

Kommunale Wärmeplanung

„Energieplan“



Stadt Kuppenheim

Inhaltsverzeichnis

Ziele, Inhalte und Vorgehen	3
Gesetzlicher Rahmen	4
Bestandsanalyse	5
Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp	5
Gebäudealtersverteilung	6
Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen	7
Großverbraucher	9
Leitungsgebundene Infrastruktur	9
Energie- und Treibhausgasbilanz	12
Potenzialanalyse	17
Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs	17
Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung	18
(Über-)regionale Potenziale zur Wärmeversorgung	25
Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung	26
(Über-)regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung	30
Kraft-Wärme-Kopplung	30
Potenzialübersicht erneuerbare Energien	31
Projektbeteiligte	33
Bild- und Literaturquellen	34

Ziele, Inhalte und Vorgehen

Die Erreichung der Klimaschutzziele Baden-Württembergs erfordert eine gleichzeitige Umsetzung einer Wärme-, Strom- und Mobilitätswende. Diesbezüglich ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der Wärmesektor mit 45 % den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf in Kuppenheim aufweist. Anschließend ist der Verkehrssektor mit 30 % zu nennen, gefolgt vom Stromsektor mit 25 %. Die Steuerung dieses Transformationsprozesses auf kommunaler Ebene, stellt somit das zentrale Element der kommunalen Wärmeplanung dar. Im Sinne des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist dieser Prozess laut §2 Abs. 16 als „ein strategischer Planungsprozess mit dem Ziel einer klimaneutralen kommunalen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040“ definiert. In diesem Rahmen erfolgt neben einer Darstellung des Status quo im Bestand auch ein Aufzeigen der Potenziale im Wärmesektor. Zusätzlich werden Optionen der klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr erläutert und entsprechende Maßnahmen zur Zielerreichung ausgearbeitet.

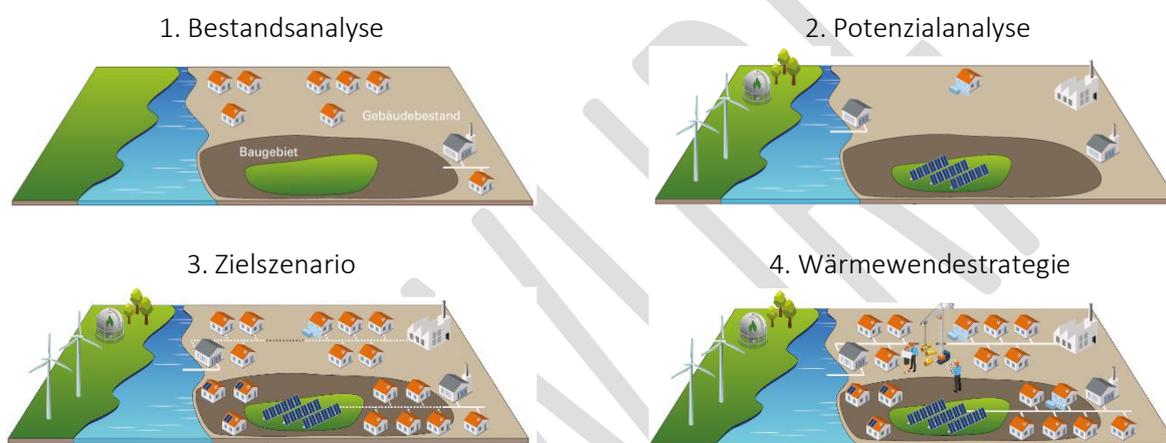


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung nach (KEA-BW & UM, 2021)

Die kommunale Wärmeplanung stellt keinen finalen Masterplan für die Wärmeversorgung einer Kommune dar. Sie betrachtet lediglich die Gebietsebene und nicht einzelne Gebäude. Weshalb auch keine verbindliche Festlegung von Heizungssystemen für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer getroffen werden. Folglich besteht weiterhin die Möglichkeit selbst zu entscheiden, welches Heizungssystem (z. B. Fernwärme, Wärmepumpe oder Biomasse) eingesetzt werden soll. Die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sind jedoch zu erfüllen.

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt seit 2024 in enger Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung, des Gemeinderats, der Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe sowie weiteren Akteuren. Der kommunale Wärmeplan wird voraussichtlich im März 2025 fertig gestellt.

Gesetzlicher Rahmen

Gemäß Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans (§27 KlimaG BW) für alle Gemeindekreise und Großen Kreisstädte bis zum 31. Dezember 2023 verpflichtend. Für kleinere Gemeinden besteht die Möglichkeit einer freiwilligen Erstellung auch zu einem späteren Zeitpunkt. Die Ausarbeitung erfolgte entsprechend der zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen gesetzlichen Anforderungen und entspricht damit dem Stand eines kommunalen Wärmeplans nach dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (§27 KlimaG BW). Somit genießt dieser auf Basis von §5 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) vom Bund nach dem Landesrecht Bestandsschutz. Eine Anpassung an die Bundesvorgaben muss erst im Rahmen der vorgesehenen ersten Fortschreibung, spätestens jedoch bis zum 1. Juli 2030, erfolgen. Allgemein wird erwartet, dass das Land Baden-Württemberg zum Jahr 2025 das KlimaG BW novelliert und an die Bundesvorgaben anpasst.

In Bezug auf die Erhebung der erforderlichen Daten sieht §33 Abs. 6 KlimaG BW folgende Regelungen vor: „Eine Pflicht zur Information der betroffenen Person gemäß Artikel 13 Absatz 3 der Datenschutz-Grundverordnung durch die zur Datenübermittlung verpflichteten Energieunternehmen und öffentlichen Stellen besteht nicht.“ Auf Grundlage von §4 Landesdatenschutzgesetz Baden-Württemberg (LDSG BW) werden insoweit zudem zähler- oder gebäudescharfe Wärmeverbrauchsdaten erhoben.

Gemäß §33 Abs. 5 KlimaG BW ist die Stadt Kuppenheim nicht befugt, die personenbezogenen Daten für einen anderen Zweck weiterzuverarbeiten als den, für den die personenbezogenen Daten erhoben wurden (Erstellung einer Kommunalen Wärmeplanung gem. §27 KlimaG BW). Die Art und der Umfang der erhobenen und verarbeiteten Daten sind in §33 KlimaG BW dargelegt. Im Rahmen der vorgeschriebenen Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans werden keine personenbezogenen Daten oder Daten, die Rückschlüsse auf Einzelpersonen oder Einzelunternehmen ermöglichen, veröffentlicht. Die Daten werden zu diesem Zweck aggregiert. Die personenbezogenen Daten werden nach Verarbeitung bzw. Erstellung der kommunalen Wärmeplanung gelöscht.

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung löst nicht den Fall nach § 71 Abs. 8 GEG 2024 („Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes“) aus, da lediglich Eignungsgebiete ermittelt wurden, jedoch keine konkrete Entscheidung über den Bau von Wärmenetzen getroffen wurde. Gemäß §26 WPG ist eine zusätzliche Entscheidung der Stadt zur Ausweisung von „Gebieten zum Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes“ unter Berücksichtigung der Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans notwendig. Diese zusätzliche Entscheidung durch die Stadt könnte nach derzeitiger Einschätzung des Umweltministeriums Baden-Württembergs beispielsweise in Form einer kommunalen Satzung erfolgen. Erst mit dieser Entscheidung würde das Gebäudeenergiegesetz für Bestandsgebäude für die ausgewiesenen Gebiete aktiviert werden. Aus demselben Grund ist auch § 71j GEG 2024 „Übergangsfristen bei Neu- und Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes“ noch nicht anzuwenden. Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer können folglich auch nicht die in § 71j Abs. 4 GEG 2024 beschriebenen finanziellen Ansprüche geltend machen, wenn ein vertraglich zugesicherter Wärmenetzanschluss nicht umgesetzt wird. Eine solche verbindliche Situation kann beispielsweise erst entstehen, wenn sich ein Energieversorgungsunternehmen zum Bau eines Wärmenetzes verpflichtet und entsprechende Verträge mit potenziellen Kunden unterschrieben sind. Weiterhin wäre in diesem Fall noch ein Beschluss des Gemeinderats zur Festlegung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes erforderlich.

Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgt eine umfassende Ermittlung des Gebäudebestandes, der Energieinfrastruktur sowie des Wärmebedarfs im gesamten Stadtgebiet. Als Basisjahr für die Analysen dient aufgrund der Datenverfügbarkeit das Jahr 2023.

Die Stadt Kuppenheim mit rund 8.400 Einwohnern und einer Fläche von 18 km² liegt im Landkreis Rastatt. Das Stadtgebiet umfasst die Ortsteile Kuppenheim und Oberndorf.

Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp

Die Daten der Gebäudekategorien und Wohngebäudetypen basieren auf dem Datensatz des amtlichen Liegenschaftskatasters der Stadt Kuppenheim (LGL, 2024). Neben einer Einteilung nach Gebäudekategorien sind im Wohngebäudesektor weitere Detaillierungsgrade verfügbar, welche Aufschluss über den Siedlungskörper geben und in die Energiebedarfsberechnung einfließen.

In der Stadt Kuppenheim sind 5.100 Gebäude vorhanden, wovon 2.530 beheizt werden. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, stellen bei den beheizten Gebäuden die Wohngebäude mit einem Anteil von 85 % die dominierende Kategorie dar. Der zweitgrößte Sektor besteht aus gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, die einen Anteil von 11 % ausmachen. Rund 1 % der Gebäude sind öffentlichen Zwecken vorbehalten. Die übrigen Gebäude lassen sich keiner spezifischen Nutzungskategorie zuordnen.

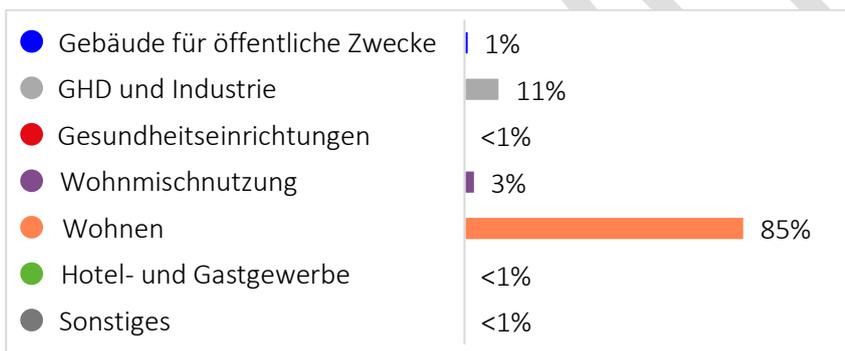


Abbildung 2: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 3 und 4. Für Kuppenheim mit seinen 2.530 Wohngebäuden zeigt sich, dass weite Teile des Stadtgebiets von Ein- bis Zweifamilienhäusern sowie Doppel- und Reihenhäusern geprägt sind. Des Weiteren sind rund 15 % der Gebäude Mehrfamilienhäuser. Die übrigen Typen weisen einen Anteil von weniger als ein Prozent auf und spielen somit eine untergeordnete Rolle.

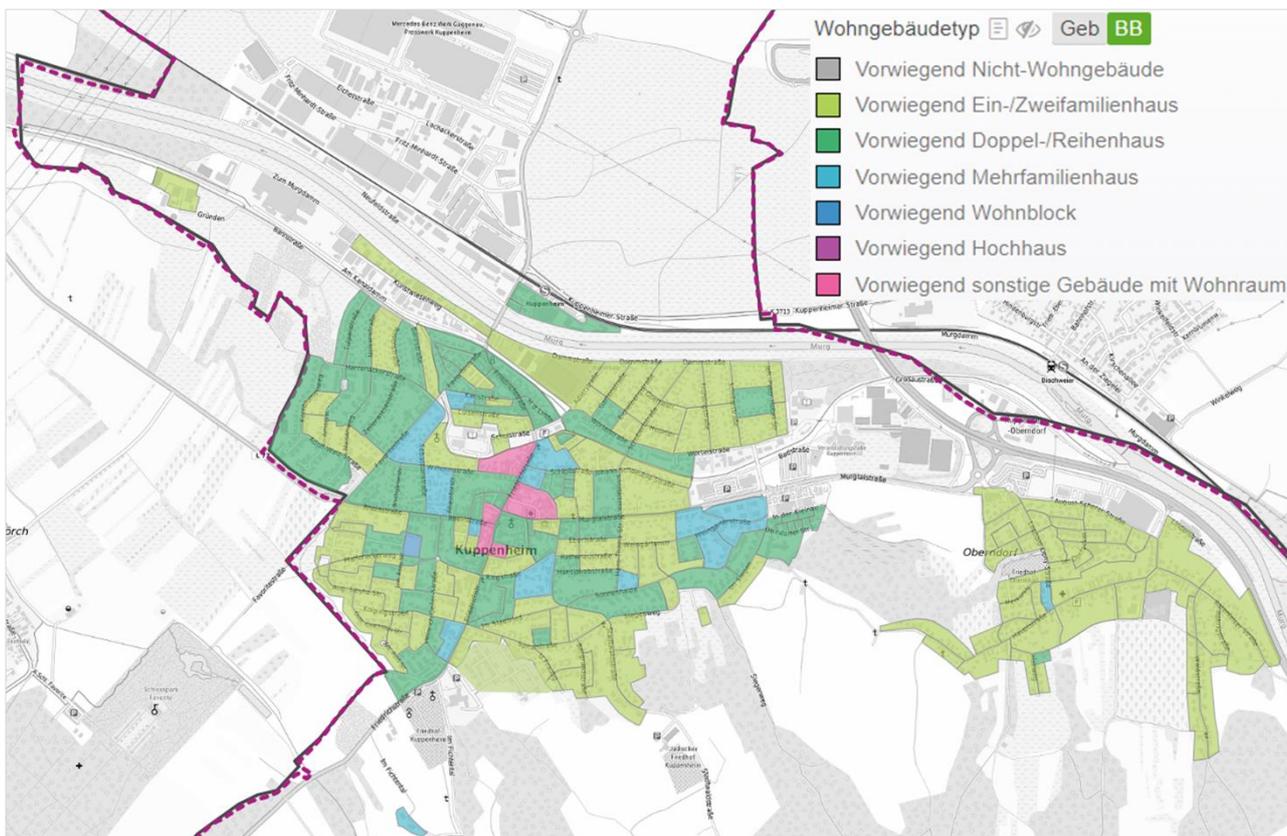


Abbildung 3: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

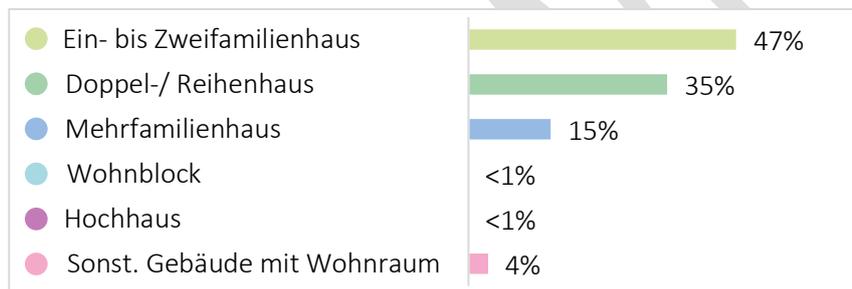


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

Gebäudealtersverteilung

Die Gebäudealtersverteilung basiert auf den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters der Stadt Kuppenheim (LGL, 2024). Die hier dargestellten Baualtersklassen sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Baualtersklasse und folglich indirekt die Siedlungsentwicklung in Kuppenheim. In Abbildung 5 ist die Gebäudealtersverteilung auf Baublockebene dargestellt. Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Gebäude vor der 1. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1979 errichtet wurden bzw. nur ein Bruchteil der Gebäude (mit Schwerpunkt in den Ortsrandlagen) aus den Jahren nach 2002 stammt, als entsprechend höhere Anforderungen an die Gebäudehülle galten. Allerdings ist zu beobachten, dass einige der bestehenden Gebäude zwischenzeitlich teil- oder generalsaniert wurden und daher eine bessere Energieeffizienz aufweisen als ihr Baujahr vermuten lässt. Wie die vergangenen Jahre jedoch gezeigt haben, liegt die Sanierungsrate mit weniger als 1 % deutlich unter den Erwartungen des Bundes zur Erreichung der Energieeffizienzziele (BBB, 2023). Innerhalb der Kommune sind 35 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen.

