

Kommunale Wärmeplanung Stadt Kuppenheim

ENERGIE*plan*



Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildungsverzeichnis | 4 |
| Tabellenverzeichnis | 5 |
| Abkürzungsverzeichnis | 6 |
| 1 Ziele, Inhalte und Vorgehen | 7 |
| 2 Gesetzlicher Rahmen | 8 |
| 3 Bestandsanalyse | 9 |
| 3.1 Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp | 10 |
| 3.2 Gebäudealtersverteilung | 11 |
| 3.3 Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen | 12 |
| 3.4 Großverbraucher | 14 |
| 3.5 Leitungsgebundene Infrastruktur | 14 |
| 3.6 Energie- und Treibhausgasbilanz | 17 |
| 4 Potenzialanalyse | 23 |
| 4.1 Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs | 23 |
| 4.2 Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung | 25 |
| 4.3 (Über-)Regionale Potenziale zur Wärmeversorgung | 32 |
| 4.4 Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung | 34 |
| 4.5 (Über-)Regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung | 37 |
| 4.6 Kraft-Wärme-Kopplung | 37 |
| 4.7 Potenzialübersicht erneuerbare Energien | 37 |
| 5 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr | 39 |
| 5.1 Eignungsgebiete zentrale und dezentrale Wärmeversorgung | 39 |
| 5.2 Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs | 43 |
| 5.3 Entwicklung Zielszenario | 46 |
| 6 Umsetzungsstrategie | 54 |
| 6.1 Ausweisung weiterer Sanierungsgebiete | 56 |
| 6.2 Anlaufstelle Energiethemen | 58 |
| 6.3 Umsetzung des Sanierungsplans für die kommunalen Liegenschaften | 59 |
| 6.4 Wärmeinsel ‚Kuppenheim Ost‘ | 60 |
| 6.5 Wärmenetz ‚Ortskern‘ | 62 |
| 6.6 Freiflächen-PV ‚Geissgraben II‘ | 65 |
| 6.7 Aufbau Windkraftanlagen | 66 |
| 6.8 Zeitrahmen zur Umsetzung der einzelnen Maßnahmen | 67 |
| 7 Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung | 68 |
| 7.1 Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten | 68 |
| 7.2 Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung | 69 |
| 7.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans | 69 |
| 7.4 Kommunikation zwischen den Akteuren (Kommunikationsstrategie) | 70 |

| | | |
|-----|--|----|
| 7.5 | Überprüfung des Fortschritts der Wärmeplanung (Controllingkonzept) | 73 |
| 8 | Projektbeteiligte | 76 |
| 9 | Anhang – Eignungsgebietssteckbriefe | 77 |
| 10 | Bild- und Literaturquellen | 78 |

Alle Ergebnisse sind im Folgenden auf die 10er bzw. bei Energieverbräuchen auf die 100er-Stelle gerundet dargestellt.

