizungssystem und Fenster o. ä.)
- Energetische Modernisierung Gebäudehülle mit technischem Konzept, Kostenschätzung und Einsparpotenzial
- Umstellung Wärmeerzeugung auf erneuerbaren Wärmeerzeuger (Heizungstausch) mit technischem Konzept, Art der Erzeugung, Kostenschätzung
- Photovoltaik mit Prüfung der Dacheignung, Anlagengröße, technischem Umsetzungskonzept, Kostenschätzung und Ertragsprognose

Die hierbei erarbeiteten Inhalte können als Grundlage für die gesamtheitliche Umsetzungsplanung der Stadt dienen, mit dem Ziel, eine sinnvolle Priorisierung zu erreichen und die Maßnahmen nach Dringlichkeit, nach Klimaschutzaspekten und nach Verfügbarkeit der finanziellen Mittel in den folgenden Jahren vorzusehen.

Eckdaten:

Umsetzbarkeit:	zeitnah bis mittelfristig
Verantwortlich:	Stadt