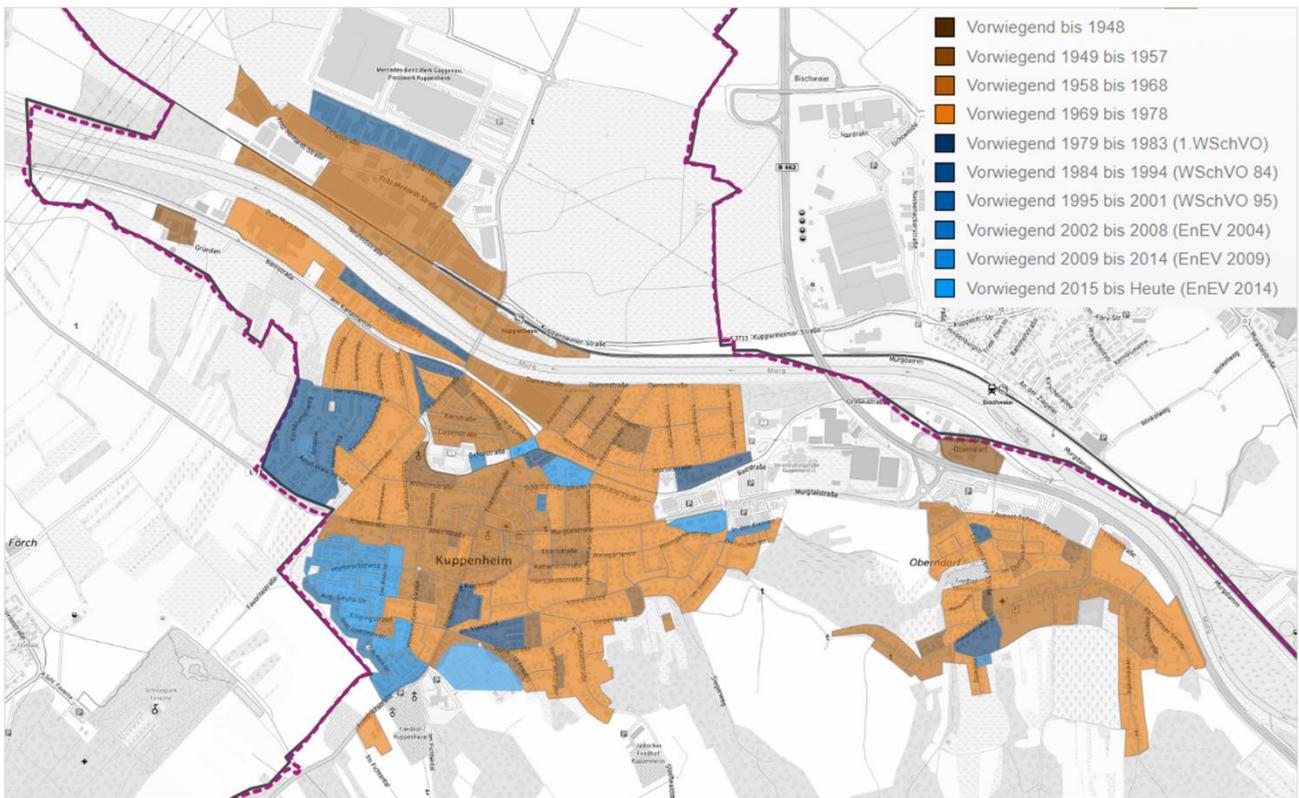


Abbildung 5: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

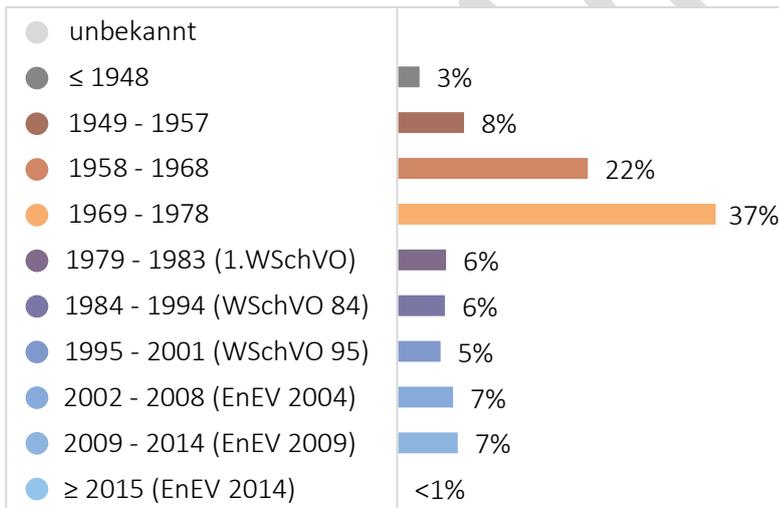


Abbildung 6: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen

Als Grundlage für die Erfassung der Heizkessel, Übergabestationen, Öfen usw. dienen Auswertungen der Netzanschlüsse sowie aus den Kkehrbüchern der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger. (eneREGIO GmbH, 2023; bBSF, 2023)

In Summe umfassen die Kkehrbuchdaten 3.740 Feuerstätten in 2.531 Gebäuden. Auch nach manueller Nachbearbeitung der Daten konnte ein Anteil von 2 % aufgrund nicht zuordenbarer Adressdaten keinem Gebäude zugeschrieben werden. Nach Ergänzung der Datenbasis um Angaben zu den vorhandenen Wärmenetzanschlüssen sowie den mit Wärmestrom versorgten Gebäuden (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) ergibt sich eine umfassende Darstellung der in der Stadt Kuppenheim eingesetzten Energieträger.

Die Darstellungen in Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen, dass Erdgas im Bereich der Wohngebäude sowie in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie der Industrie eine große Bedeutung hat.

Der Großteil der Gebäude wird überwiegend mit Erdgas (33 %) und Heizöl (32 %) beheizt. Ein weiterer nennenswerter Anteil entfällt auf Gebäude, die mit Strom beheizt werden. Dabei handelt es sich überwiegend um ältere Nachtspeicherheizungen und zu einem geringen Teil um neuere Wärmepumpen.

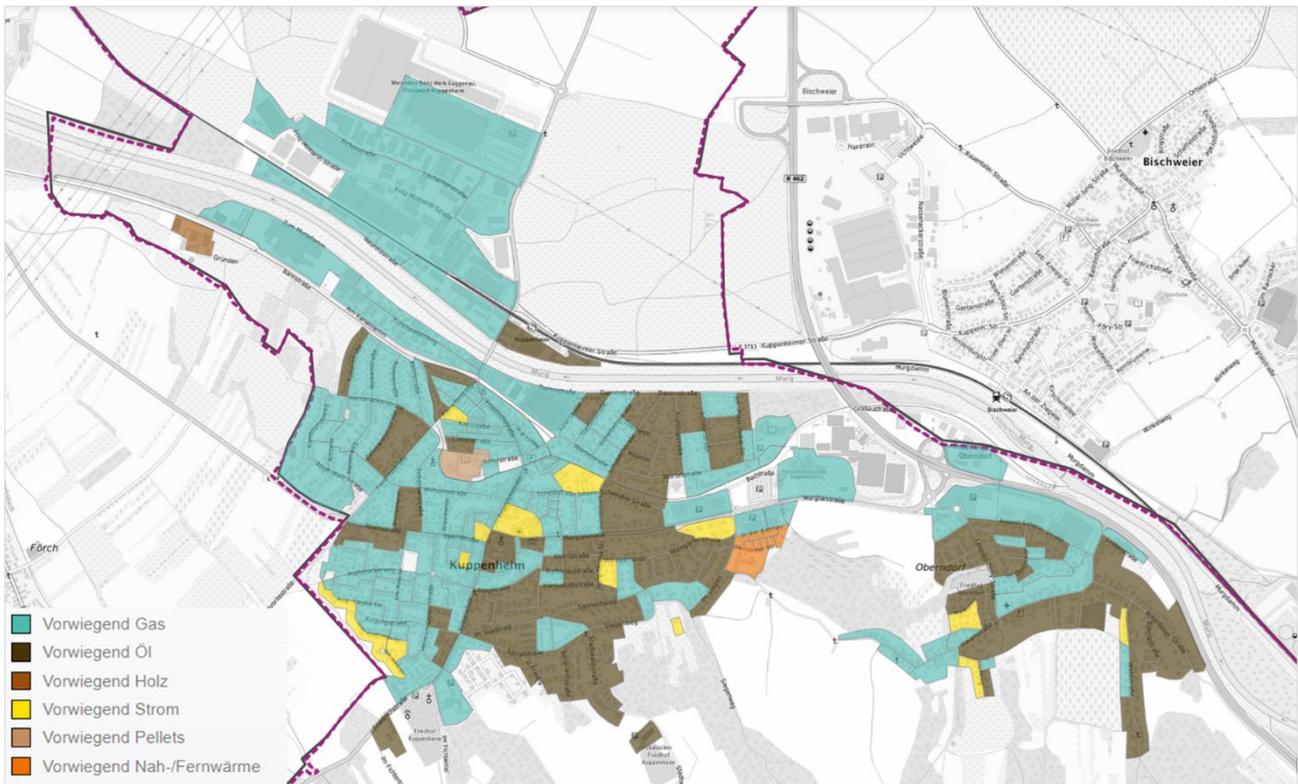


Abbildung 7: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene

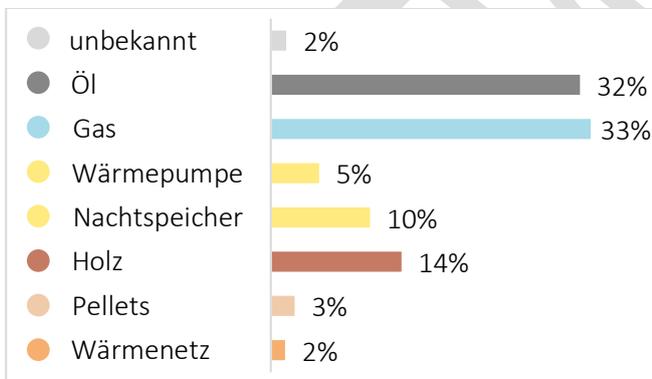


Abbildung 8: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde zudem die Altersverteilung der Feuerstätten untersucht. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten¹ ergibt sich für die bekannten Einbaujahre ein mittleres Alter der Heizungsanlagen von ca. 19 Jahren (Median 17 Jahre). Dabei sind 40 % der Feuerstätten älter als 20 Jahre, was darauf hinweist, dass in absehbarer Zeit mit einer Erneuerung der Heizungsanlagen zu rechnen ist. Während Erdgasheizungen im Durchschnitt erst 15 Jahre alt sind, sind die Ölheizungen im Durchschnitt rund 24 Jahre in Betrieb. Die Abbildungen 9 und Abbildung 10 veranschaulichen die räumliche Verteilung der Feuerstätten-Altersklassen über das Stadtgebiet sowie die bilanzielle Auswertung.

¹ Für die Gebäude mit Wärmenetzanschlüssen sowie den mit Wärmestrom versorgten Gebäuden konnte kein Einbaujahr der Heizungsanlagen ermittelt werden. Aus diesem Grund ist bei 19 % der Hauptheizungen kein Einbaujahr bekannt.

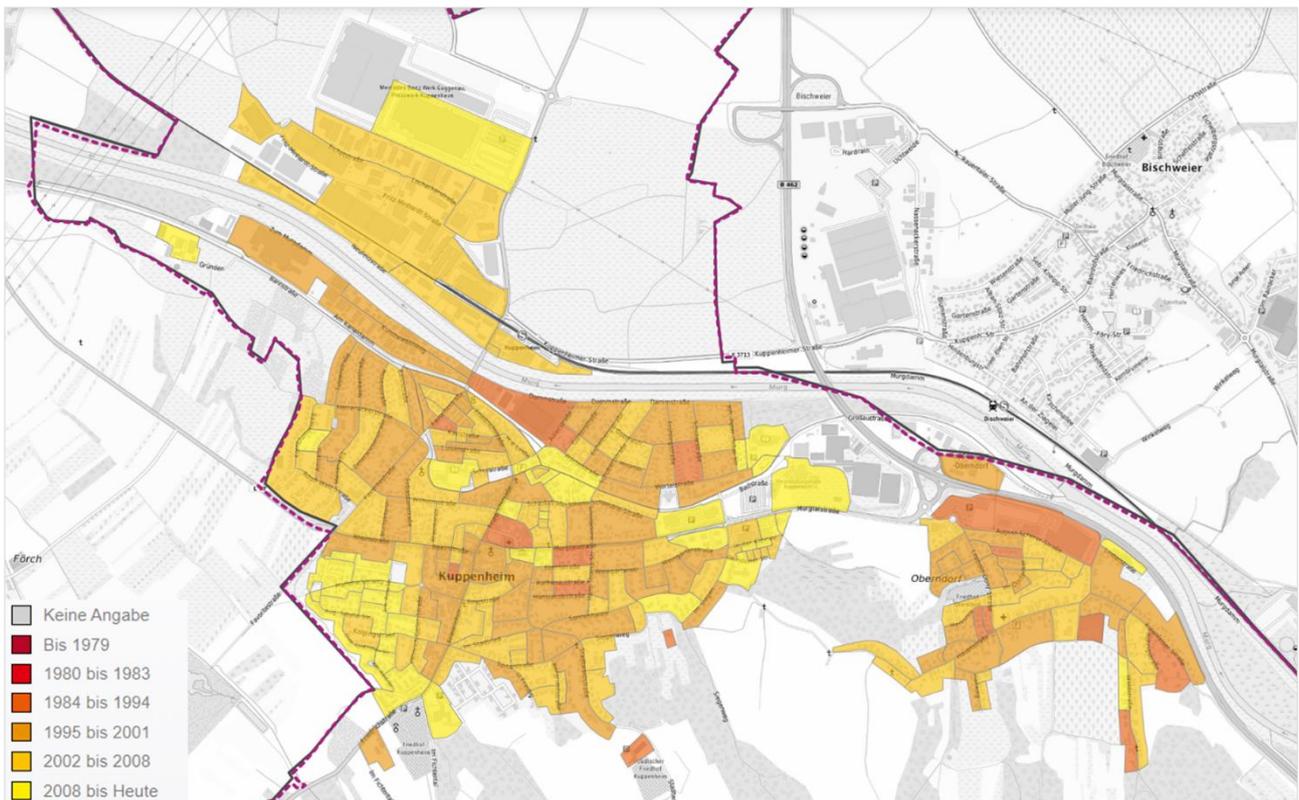


Abbildung 9: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

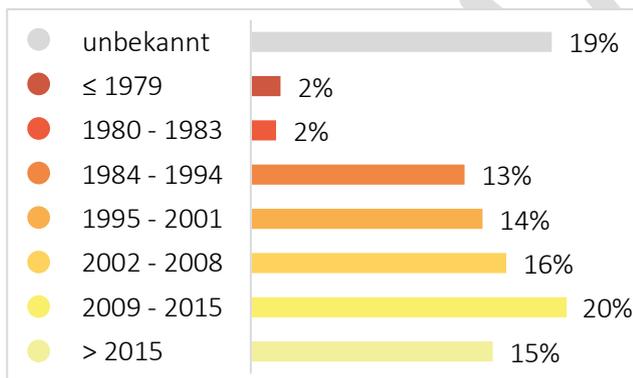


Abbildung 10: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen

Großverbraucher

In Kuppenheim konnten zwölf Großverbraucher² mit einem Verbrauch von mehr als 100.000 MWh/a identifiziert werden. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Großverbraucher nicht möglich.

Leitungsgebundene Infrastruktur

Im Folgenden werden alle vorhandenen leitungsgebundenen Infrastrukturen der Stadt Kuppenheim, welche eine Rolle in der kommunalen Wärmeplanung spielen, dargestellt.

Gasnetz

Die Versorgung des gesamten Stadtgebiets erfolgt gegenwärtig über das weit verzweigte Gasnetz, wie in Abbildung 11 dargestellt. Derzeit sind rund 940 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante

² Die Zuordnung als Großverbraucher wurde in Abstimmung mit der Stadtverwaltung definiert. Ebenso wurden bei der Betrachtung der Großverbraucher keine Wohngebäude betrachtet.

oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung Kuppenheim nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis 2030 laufenden Konzession ist die eneREGIO GmbH für den Betrieb des Erdgasnetz von Kuppenheim zuständig. Transformationspläne, welche durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüft wurden, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor.