ENTWURF

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung | 7 |
| Abbildung 2: Begehung der Kommune..... | 9 |
| Abbildung 3: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude | 10 |
| Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen | 10 |
| Abbildung 5: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene..... | 11 |
| Abbildung 6: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene..... | 12 |
| Abbildung 7: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre | 12 |
| Abbildung 8: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene..... | 13 |
| Abbildung 9: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger | 13 |
| Abbildung 10: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)..... | 14 |
| Abbildung 11: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen..... | 14 |
| Abbildung 12: Räumliche Verortung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur | 15 |
| Abbildung 13: Räumliche Verortung bestehender Wärmenetze | 16 |
| Abbildung 14: Räumliche Verortung des Abwassernetzes, blauer Kreis = Pumpwerk | 17 |
| Abbildung 15: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger..... | 18 |
| Abbildung 16: Dezentrale und zentrale Wärmebereitstellung im Jahr 2023, Aufteilung nach Energieträger . | 19 |
| Abbildung 17: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme | 20 |
| Abbildung 18: Räumliche Verortung der Wärmelinieindichten | 20 |
| Abbildung 19: Stromverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger | 21 |
| Abbildung 20: Emissionen der Verbrauchssektoren Wärme, Strom und Verkehr | 21 |
| Abbildung 21: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen für Wohngebäude | 23 |
| Abbildung 22: Maximales Einsparpotenzial Wärmebedarf (Wohngebäude) durch Sanierung | 24 |
| Abbildung 23: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen..... | 26 |
| Abbildung 24: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie..... | 27 |
| Abbildung 25: Drohnenaufnahme des Bohrplatzes in Graben-Neudorf (Deutsche ErdWärme GmbH, 2022). | 28 |
| Abbildung 26: Verlauf der Murg (Blau), eigene Darstellung | 30 |
| Abbildung 27: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmennutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021) | 31 |
| Abbildung 28: Räumliche Verortung des theoretischen Maximalpotenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden (entziehbare Energie) (KEA-BW, 2022)..... | 32 |
| Abbildung 29: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW | 33 |
| Abbildung 30: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße | 35 |
| Abbildung 31: Solarpotenzial nach Sektoren | 35 |
| Abbildung 32: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen..... | 35 |
| Abbildung 33: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Windkraftanlagen (RVMO, 2024) | 36 |
| Abbildung 34: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Bestand und zusätzliches Potenzial)..... | 38 |
| Abbildung 35: Eignungsgebiete Wärmeversorgung | 41 |
| Abbildung 36: Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs im Wohn- und kommunalen Gebäudebereich (jeweils Bestand) | 45 |
| Abbildung 37: Prognose des zukünftigen Gesamtwärmebedarfs | 45 |
| Abbildung 38: Wärmebedarf im Zieljahr und monatliche Darstellung der Potenziale | 46 |
| Abbildung 39: Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur zentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 | 47 |
| Abbildung 40: Separate Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Wohn- und kommunale Gebäude) | 48 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 41: Separate Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Wirtschaft)..... | 48 |
| Abbildung 42: Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Gesamt)..... | 49 |
| Abbildung 43: Energieträgerverteilung zur Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Gesamtdarstellung zentrale und dezentrale Versorgung)..... | 49 |
| Abbildung 44: Energieträgerverteilung zur Stromversorgung von Kuppenheim bis 2040..... | 51 |
| Abbildung 45: Strombedarf im Zieljahr und monatliche Darstellung der Potenziale | 51 |
| Abbildung 46: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in der Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 | 53 |
| Abbildung 47: Organisationsstruktur während der kommunalen Wärmeplanung | 69 |
| Abbildung 48: Eindrücke aus der Informationsveranstaltung..... | 72 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Bestehende Wärmenetze und Heiz(kraft)werke | 16 |
| Tabelle 2: Übersicht Energie- und Treibhausgasbilanz (Bestand) | 22 |
| Tabelle 3: Zusätzlich anfallende Last aufgrund der Elektrifizierung des Wärmesektors durch den Wärmepumpeneinsatz mit geschätzter winterlicher Höchstabnahme | 52 |
| Tabelle 4: Einteilung der Maßnahmen der Umsetzungsstrategie | 54 |
| Tabelle 5: Einflussmöglichkeiten der Kommune zur Umsetzung der Wärmewende..... | 54 |
| Tabelle 6: Maßnahmenübersicht | 55 |
| Tabelle 6: Möglicher Zeitplan Maßnahmenumsetzung | 67 |
| Tabelle 9: Übersicht der Bestandteile der Verstetigungsstrategie | 68 |
| Tabelle 10: Übersicht der identifizierten Akteure in Kuppenheim | 70 |
| Tabelle 11: Vorlage zur Bewertung der Maßnahmenumsetzung..... | 73 |
| Tabelle 12: Übersicht möglicher Indikatoren zur Fortschrittüberprüfung | 74 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------------------|---|
| BICO2 BW | <i>kommunales Energie- und CO₂-Bilanzierungstool</i> |
| BISKO..... | <i>Bilanzierungs-Systematik Kommunal</i> |
| BNetzA..... | <i>Bundesnetzagentur</i> |
| EnWG | <i>Energiewirtschaftsgesetz</i> |
| GEG | <i>Gebäudeenergiegesetz</i> |
| GHD..... | <i>Gewerbe, Handel und Dienstleistungen</i> |
| KEA-BW | <i>Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH</i> |
| KlimaG BW..... | <i>Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg</i> |
| KWK..... | <i>Kraft-Wärme-Kopplung</i> |
| KWW | <i>Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende</i> |
| LDSG BW..... | <i>Landesdatenschutzgesetz Baden-Württemberg</i> |
| LplG | <i>Landesplanungsgesetz Baden-Württemberg</i> |
| THG-Emissionen..... | <i>Treibhausgasemissionen</i> |
| WindBG | <i>Windenergieflächenbedarfsgesetz</i> |
| WPG | <i>Wärmeplanungsgesetz</i> |