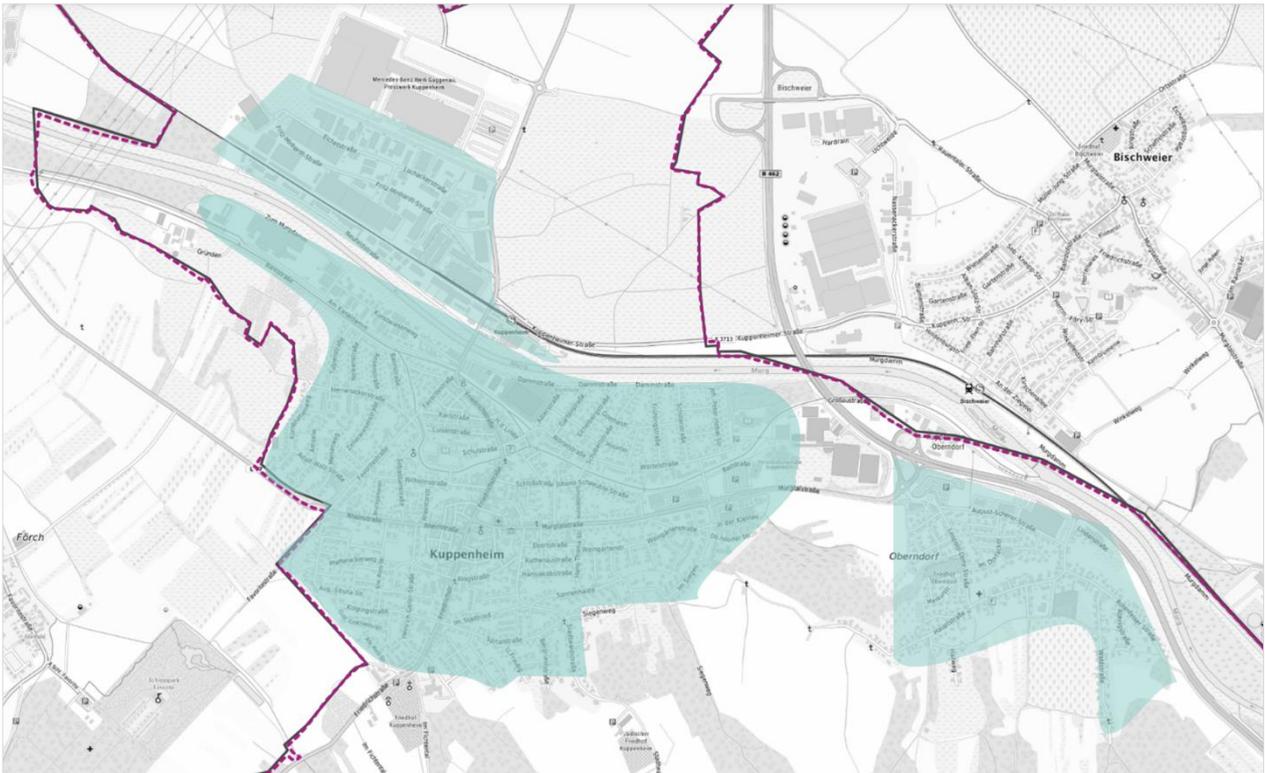


Abbildung 11: Räumliche Verortung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur (eneREGIO GmbH, 2023)

Wärmenetze

In der Stadt Kuppenheim existiert ein bekanntes Wärmenetz „In der Kleinau“. Wie Tabelle 1 zu entnehmen ist, hat dieses Netz eine Länge von rund 0,5 km. Abbildung 12 zeigt die Lage des Netzes. Der Anteil erneuerbarer Energien in diesen Wärmenetzen betrug im Jahr 2023 0 % (0 MWh von 360.000 MWh). Aufgrund der geringen Netzgröße ist der Netzbetreiber nicht gemäß §32 WPG bis Ende 2026 zur Aufstellung eines Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplans verpflichtet³.

³ Eine Ausnahme gilt für jene Netze, die eine Länge von 1 km nicht überschreiten oder bei einer Länge von maximal 10 km bis Ende 2026 mit einem Anteil von mindestens 65 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus gespeist wird. Grundsätzlich müssen alle Bestandwärmenetze gemäß §29 Abs. 1 WPG ab Anfang 2030 zu mindestens 30 % und ab Anfang 2040 zu mindestens 80 % mit erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus, versorgt werden.



Abbildung 12: Räumliche Verortung bestehender Wärmenetze

Tabelle 1: Bestehende Wärmenetze und Heiz(kraft)werke

Bezeichnung	Netzbetreiber	Netzart ⁴	Inbetriebnahmejahr	Trassenlänge m	Wärmemenge kWh	Anzahl Anschlüsse	Energie-träger
In der Kleinau	Stadtwerke Ettlingen	Wärmenetz	2008	496	360.000	40	Erdgas

Neben dem Wärmenetz „In der Kleinau“ ist noch ein Gebäudenetz in Kuppenheim vorhanden. Dieses verbindet die Werner-von-Siemens-Realschule und die Großsporthalle Cuppamare. Als Wärmerzeuger werden in diesem Gebäudenetz ein Blockheizkraftwerk (Erdgas) und ein Spitzenlastkessel (Erdgas) eingesetzt.

Stromnetz

Das Stromnetz in Kuppenheim versorgt heute das gesamte Stadtgebiet. Im Rahmen der bis 2032 laufenden Konzession ist die eneREGIO GmbH für den Betrieb des Stromnetzes der Stadt Kuppenheim zuständig. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lagen keine Ausbauplanungen und Schwachstellenanalysen für das betreffende Netz vor.

Abwassernetz

Das Abwassernetz der Stadt Kuppenheim sorgt dafür, dass gegenwärtig die gesamte Stadt über dieses entwässert wird. Das Abwasser der Stadt Kuppenheim wird in die Kläranlage des Abwasserverbands Murg (Standort Rastatt) eingeleitet. Die folgende Abbildung 14 zeigt die Hauptsammler der Stadt Kuppenheim.

⁴ Nach §3 Abs. 1 Satz 9a GEG beschreiben Gebäudenetze ein Wärmenetz für eine Versorgung von mindestens zwei und maximal 16 Gebäuden (Wohngebäude oder Nichtwohngebäude) und bis zu 100 Wohneinheiten. Dementgegen dienen Wärmenetze der Versorgung der Allgemeinheit mit leitungsgebundener Wärme ab einer Größe von mehr als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten.

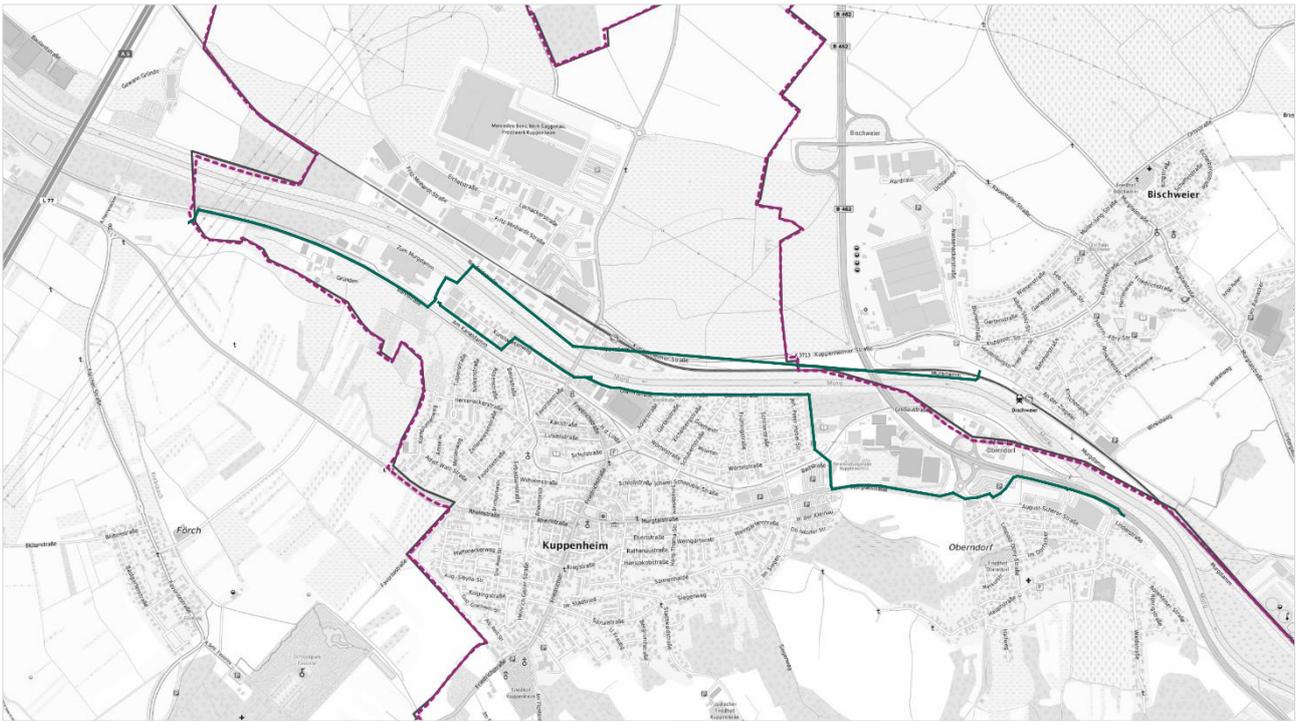


Abbildung 13: Räumliche Verortung des Abwassernetzes (Abwasserverband Murg, 2024)

Energie- und Treibhausgasbilanz

Für eine fundierte Bewertung der Ist-Situation sowie zur Entwicklung von Klimaschutzzielen ist die Ermittlung von Informationen über die aktuelle Wärmeversorgung und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen zwingend erforderlich. Die Bilanzierung einer endenergiebasierten Territorialbilanz⁵ erfolgt mit Hilfe des Bilanzierungstools BICO2 BW, welches auf dem BSKO-Standard basiert. Dieses bildet die Grundlage für die anschließende Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung sowie für die Planung eines effizienten Ressourceneinsatzes.

Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Die Ermittlung des Wärmebedarfs basiert auf den in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Merkmale wie Gebäudealter, Gebäudetypen und Gebäudenutzfläche herangezogen um mit ihnen auf typische Bauweisen und Bauteile der Gebäude zu schließen und mit energetischen Kennwerten des Instituts für Wohnen und Umwelt zu bewerten. (IWU, 2022)

Bei Gebäuden, die über leitungsgebundene Energieträger (Erdgas, Strom und Wärme) versorgt werden, liegen die konkreten Verbrauchswerte seitens der Energienetzbetreiber vor und werden in die Berechnung mit einbezogen (eneREGIO GmbH, 2023). Die Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften basieren auf der Energiedatenerfassung gemäß §18 KlimaG BW. Zur Abschätzung der Verbräuche in den Sektoren GHD sowie Industrie wurden vorausgewählte Unternehmen mittels eines Fragebogens zur Datenerfassung kontaktiert.

Der Wärmeverbrauch der Stadt Kuppenheim belief sich im Jahr 2023 auf rund 72.400 MWh vgl. Abbildung 14. Der Anteil der mittels fossiler Energieträger erzeugten Wärme beträgt rund 77 %. Dabei deckt Erdgas mit etwa 41 % den größten Teil des Bedarfs. Der Anteil der mit Heizöl erzeugten Wärme beträgt 32 %. Über Strom werden 4 % der Energie zur Wärmeversorgung bereitgestellt. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Erzeugung effizienter Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) tragen zu einem Anteil von rund 23 % zur

⁵ Per Definition werden bei einer endenergiebasierten Territorialbilanz „alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die z. B. am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die THG-Emissionen berechnet. Graue Energie wird nicht bilanziert.“ (Hertle, et al., 2014, S. 15)

Wärmeerzeugung bei. Mit 18 % nimmt die Biomasse den größten Anteil ein. Die restlichen 5 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme.

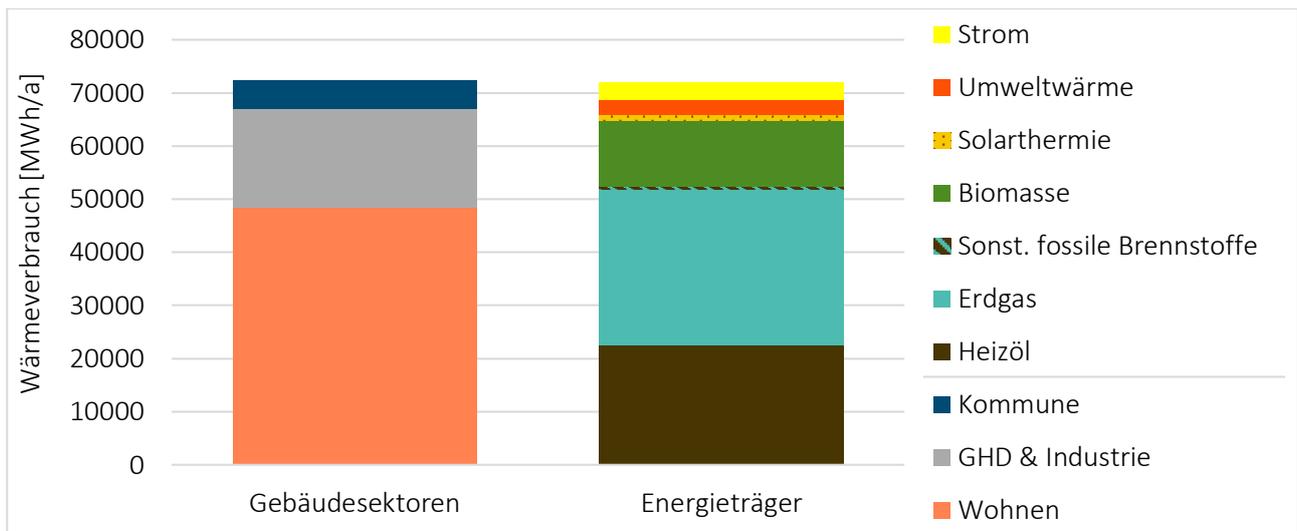


Abbildung 14: Wärmeverbrauchs Bilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

Bei genauer Betrachtung der Energieträgerverteilung auf die einzelnen Gebäudesektoren entfallen rund 67 % des Wärmeverbrauchs auf die Wohngebäude, 25 % auf die Sektoren GHD & Industrie sowie 8 % auf die kommunalen Liegenschaften.

Eine geografische Verortung von Gebieten mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf können flächenbezogen der Abbildung 15 und bezogen auf die Wärmedichten⁶ der Abbildung 16 entnommen werden. Damit können gezielt Gebiete mit hohem Handlungsbedarf identifiziert werden.

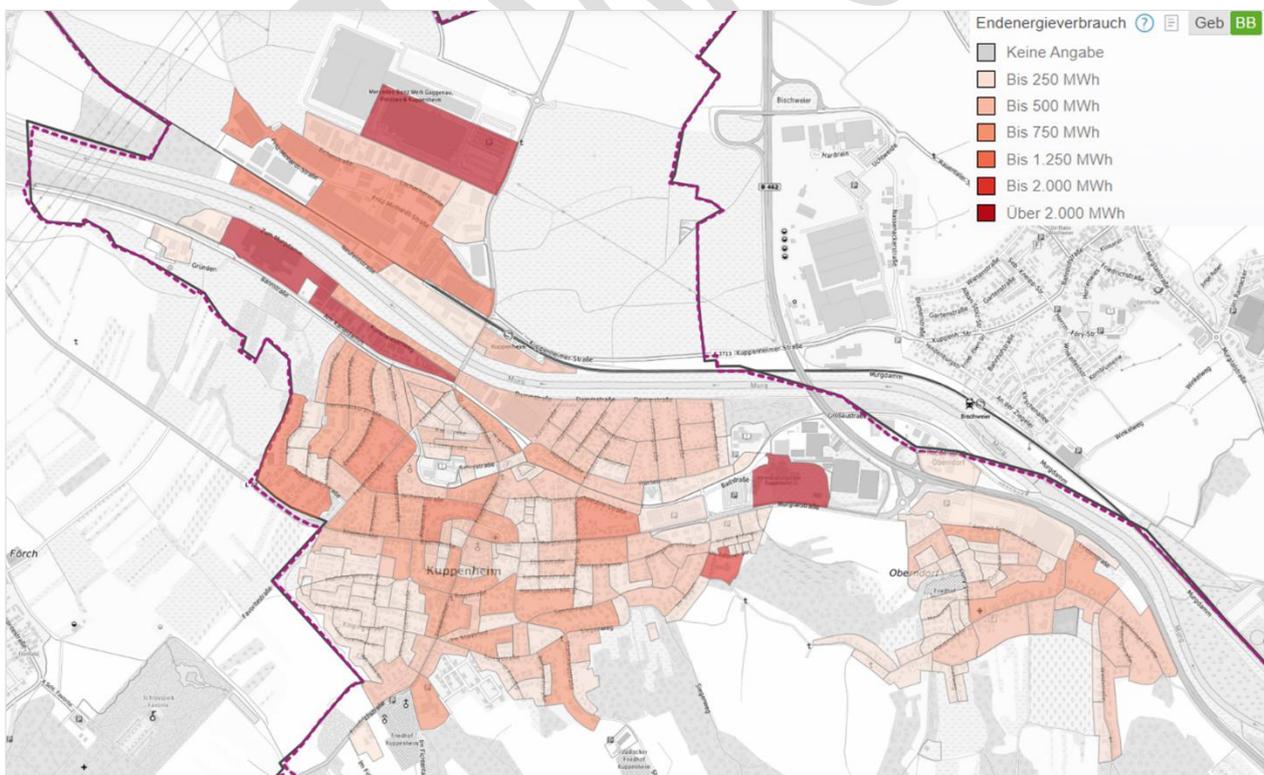


Abbildung 15: Räumliche Verortung des Endenergiebedarfs Wärme

⁶ Wärmedichten zeigen als Quotient aus Wärmemenge, die innerhalb eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher abgesetzt wird und dem laufenden Straßenmeter auf. Diese dienen z. B. als Planungsgrundlage für den Ausbau von Wärmenetzen.

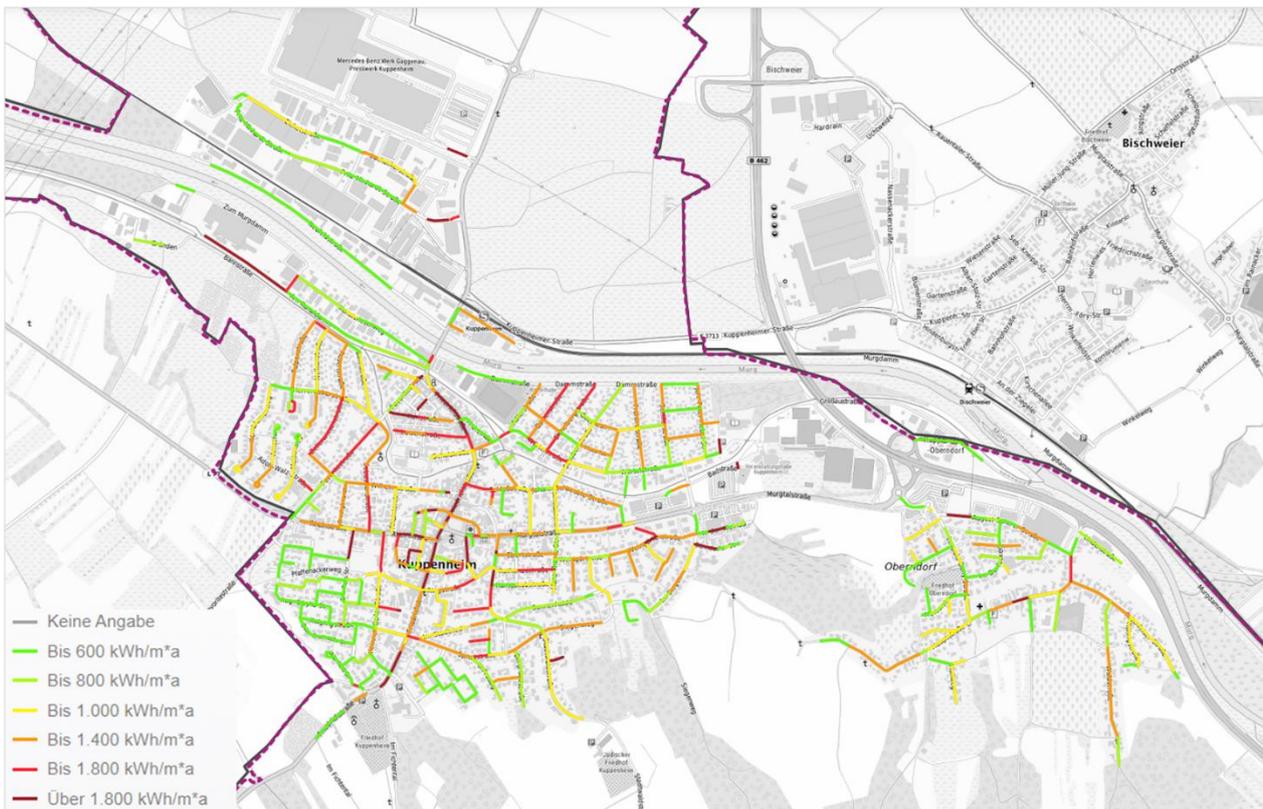
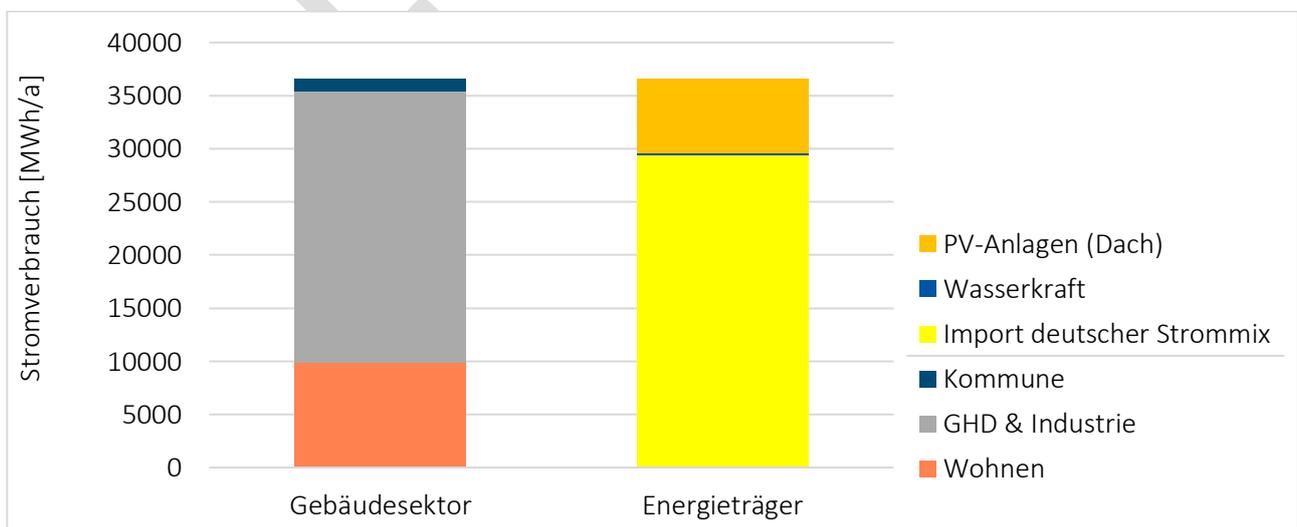


Abbildung 16: Räumliche Verortung der Wärmeliniendichten (Endenergie inkl. Hausanschlüssen)

Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Stadt Kuppenheim beträgt im Jahr 2023 ca. 40.000 MWh. Davon entfallen 67 % auf die Sektoren GHD & Industrie. Die Wohngebäude stellen den zweitgrößten Verbraucher mit 30 % dar. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen 3 %. Der relative Anteil des Stroms am Gesamtenergiebedarf der Stadt Kuppenheim beträgt 25 %.

Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt heute zur Deckung von ca. 18 % des Strombedarfs der Stadt Kuppenheim bei und wird nahezu vollständig durch Photovoltaik-Anlagen gedeckt. Ein marginaler Anteil (<1 %) wird zusätzlich durch Wasserkraft bereitgestellt. Bei den restlichen 82 % handelt es sich um Strom mit der Zusammensetzung des deutschen Strommixes. Da in diesem wiederum auch ein Anteil von 52 % (Stand 2023) erneuerbar zur Verfügung steht (AGEE-Stat, 2023), beträgt der relative Stromanteil aus erneuerbaren Energien in Kuppenheim 61 %.



Energieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern

Im Jahr 2023 wurden im Verkehrssektor rund 48.400 MWh Kraftstoff und unter 200 MWh Strom verbraucht, was einem Anteil von ca. 30 % am Gesamtenergiebedarf der Stadt Kuppenheim entspricht. Der Kraftstoff stammt dabei zum Großteil aus fossilen Energieträgern.

Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der Treibhausgasbilanz basiert auf den eingesetzten Energieträgern, die mit entsprechenden Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog der KEA-BW multipliziert werden, um die resultierenden Treibhausgasemissionen zu ermitteln (KEA-BW, 2023). Die ermittelten Mengen stellen die im Jahr 2023 anfallenden Treibhausgasemissionen dar. Das Ziel einer dekarbonisierten Wärmeversorgung impliziert dabei eine Reduktion der Emissionen auf ein Niveau nahe Null.

Insgesamt ergeben sich für Kuppenheim Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Höhe von ca. 14.600 tCO₂-Äq/a. Für den Stromsektor ergeben sich Treibhausgasemissionen von ca. 15.300 tCO₂-Äq/a und für den Verkehrssektor ungefähr 15.100 tCO₂-Äq/a. Die sektorale Verteilung ist in Abbildung 18 dargestellt.

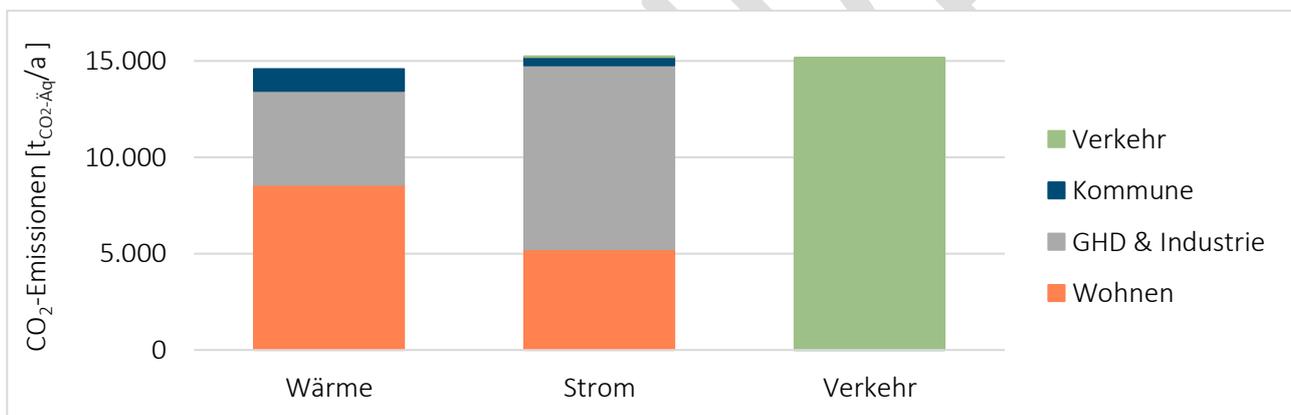


Abbildung 18: Energieträgerspezifische Emissionen in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr

Gesamtenergiebilanz

Die folgende Übersicht zeigt sowohl die aktuellen Energieverbräuche als auch die Potenziale erneuerbarer Energien und deren Anteil an der Bedarfsdeckung.

Tabelle 2: Übersicht Energie- und Treibhausgasbilanz (Bestand)

	Wärme	Strom	Verkehr
Energieverbrauch	MWh/a		
Aktueller Verbrauch	72.400	40.000	48.400
Treibhausgasemissionen	t _{CO₂-Äq} /a		
Aktueller Ausstoß	14.600	15.300	15.100
Energieerzeugung	MWh/a		
Bestand erneuerbare Energien (lokal erzeugt)	16.400	7.200	
Bedarfsdeckung	MWh/a		
Überschuss erneuerbare Energieerzeugung	0	0	
Defizit erneuerbare Energieerzeugung	55.400	32.800	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch	23 %	18 %	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch (inkl. deutscher Strommix)	-	61 %	

Potenzialanalyse

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse erfolgt in der Potenzialanalyse sowohl die Prognose des Energiebedarfs als auch die Ermittlung der für die Wärmeversorgung nutzbaren erneuerbaren Energiemengen.

Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Realisierung und Umsetzung von Effizienz- und Einsparpotenzialen im Rahmen der Energiewende ist in allen Energiesektoren technisch möglich. So kann der spezifische Wärmebedarf im Gebäudebestand durch Effizienzmaßnahmen drastisch gesenkt werden. Gerade im Gebäudebereich weichen die Erfolge jedoch stark von den Zielvorstellungen ab. Die Sanierungsrate⁷ liegt seit Jahren unter einem Prozent (BBB, 2023). Um die Klimaziele des Bundes bis zum Zieljahr 2045 zu erreichen, sollte die Rate jedoch auf über 2 % steigen. Das Land Baden-Württemberg weist das Zieljahr 2040 aus und fordert in diesem Zusammenhang gemäß §10 KlimaG BW eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor um 49 % bis 2030 gegenüber 1990. Bis 2022 sanken die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Baden-Württemberg um 26 % ($\varnothing 1,2\%/a$) (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2023).

Wohngebäude

Je nach Gebäudealter und Bausubstanz ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten, das eigene Wohngebäude „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für jedes einzelne Bestandsgebäude das Einsparpotenzial (nach Bauteilkatalog) berechnet, vgl. Abbildung 19. Dies gibt einen ersten Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial in Kuppenheim ist. Hieraus können sich in vielen Fällen auch wirtschaftliche Anreize ergeben, die in der Regel eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Umsetzung darstellen. Insbesondere die zukünftig steigende CO₂-Besteuerung, das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie die für 2025 geplante Novellierung des Klimaschutz- und Klimaanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) werden erheblichen Einfluss auf Investitionen in Energieeffizienz und -einsparung haben.

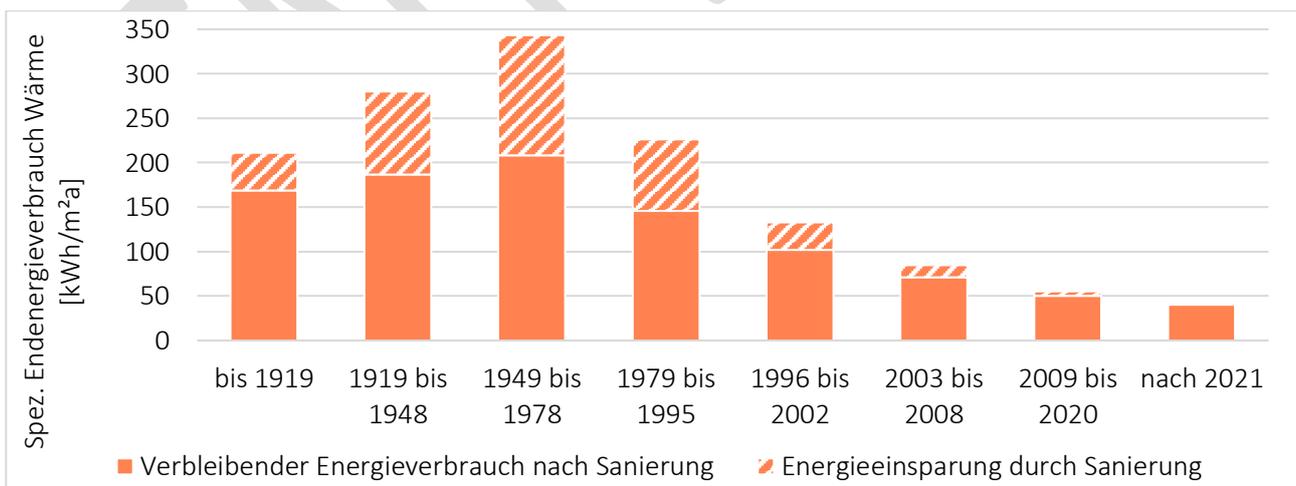


Abbildung 19: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualterklassen im Ist-Zustand und nach energetischer Sanierung für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

⁷ Die Sanierungsrate gibt grundsätzlich an, welcher Gebäudeanteil durchschnittlich pro Jahr saniert wird. Eine Sanierungsrate von 1 % bedeutet beispielsweise, dass jährlich eines von 100 Gebäuden saniert wird. Folglich würde es 100 Jahre dauern bis alle Gebäude saniert wurden.

Die angenommenen Raten für energetische Sanierungen betragen 0,8 % (Sanierungsrate in Deutschland in 2023), 2,3 % (notwendige Sanierungsrate zur Zielerreichung in Baden-Württemberg) und 1,3 % (Sanierungsrate in Baden-Württemberg zwischen 2016 und 2020) (BBB, 2023; ZSW; ifeu; Öko-Institut; ISI; HIR, 2022; KEA BW, 2022).

Folgende Ergebnisse ergeben sich für den Gebäudebestand bis 2040 abhängig der Sanierungsrate:

- Sanierungsrate von 2,3 %: 34 % der Wohngebäude energetisch saniert
- Sanierungsrate von 1,3 %: 21 % der Wohngebäude energetisch saniert
- Sanierungsrate von 0,8 %: 13 % der Wohngebäude energetisch saniert

Da in Kuppenheim derzeit das Neubaugebiet „Alte Täschnerei“ erschlossen wird, wird der zu erwartende Wärmebedarf in die Bedarfsentwicklung einbezogen. Bei der Betrachtung der Neubauten wird ein KfW-55 Standard angesetzt und der geplante Wohnflächenbedarf berücksichtigt. Durch den Zubau ergibt sich im Endausbau ein zusätzlicher Wärmebedarf ab dem Jahr 2025 in Höhe von 1.100 MWh/a.

Nichtwohngebäude

Der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden wird im Gegensatz zu Wohngebäuden in der Regel stärker durch die Nutzung als durch die Baualtersklasse und den Sanierungsstand bestimmt. Für die Gebäudesektoren Industrie und anteilig GHD ist eine Abschätzung insbesondere hinsichtlich der Entwicklung des Prozesswärmebedarfs nicht möglich. Dieser steht in direktem Zusammenhang mit der zukünftigen Effizienzsteigerung der technischen Prozesse sowie der wirtschaftlichen Entwicklung. Da hierzu keine allgemeingültigen, fundierten Aussagen getroffen werden können, werden die Einsparungen auf Basis dreier unterschiedlicher Varianten ermittelt. Zum einen wird davon ausgegangen, dass sich die Energieeinsparungen durch zukünftige Effizienzsteigerungen und der Anstieg des Prozesswärmebedarfs durch weiteres Wirtschaftswachstum die Waage halten. Unter dieser Annahme wird also im Mittel keine Veränderung des Prozesswärmebedarfs erwartet. Zum anderen können zur Abschätzung der zukünftigen Verbräuche die Rückmeldungen aus den Unternehmensfragebögen individuell für die Kommune ausgewertet und hochgerechnet werden. Als dritte Variante werden die in Abbildung 20 dargestellten pauschalen, gebäudesektorspezifischen Annahmen der KEA BW zugrunde gelegt (KEA-BW & UM, 2021). Daraus ergibt sich eine potenzielle Veränderung des Wärmebedarfs bis 2040 um 33 % auf 16.000 MWh/a.

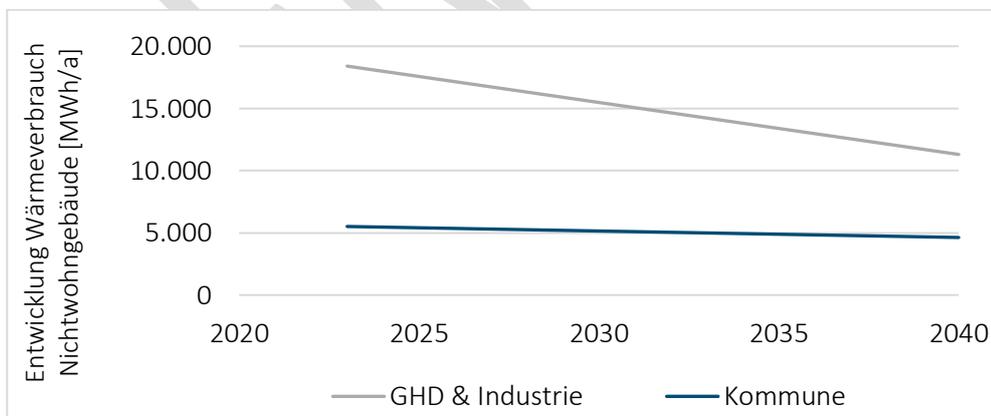


Abbildung 20: Pauschale, gebäudesektorspezifische Annahmen zur Veränderung des Wärmeverbrauchs für Nichtwohngebäude (KEA-BW & UM, 2021)

Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung

Die folgenden Analysen basieren auf Geodaten, Luftbildern und Fachinformationssystemen. Die Auswertung erfolgt nach definierten und wissenschaftlich anerkannten Methoden. Dabei ist zu beachten, dass es sich

grundsätzlich um eine rein technisch-wirtschaftliche Ersteinschätzung auf Basis allgemein gültiger Annahmen handelt. Die kommunalen Potenziale sind im weiteren Verfahren zu konkretisieren und auf ihre grundsätzliche Umsetzbarkeit hin zu überprüfen. Politische Entscheidungen über die Nutzung einzelner Potenziale werden im Rahmen der Potenzialdarstellung erläutert aber nicht berücksichtigt. Es soll lediglich aufgezeigt werden, welche Potenziale vorhanden und aus heutiger Sicht grundsätzlich nutzbar sind. Eine Aktualisierung dieser Potenziale, sowohl in Form einer Erhöhung als auch einer Verringerung, kann z. B. im Rahmen weiterer vertiefender Untersuchungen erfolgen. Diese Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden „Kommunale Wärmeplanung“ der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW & UM, 2021).

Auf den weiteren Seiten werden folgende lokal verfügbare Potenziale des Wärmesektors betrachtet und kurz dargestellt:

- Abfall
- Biomasse
- Deponie-, Klär- & Grubengas
- ‚Grüne Gase‘
- Industrielle Abwärme
- Solarthermie
- Umweltwärme
- Tiefengeothermie

Abfall

Auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim findet keine Wärmeerzeugung aus Abfällen in entsprechenden Verbrennungsanlagen statt. Aus heutiger Sicht werden auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

Biomasse

Ein weiteres Potenzial zur regenerativen Erzeugung von Strom und Wärme liegt in der Nutzung biogener Reststoffe. Der unter nachhaltigen Gesichtspunkten lokal in den Wäldern auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim anfallende energetisch nutzbare Jahreseinschlag an Holz sowie Waldhackgut ermöglicht eine energetische Bereitstellung von ca. 6.300 MWh/a. Grundlage hierfür sind Angaben des Revierförsters der Stadt über den Holzeinschlag der letzten Jahre sowie die Größe der Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021). Als weiteres Potenzial können vor Ort gesammelte Grünabfälle und Altholzreste angesehen werden. Daraus ergibt sich ein Potenzial von 1.500 MWh/a, welches derzeit über den Landkreis Rastatt verwertet wird. Insgesamt ergibt sich ein nachhaltig nutzbares Biomassepotenzial von ca. 7.800 MWh/a und damit eine bilanzielle Überschreitung des lokal genutzten Biomasseanteils (Nutzung Biomasse 2023: 12.500 MWh).

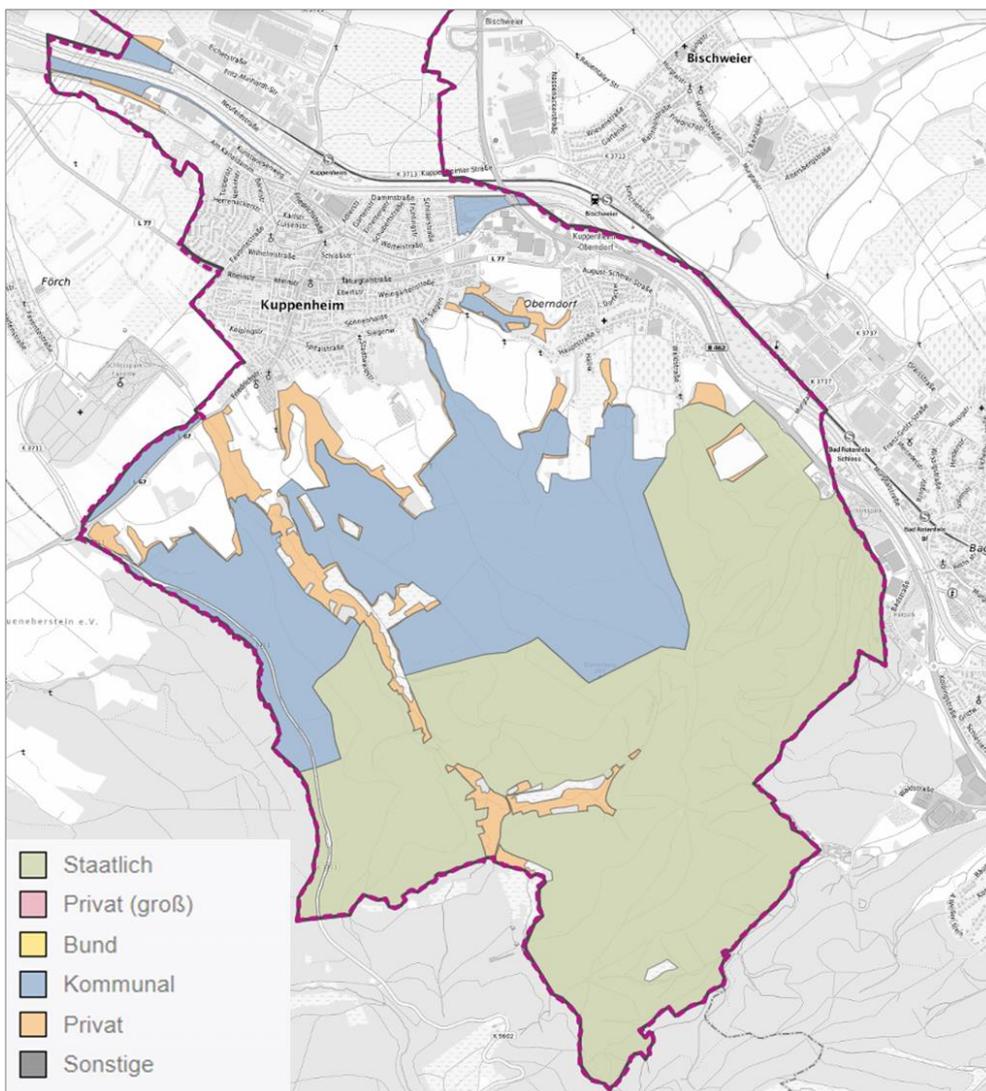


Abbildung 21: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021)

Deponie-, Klär- & Grubengas

Auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim findet keine Wärmeerzeugung auf Basis von Deponie-, Klär- oder Grubengas statt. Es werden derzeit auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

„Grüne Gase“

Unter „grünen Gasen“ werden vor allem die Energieträger Biogas, Wasserstoff und synthetische Brennstoffe zusammengefasst. Auf dem Stadtgebiet von Kuppenheim erfolgt zurzeit keine Wärmeerzeugung auf Basis von „grünen Gasen“. Es werden derzeit auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

Industrielle Abwärme

Abwärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt bei Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen in Industrie- und Gewerbebetrieben anfällt, wird derzeit noch überwiegend ungenutzt an die Umgebung abgegeben, z.B. in Form von heißen Abgasen oder Kühlwasser. Im Rahmen einer geeigneten Nutzungskaskade sollte diese Abwärme vorrangig innerhalb des eigenen Unternehmens zurückgeführt, an benachbarte Betriebe abgegeben oder in benachbarte Wärmenetze integriert werden. Abhängigkeiten ergeben sich dabei vor allem aus dem Wärmeträgermedium, dem Temperaturniveau, der Wärmemenge sowie der zeitlichen Verfügbarkeit.

Die im Folgenden dargestellten Potenziale zur Abwärmenutzung basieren auf Unternehmensbefragung bei Industrie- und Gewerbeobjekten im Rahmen der Bestandsaufnahme, vgl. S. 12. Aktuell genutzte Potenziale ergeben sich daraus nicht. Dennoch konnten für den Niedertemperaturbereich (kleiner 80 °C) Potenziale in **ENERGIEplan**

Höhe von 1.200 MWh/a ermittelt werden. Für den Hochtemperaturbereich (größer 80 °C) liegen keine Potenziale vor. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Abwärmequellen nicht möglich.

Solarthermie

Die Sonne ist der größte Energielieferant der Erde. Seit Ende der 80er Jahre wird diese Energie nicht nur passiv (durch die Erwärmung von Bauteilen), sondern zunehmend auch aktiv durch Solarkollektoren zur Erwärmung des Brauch- und Heizungswasser im Gebäude genutzt.

Dachflächen

Die derzeitige Nutzung dieses Potenzials beträgt rund 1.100 MWh/a. Für Kuppenheim wurde ein Gesamtpotenzial auf den Dachflächen von knapp 4.800 MWh/a identifiziert (die solare Nutzung erfolgt überwiegend durch Photovoltaik). Die grundsätzliche Eignung der Gebäudedächer ist analog zur Photovoltaik der Abbildung 27 zu entnehmen.

Freiflächen

Für die Energiebereitstellung in Wärmenetzen ist die Solarthermie auf Freiflächen bereits heute ein wichtiger Baustein und kann vor allem im Sommerhalbjahr die Grundlastwärme bereitstellen. Bei Freiflächenanlagen wird die Wärme über einen Speicher in das Netz eingespeist. In Kuppenheim sind aktuell keine Freiflächen-solarthermianlagen in Betrieb. Im Rahmen der Potenzialanalyse konnten keine Potenzialflächen identifiziert werden.

Umweltwärme

Als Umweltwärme werden in Folgenden alle Wärmequellen aus Gewässern, dem Erdreich oder der Außenluft zusammengefasst. Diese niederwertige Energieform wird in der Regel mittels Wärmepumpen nutzbar gemacht. Dabei wird der Umwelt Wärme entzogen und mittels einer Antriebsenergie (in der Regel Strom aber z. B. auch Gas möglich) auf ein höheres Temperaturniveau angehoben. Bevorzugte Gebäude für den Einsatz von Wärmepumpen sind vor allem Gebäude mit einem guten energetischen Standard und entsprechend niedrigen Vorlauftemperaturen im Wärmeverteilsystem. Dies ist vor allem bei Neubauten und energetisch sanierten Altbauten der Fall. Aber auch unsanierte Altbauten können durchaus mit Wärmepumpen versorgt werden. Hier können jedoch (Teil-)Sanierungen bzw. bauliche Anpassungen, z.B. in Form einer Vergrößerung der Heizflächen, notwendig sein.

Im Gesamten sind in Kuppenheim 150 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeerzeugung von rund 2.700 MWh/a im Einsatz. (eneREGIO GmbH, 2023)

Abwasser

Durch die Wassernutzung in allen Gebäudesektoren und die anschließende Einleitung in die Kanalisation fällt relativ kontinuierlich erwärmtes Abwasser auf einem Temperaturniveau von i.d.R. über 10 °C an. Um dieses Potenzial nutzbar zu machen, wird davon ausgegangen, dass dem Abwasser die Wärme entzogen und anschließend größeren Gebäudekomplexen oder über entsprechende Wärmenetze zur Verfügung gestellt wird. Die nutzbare Wärmemenge hängt dabei direkt von der Durchflussmenge des Kanalnetzes bzw. der Kapazität der Kläranlage sowie der Abwassertemperatur ab.

Um einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmenutzung im Abwasserkanal zu ermöglichen, wird im Rahmen der Netzbetrachtung üblicherweise ein erforderlicher mittlerer Trockenwetterabfluss von ca. 15 l/s sowie ein Mindestkanaldurchmesser von DN 700 angesetzt. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass zur Nutzung der Abwasserwärme aus dem Kanalnetz nur eine geringe Temperaturabsenkung von maximal 0,5 bis 1 K möglich ist, um die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht negativ zu beeinflussen. Die Hauptsammler der Stadt

Kuppenheim sind in Abbildung 13 dargestellt. Bei Betrachtung der mittleren Trockenwetterabflüsse am Pumpwerk⁸ Kuppenheim zeigt sich ein Gesamtpotenzial von rund 400 MWh/a.

Oberflächengewässer

Auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim findet derzeit⁹ keine Wärmeerzeugung aus Oberflächengewässern statt.

Da jedoch die Murg durch Kuppenheim fließt, wird diese für die Potenzialbetrachtung untersucht. Für die Nutzung des Wasserwärmepotenzials wird angenommen, dass dem Wasser die Wärme über Wärmeübertrager entzogen und anschließend über entsprechende Wärmenetze zur Verfügung gestellt wird. Die nutzbare Wärmemenge steht dabei in direktem Zusammenhang mit der dauerhaft geführten Wassermenge sowie dem Jahresgang der Wassertemperatur und damit der möglichen Abkühlung des Wassers. Auch für diese Nutzung ist eine entsprechende wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Der Murg weist im Bereich Kuppenheim einen mittleren Niedrigwasserabfluss von $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ($=14.400 \text{ m}^3/\text{h}$) auf (LUBW; LGL; BKG, 2022). Hierdurch könnte durch den Einsatz von Wärmepumpen eine Wärmemenge von ca. 22.300 MWh bereitgestellt werden.

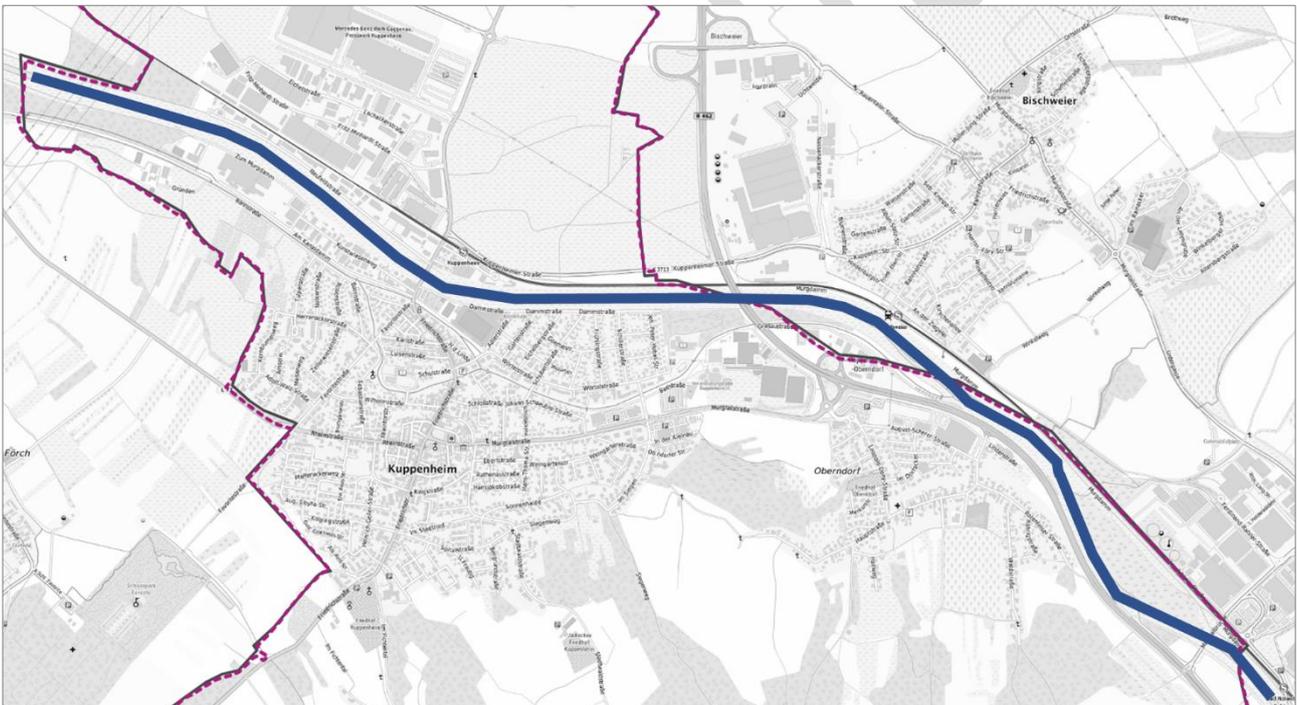


Abbildung 22: Verlauf der Murg (Blau), eigene Darstellung

Erdreich

Zur Wärmenutzung aus dem Erdreich, auch als oberflächennahe Geothermie bezeichnet, werden Sonden mit einer maximalen Bohrtiefe von 100 m genutzt. Die Erdwärme kann entweder in ein Wärmenetz eingespeist werden oder dezentral einzelne Gebäude versorgen. Im Idealfall werden die erforderlichen Wärmepumpen mit lokal erzeugtem Ökostrom betrieben. Auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim wurden bisher 15 bekannte Bohrungen für Anlagen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie niedergebracht.

Ein Ausschluss einzelner Gebiete für die Erdwärmenutzung erfolgt z. B. aufgrund einer zu geringer zulässiger Bohrtiefen, genutzter Grundwasservorkommen im Einzugsgebiet oder räumlich eng wechselnden Untergrundverhältnisse. Auch können Gebiete mit erforderlicher Einzelfallprüfung ausgewiesen werden. In Kuppenheim

⁸ Nur für diesen Standort lagen im Rahmen der Potenzialanalyse Daten vor.

⁹ Eine Anlage wird in 2024 für die Versorgung des Neubaugebiets „Alte Täschnerei“ errichtet.

bestehen nur im nordwestlichen Teil der Gemarkung Ausschlussgebiete. Eine Einzelfallprüfung ist in den südlichen Teilen der Kernstadt und in weiten Teilen von Oberndorf erforderlich, vgl. Abbildung 23. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)

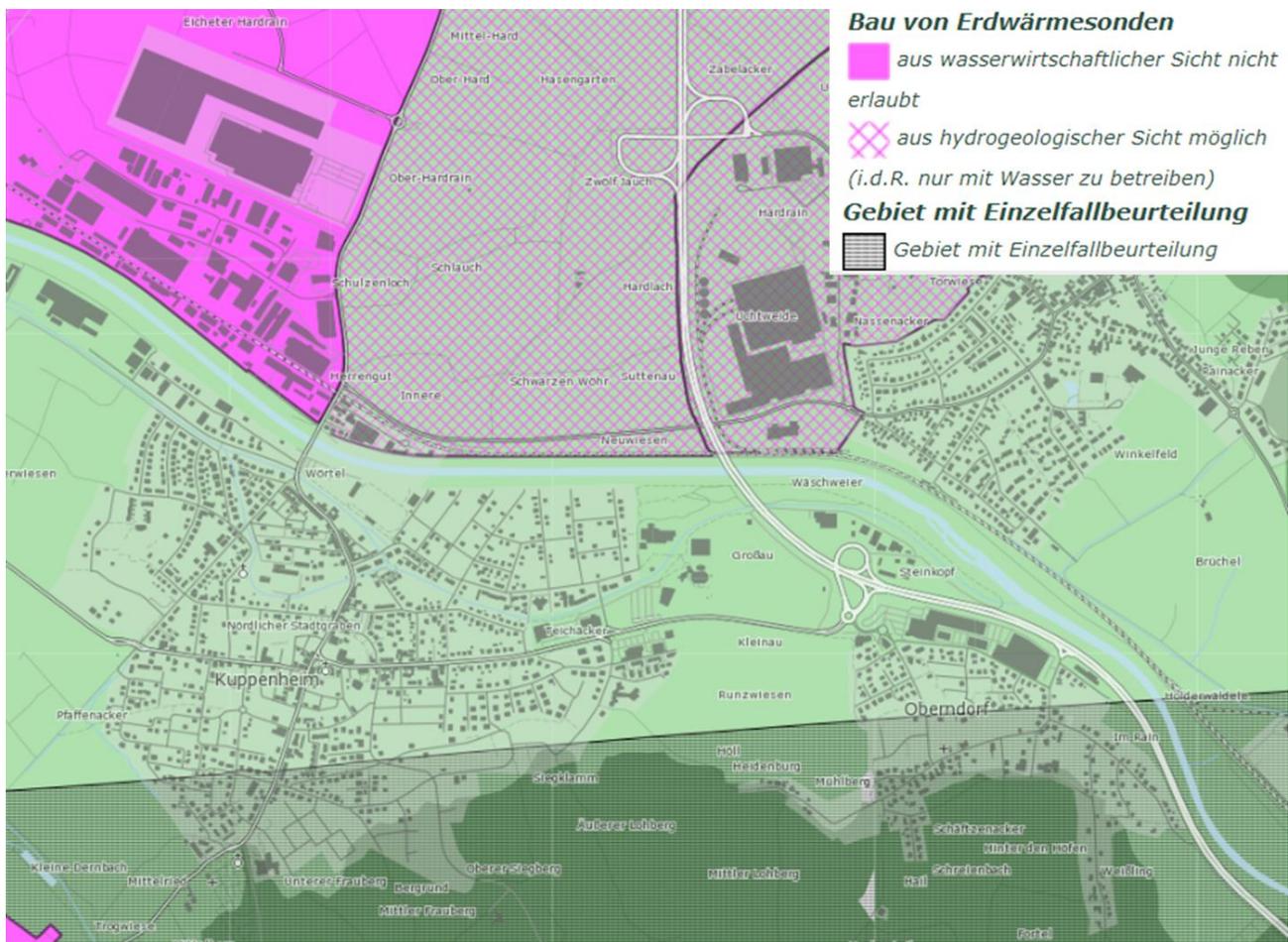


Abbildung 23: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmesondenutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021)

Auf Basis einer landesweiten, flurstückscharfen Auswertung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA BW) zum Erdwärmesondenpotenzial ergibt sich für die Stadt Kuppenheim ein theoretisches Gesamtpotenzial zwischen 10.900 und 23.900 MWh/a (KEA-BW, 2022).



Abbildung 24: Räumliche Verortung des theoretischen Maximalpotenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden (entziehbare Energie) (KEA-BW, 2022)

Außenluft

Eine Ermittlung der Potenziale zur Nutzung von Außenluft erfolgt nicht, da Luft in der Umgebung immer verfügbar ist. Luft kann aus technischer Sicht immer mittels Wärmepumpen zur Wärmeenergieerzeugung genutzt werden. Hier können eher rechtliche Rahmenbedingungen und Gebäudespezifika zu Ausschlusskriterien führen.

Abzüglich der 15 Anlagen, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzen, verbleiben 135 Wärmepumpen mit einer Nutzung der Außenluft.

Tiefengeothermie

Hinsichtlich der Tiefengeothermie sind auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim, wie auch im übrigen Oberrheingraben, Potenziale zur Nutzung vorhanden. Diese unterscheiden sich im Vergleich zu den oberflächennahen Potenzialen vor allem darin, dass deutlich größere Bohrtiefen (bis zu 4.000 m) erreicht werden können und damit deutlich höhere Energieerträge erzielt werden können.

Eine Nutzung der tiefengeothermischen Potenziale findet in Kuppenheim derzeit jedoch nicht statt.

Für die Gemarkung Kuppenheim liegen keine 3D-Seismik-Daten vor, weshalb diese Potenzialabschätzung nur als erster Aufschlag gesehen werden kann. Durch Gespräche mit dem Inhaber der Aufsuchungserlaubnis in diesem Gebiet, der Deutschen Erdwärme GmbH, konnte ein vorläufiges Potenzial von 5 bis 15 MW Wärmeentzugsleistung und einem Jahresertrag von 40.000 bis 120.000 MWh ermittelt werden. Hierbei gilt erneut anzuführen, dass diese Zahlen erst mittels weiterer Untersuchungen validiert werden müssen und es sich somit um vorläufige Zahlen handelt. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass eine realistische Erschließung der Tiefengeothermie nur durch einen ausreichenden Wärmeabsatz, wobei Großabnehmer (z.B. Industrie) wesentlich sind, und den Aufbau von Wärmenetzen gelingen kann. Die Tiefengeothermie muss daher interkommunal gedacht werden, was im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Darstellung des Bauplatzes einer Tiefengeothermieanlage.



Abbildung 25: Drohnenaufnahme des Bohrplatzes in Graben-Neudorf (Deutsche ErdWärme GmbH, 2022)

(Über-)regionale Potenziale zur Wärmeversorgung

Unter der Annahme, dass in Zukunft ‚grüne Gase‘ im Gasübertragungsnetz zur Verfügung stehen, sind diese als (über-)regionale Ressource einzustufen. Eine Berücksichtigung von effizient und ressourcenschonend eingesetzten ‚grünen Gasen‘ sollte nur dort erfolgen, wo keine Alternativen zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sollte eine Gasinfrastruktur vorhanden sein und industrielle Hochtemperatur-Wärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse bzw. ein Bedarf an Spitzenlastversorgung für Großverbraucher und Heizwerke nachgewiesen werden. Eine weitergehende Betrachtung des Einsatzes ‚grüner Gase‘ erfolgt im Rahmen der Erarbeitung der Zielszenarien.

Gemäß den fachlichen Vorgaben der Kommunalrichtlinie sollen grüne Gase in der Wärmeversorgung nur dort berücksichtigt werden, wo geeignete Alternativen fehlen und sie effizient und ressourcenschonend eingesetzt werden können (BMWK, 2022). Unter diesen Voraussetzungen werden grüne Gase im Zielszenario wie folgt berücksichtigt:

- Wenn keine ausreichenden lokalen Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärmepotenziale auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim vorhanden sind.
- Wenn Hochtemperatur-Wärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse in der Industrie auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim vorhanden sind.
- Wenn eine Spitzenlastbereitstellung für Großverbraucher und Heizwerke erforderlich ist.
- Wenn eine Gasnetzinfrastruktur vorhanden ist.

Wasserstoff

Die sinnhafte Einsatzmöglichkeit von Wasserstoff definiert durch die Kommunalrichtlinie wurde im vorigen Abschnitt erläutert. Ausbaupläne der vorgelagerten Netzbetreiber zeigen die Möglichkeit einer Wasserstoffversorgung auf der Gemarkung Kuppenheim. So zeigt die Terranets BW (Gasfernleitungsnetzbetreiber u.a. Baden-Württemberg) mit deren Plan zur Transformation die Cluster zum Ausbau des Wasserstoffnetzes. Hierbei ist ein Anschluss der Stadt Kuppenheim nach derzeitigem Planungsstand frühestens ab dem Jahr 2040

denkbar. Die zentrale Frage beim Thema Wasserstoff bleibt neben der Verfügbarkeit der Infrastruktur die Verfügbarkeit ausreichender Mengen an Wasserstoff. Eine ausreichende Erzeugung innerhalb der Gemarkung Kuppenheim ist, wie die Potenzialanalyse zeigt, nicht möglich.

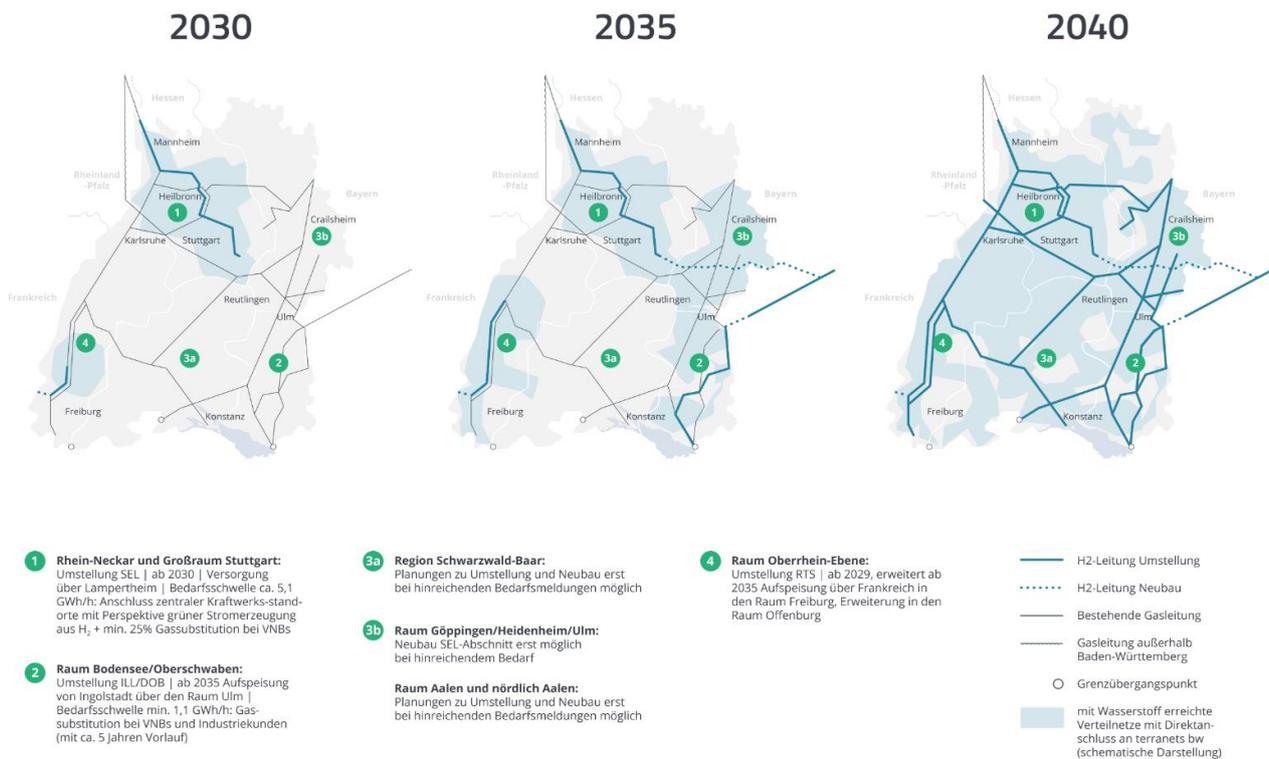


Abbildung 26: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW (TerranetsBW, 2024)

Tiefengeothermie

Auf der Gemarkung Kuppenheim besteht grundsätzlich die Möglichkeit, Tiefengeothermie zu nutzen. Dieses Potential ist auch in den umliegenden Gemeinden vorhanden. Weitere Untersuchungen sind zur Hebung der Potenziale essenziell.

Für eine sinnvolle Nutzung der Tiefengeothermie ist es notwendig, die kommunalen Wärmeplanungen der jeweiligen Kommunen zu betrachten und die Möglichkeiten eines interkommunalen Verbundes zu identifizieren. Entscheidend ist dabei die Anzahl und Dichte von Großabnehmern. Nur durch diese können interkommunale Wärmeverbände in dieser Dimension aufgebaut werden. Durch den Aufbau eines interkommunalen Wärmeverbundes können auch Städte und Gemeinden ohne eigenen Kraftwerksstandort von dieser Wärmequelle profitieren. Ebenfalls gilt es den möglichen Zusammenschluss an bestehende Wärmenetze in Nachbargemeinden zu prüfen.

Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung

Die zunehmende Nutzung elektrischer Energie im Wärme- und Verkehrssektor trägt dazu bei, dass Strom im Energiesystem der Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen wird. Beispiele hierfür sind im Wärmesektor Wärmepumpen und der erhöhte Kühlbedarf im Sommer, im Verkehrssektor die Elektromobilität. Daher ist es auch bei der Betrachtung des Wärmesektors von großer Bedeutung, die Potenziale der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung detailliert zu untersuchen. Darüber hinaus ist im Zuge der Transformation des Energiesystems hin zu einer stärker strombasierten Versorgung darauf zu achten, dass auch die Stromnetze den steigenden Belastungen standhalten und evtl. ausgebaut werden müssen.

Aus diesen Gründen werden im Folgenden, ähnlich wie im Wärmesektor Analysen auf Basis von Geodaten, Luftbildern und Fachinformationssystemen durchgeführt. Die Vorgehensweise orientiert sich auch hier am Leitfaden „Kommunale Wärmeplanung“ der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW & UM, 2021).

Auf den Folgeseiten werden die lokal verfügbaren Potenziale im Stromsektor betrachtet und kurz dargestellt:

- Biomasse
- Deponie-, Klär- & Grubengas
- Photovoltaik
- Tiefengeothermie
- Wasserkraft
- Windenergie

Biomasse

Derzeit wird auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim kein Strom aus Biomasse erzeugt. Aufgrund begrenzter Biomasseressourcen wird sich dieser Anteil aus heutiger Sicht in Zukunft nicht erhöhen.

Deponie-, Klär- und Grubengas

Im Stadtgebiet Kuppenheim wird aktuell kein Strom aus Deponie-, Klär- und Grubengas erzeugt. Weitere Potenziale sind nicht vorhanden.

Photovoltaik

Das größte Stromerzeugungspotenzial in Kuppenheim liegt in der Photovoltaik, welche grundsätzlich auf Gebäudedächern, Freiflächen, Gewerbeflächen und als Parkplatzüberdachungen installiert werden kann.

Zum Stand 2023 sind in Kuppenheim 582 Anlagen mit einer Netto-Nennleistung von rund 9.200 kW_p und einer Stromerzeugung von 7.000 MWh/a in Betrieb. Diese Anzahl setzt sich fast ausschließlich aus Dachanlagen zusammen (Balkonsolar vernachlässigbarer Anteil; keine Freiflächenanlagen vorhanden).

Dächer

Die potenzielle Leistung auf den Kuppenheimer Dächern beträgt ca. 60.100 kW_p, vgl. Abbildung 27. Mit der Ausschöpfung des Solarpotenzials auf den Dächern der Gemarkung Kuppenheim können insgesamt ca. 56.600 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 2/3 der potenziellen Dachanlagen sind hierbei einer Leistungsklasse unter 10 kW_p zuzuordnen. Das daraus abzuleitende realisierbare Potenzial kann z.B. aufgrund statischer Abhängigkeiten der Dachflächen oder Denkmalschutz vom ermittelten Potenzial abweichen.

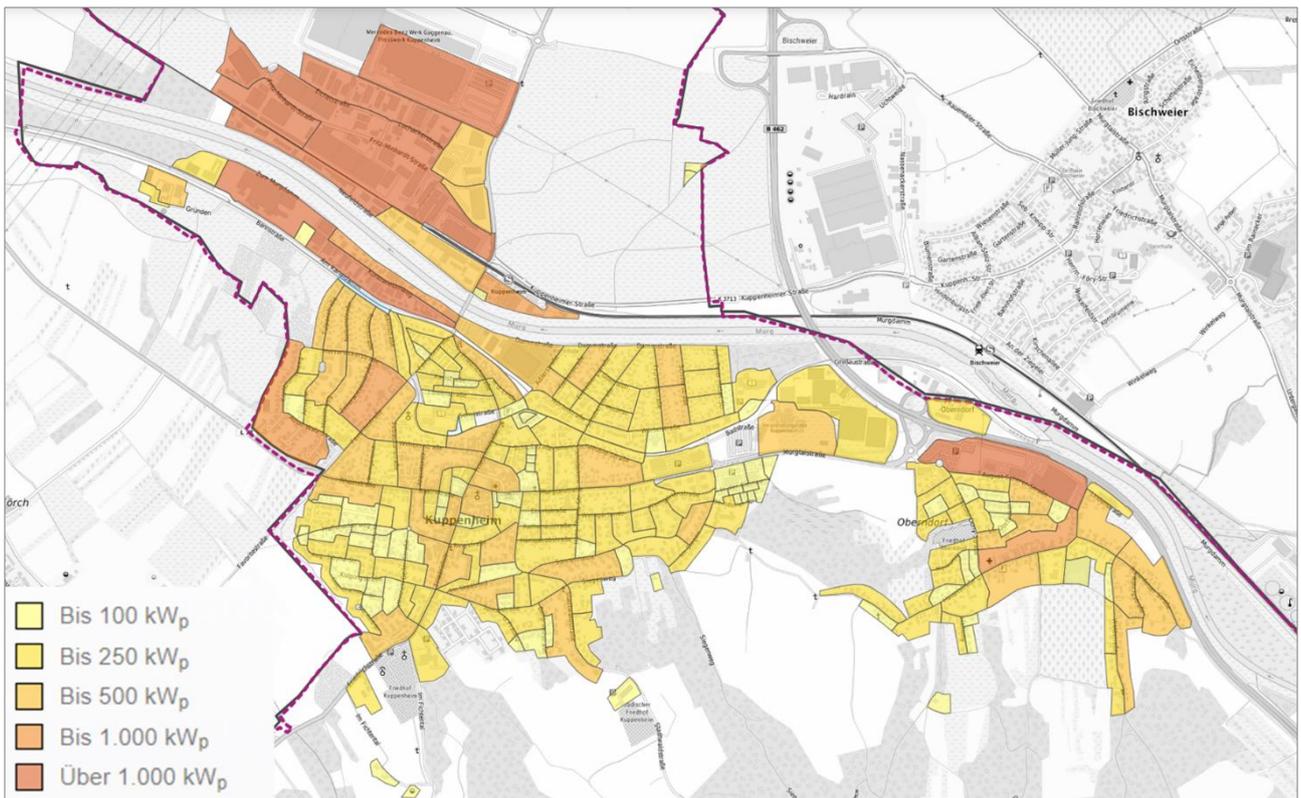


Abbildung 27: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie durch Photovoltaikanlagen

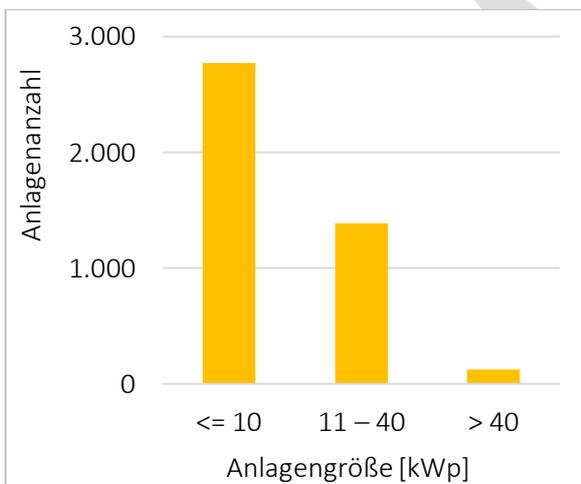


Abbildung 28: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

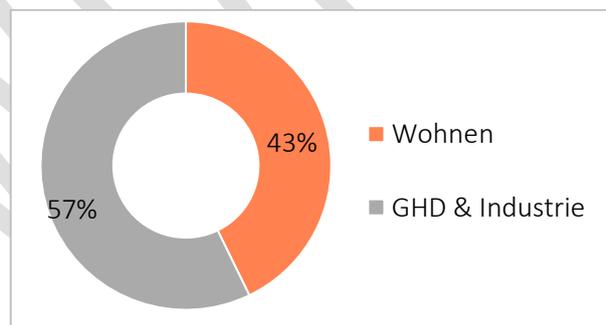


Abbildung 29: Solarpotenzial nach Sektoren

Freiflächen

Unter Berücksichtigung der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung nach §12 Abs. 3 Landesplanungsgesetz BW (LplG) zur Teilfortschreibung Solarenergie des Regionalplans (Beteiligungszeitraum 27.12.2023 - 31.03.2024) ermittelten Vorranggebiete ergibt sich für die Stadt Kuppenheim ein Vorranggebiete für regionalbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Das Vorranggebiet „Geissgraben“ im Nordosten liegt nur zum Teil auf der Gemarkung Kuppenheim vgl. Abbildung 30 (RVMO, 2024). Für den Kuppenheimer Anteil der vom Regionalverband ausgewiesene Flächen ergibt sich ein PV-Freiflächenpotenzial von ca. 2.000 MWh/a.

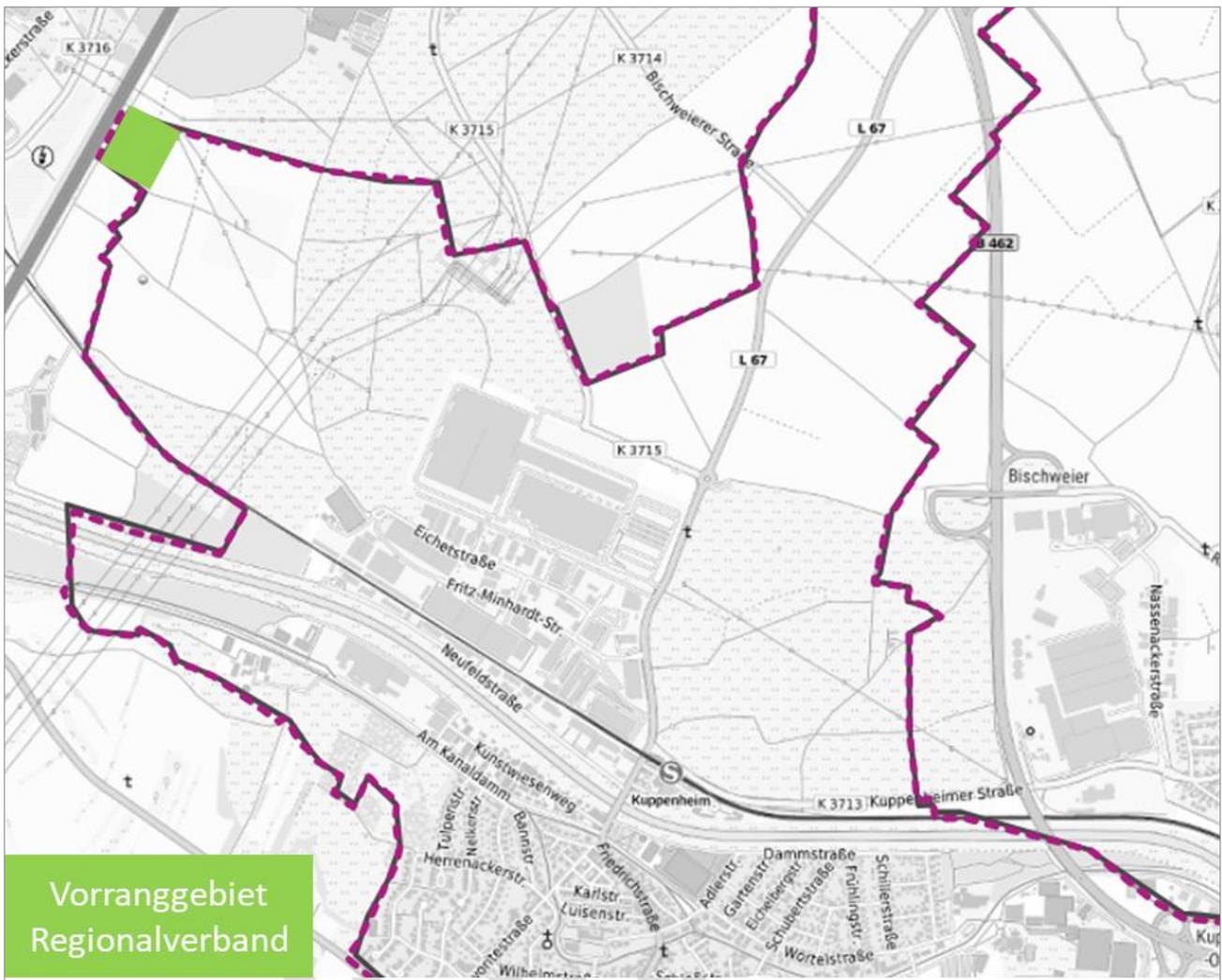


Abbildung 30: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen (RVMO, 2024)

Mit der Ausschöpfung des gesamten technischen Solarstrompotenzials (Dächer und Freiflächen) besteht ein Potenzial von ca. 58.600 MWh/a.

Tiefengeothermie

In Kuppenheim findet derzeit keine Nutzung der Tiefengeothermie statt. Eine theoretisch mögliche Anlage (Stand 2024) wäre eine rein wärmegeführte Anlage, sodass aus heutiger Sicht auch zukünftig keine Stromerzeugung aus Tiefengeothermie auf dem Gebiet der Gemeinde zu erwarten ist.

Wasserkraft

Im Gemeindegebiet von Kuppenheim befindet sich eine Wasserkraftanlage mit einer Leistung von 50 kW. Damit ist das Wasserkraftpotenzial ausgeschöpft und wird aufgrund fehlender Ausbaumöglichkeiten nicht weiter betrachtet. (LUBW, LGL, & BKG, 2016)

Windenergie

Auf der Gemarkung der Stadt Kuppenheim findet derzeit keine Stromerzeugung durch Windkraftanlagen statt. Nach §20 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) und dem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) sind die Träger der Regionalplanung aufgefordert, in den Regionalplänen mindestens 1,8 % der Regionsfläche für die Nutzung der Windenergie zu sichern. Ausgehend von Flächen mit ausreichender Windhöffigkeit, werden Flächen mit Ausschlusskriterien oder umfangreichen Kon-

fliktpotenzialen aus der Betrachtung genommen. Ausschlusskriterien sind z. B. die Nähe zu Bebauungen, Flughäfen und bedeutenden Kulturgütern als auch Naturschutzgebiete. Konfliktpotenziale können sich aus weniger kritischen Belangen des Umweltschutzes, der Verteidigung etc. ergeben.

Nach derzeitigem Planungsstand (Juni 2024) ergibt sich im nördlichen Bereich der Gemarkung Kuppenheim ein Vorranggebiet für Windenergieanlagen (RVMO, 2024). Die EnBW plant derzeit auf diesem Gebiet zwei Anlagen. Diese zwei Anlagen werden als Gesamtpotenzial für die Stadt Kuppenheim angesetzt. Bei Realisierung beider Anlagen würde sich eine Stromproduktion von ca. 28.600 MWh/a ergeben.

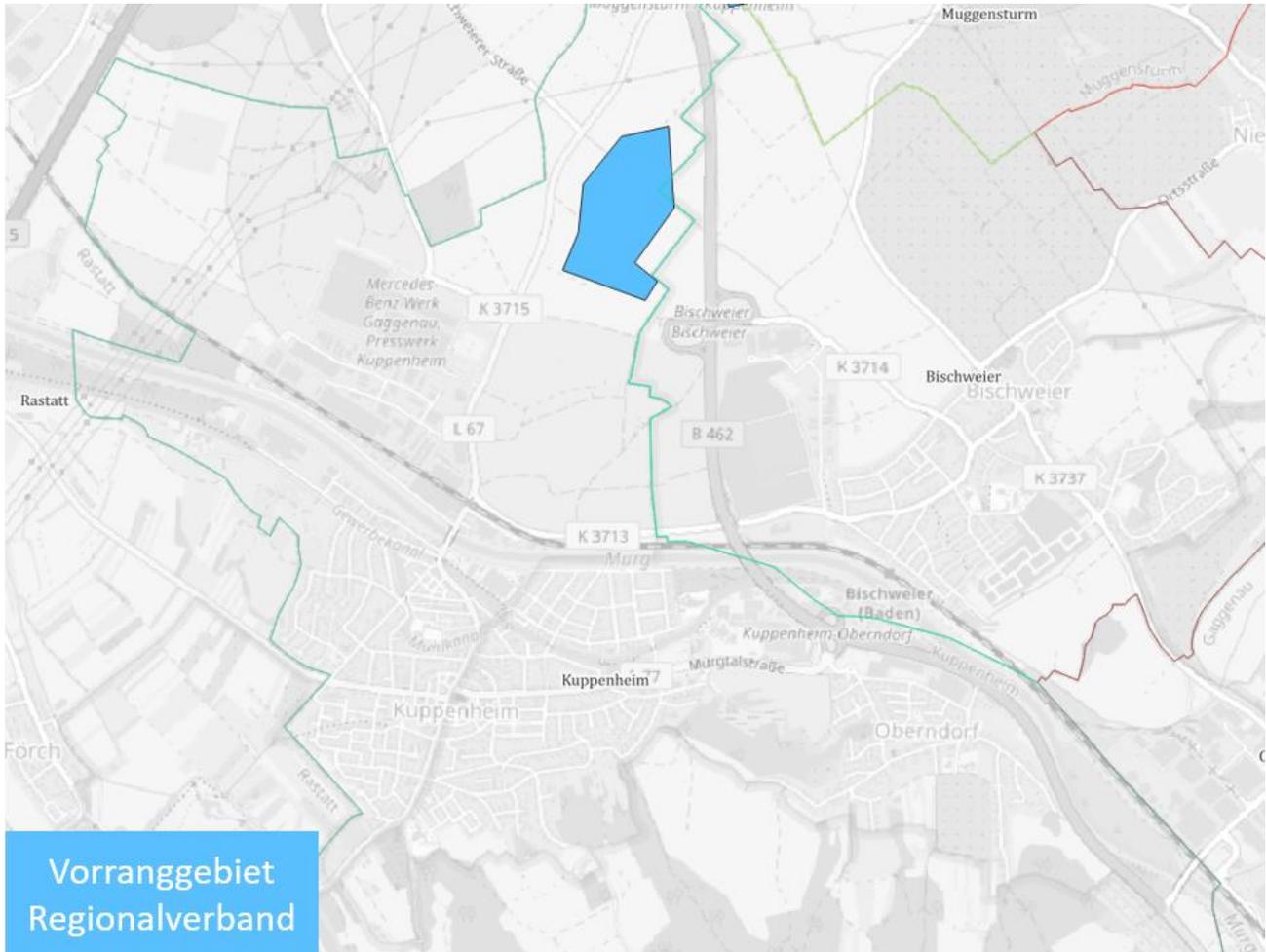


Abbildung 31: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Windkraftanlagen (RVMO, 2024)

(Über-)regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung

Unter der Annahme, dass der deutsche Strommix in den kommenden Jahren einen steigenden Anteil an erneuerbaren Energien enthält und damit die spezifischen Treibhausgasemissionen weiter sinken werden, ist das deutsche Stromnetz als (über-)regionale Ressource zu betrachten. Eine Abwägung hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten erfolgt im Rahmen der Ausarbeitung der Zielszenarien.

Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein effizientes Prinzip, bei dem die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme zur Beheizung genutzt wird. KWK-Anlagen werden derzeit überwiegend mit Erdgas betrieben, können aber bei entsprechender technischer Ausstattung auch mit anderen Brennstoffen betrieben werden.

Im weiteren Transformationsprozess kann die KWK-Technologie als Brückentechnologie im Rahmen regelbarer Erzeugungstechnologien beim Übergang zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielen: Zum einen ermöglichen sie eine relativ gute und schnelle Umsetzung von Erzeugungs- und Verteilereinheiten, zum anderen bieten sie die Möglichkeit flexibel auf Schwankungen im Stromnetz zu reagieren um dieses zu stabilisieren. Sie können daher in jedem dieser Heizkraftwerke aber auch als Kleinstanlagen in der Einzelversorgung eingesetzt werden.

Mit Hilfe der Daten des Stromnetzbetreibers, des Marktstammdatenregisters sowie der Kkehrbuchdaten können dezentrale KWK-Anlagen identifizieren werden. Demnach wurden in Kuppenheim im Jahr 2023 ca. 194 MWh Strom aus acht KWK-Anlagen bereitgestellt. Als Energieträger wurde nahezu 100 % Erdgas eingesetzt. Zukünftige Potenziale können derzeit nicht ermittelt werden. (eneREGIO GmbH, 2023; BNetzA, 2024; bBSF, 2023)

Potenzialübersicht erneuerbare Energien

Wie Abbildung 32 zeigt, liegen die größten Potenziale in Kuppenheim zur erneuerbaren Wärmeversorgung in der Nutzung der Tiefengeothermie sowie der Umweltwärme. Im Stromsektor dominieren die Dachflächen-PV sowie die Windkraft. Hierbei ist zu beachten, dass diese Angaben die Summe aus bereits genutzten (Bestand) und noch zu erschließenden Potenzial und somit das Gesamtpotenzial darstellen.

Im Bereich Umweltwärme gilt zu erwähnen, dass das Potenzial für Luft theoretisch unendlich ist und in dieser Darstellung nur der Bestand aufgezeigt ist. Die Bestimmung der Wärmemenge, welche durch Luft-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden könnte, wird im weiteren Projektverlauf mittels der Gebieteinteilung abgeleitet und im finalen Bericht abgebildet.

Der Vergleich mit der Verbrauchsbilanz zeigt, dass der heutige Energiebedarf im Wärmesektor bilanziell vollständig durch lokale erneuerbare Energien gedeckt werden kann (sofern Tiefengeothermie betrachtet wird). Im Stromsektor ist eine Überdeckung des heutigen Bedarfs durch den Ausbau der erneuerbaren Energien möglich.

Abschließend gilt anzuführen, dass es sich bei dieser Potenzialübersicht um eine rein bilanzielle Darstellung handelt, die Potenziale an sich z.T. zeitabhängig verfügbar sein können. Die zeitabhängige Darstellung der Potenziale erfolgt im Zielszenario .

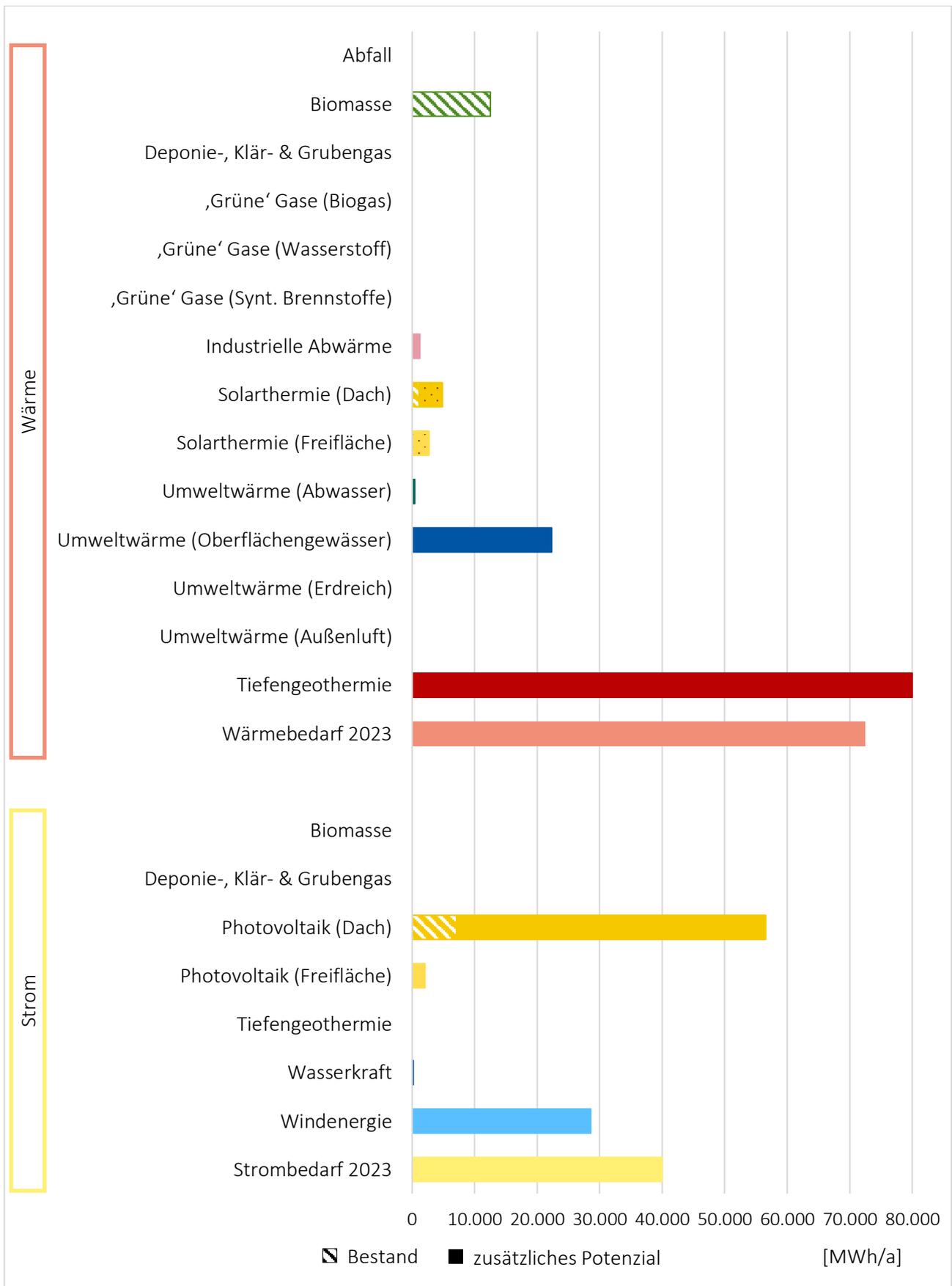


Abbildung 32: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Summe aus Bestand und zusätzlichem Potenzial)

Projektbeteiligte



Stadt Kuppenheim
Friedensplatz
76456 Kuppenheim
Postfach 1154, 76449 Kuppenheim
<https://www.kuppenheim.de/>



Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe GmbH
Hermann-Beuttenmüller-Straße 6, 75015 Bretten
www.zeozweifrei.de

0721 – 936 99600
info@uea-kreisaka.de

Ansprechpartnerin: Herr Alexander Köhler



Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8 | 76137 Karlsruhe
www.smartgeomatics.de

0721 – 945 40 59-0
info@smartgeomatics.de

Ansprechpartner: Herr Thomas Beck (Geschäftsführer)

Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Vorhaben „KSI: Kommunale Wärmeplanung Kuppenheim“ wurde unter dem Förderkennzeichen 67K25477 durch Zuwendungen aus den Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMKW) gefördert.

Bild- und Literaturquellen

Abwasserverband Murg. (2024). Übersichtsplan Hauptsammler.

AGEE-Stat. (2023). *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*. Abgerufen am 15. Januar 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#ueberblick>

BBB. (12. Oktober 2023). „Im Schneckentempo“: Sanierungsquote 2023 unter einem Prozent. *BundesBauBlatt*. Abgerufen am 12. Januar 2024 von <https://www.bundesbaublatt.de/news/sanierungsquote-2023-unter-1-tendenz-absteigend-4017943.html>

bBSF. (2023). *Datenabgabe der bevollmächtigter Bezirksschornsteinfeger nach §33 Abs. 2 KlimaG BW*.

BMWK. (2022). *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)*. vom 22. November 2021 mit Änderung vom 18. Oktober 2022. Abgerufen am 28. Mai 2024 von <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>

BNetzA. (2024). *Marktstammdatenregister (MaStR)*. Abgerufen am 20. März 2024 von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht>

Deutsche ErdWärme GmbH. (2022). Luftbild „Tiefengeothermieanlage“. (W. Schuster, Redakteur) Graben-Neudorf.

eneREGIO GmbH. (2023). Datenübermittlung zur Erstellung kommunaler Wärmepläne nach § 7e KSG BW.

Fraunhofer ISI et. al. (2019). *Abwärmenutzung in Unternehmen. Studie für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg*. Fraunhofer ISI, IKEM, Becker Büttner Held Consulting AG, Öko-Institut, Karlsruhe.

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gebauer, C., Gugel, B., Heuer, C., Kutzner, F., & Vogt, R. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg. Abgerufen am 13. 06 2024 von <https://www.ifeu.de/publikation/empfehlungen-zur-methodik-der-kommunalen-treibhausgasbilanzierung-fuer-den-energie-und-verkehrssektor-in-deutschland/>

IWU. (2022). *Gebäudetypologie und Daten zum Gebäudebestand*. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebaeudetypologie/>

KEA BW. (2022). *Statusbericht kommunaler Klimaschutz in Baden-Württemberg. Zweite Fortschreibung - 2022*. Karlsruhe. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/statusbericht-kommunaler-klimaschutz>

KEA-BW. (2022). *Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (KEA-BW, Hrsg.) Karlsruhe.

- KEA-BW. (Juni 2023). Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung. *Version 1.1*. Abgerufen am 09. Februar 2024 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>
- KEA-BW, & UM. (2021). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*. (UM, Hrsg.) Stuttgart.
- LFV; LGL BW. (10. Juni 2021). Waldeigentumsarten.
- LGL. (2024). Open GeoData. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL). Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data/>
- LUBW, LGL, & BKG. (2016). Bestehende Wasserkraftanlagen und deren Ausbaupotenziale. Abgerufen am 29. November 2023
- LUBW; LGL; BKG. (2022). Abfluss BW, Längsquerschnitt MQ/MNQ. Abgerufen am 20. März 2024
- RP Freiburg; LGRB. (2021). LGRB-Kartenviewer – Layer ISONG Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 24. Mai 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- RVMO. (2024). Teilfortschreibung Solarenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 2024. Januar 2024 von <https://rvmo.raumordnung-online.de/verfahren/solarenergie-rvmo/public/detail>
- RVMO. (2024). Teilfortschreibung Windenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 25. Januar 2024
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (13. Juli 2023). Klimabilanz 2022: Treibhausgas-Emissionen um 0,4 % gesunken. Wiederanstieg im Energiesektor durch die erhöhte Stromerzeugung aus Steinkohle, deutliche Rückgänge im Sektor Industrie. Abgerufen am 22. Mai 2024 von <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>
- TerranetsBW. (2024). Von <https://www.terranets-bw.de/unsere-netze/wasserstoff> abgerufen
- ZSW; ifeu; Öko-Institut; ISI; HIR. (2022). *Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040. Teilbericht Sektorziele 2030*. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Hamburg Institut. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.zsw-bw.de/presse/aktuelles/detailansicht/news/detail/News/forschungsvorhaben-sektorziele-2030-und-klimaneutrales-baden-wuerttemberg-2040.html>