ENTWURF

1 Ziele, Inhalte und Vorgehen

Um die Klimaschutzziele Baden-Württembergs erreichen zu können, ist die gleichzeitige Umsetzung einer Wärme-, Strom- und Mobilitätswende notwendig. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der Wärmesektor mit 45 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch 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 „strategischer Planungsprozess mit dem Ziel einer klimaneutralen kommunalen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040“ definiert. In diesem Rahmen werden neben einer Darstellung des Status quo im Bestand auch die Potenziale im Wärmesektor ausgewiesen. Zusätzlich werden Optionen der klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr erläutert und entsprechende Maßnahmen zur Zielerreichung ausgearbeitet.

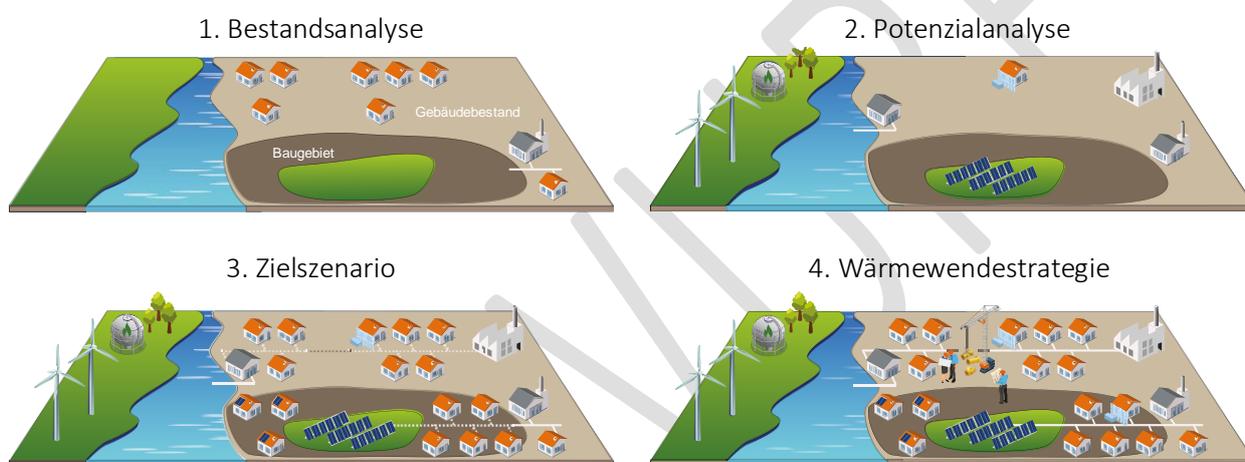


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung (KEA-BW & UM, 2021)

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 wird. 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 erfolgte seit April 2024 in enger Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung, dem Gemeinderat, der Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe (UEA) sowie weiteren Akteuren. Der kommunale Wärmeplan wird im März 2025 fertig gestellt.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse können Sie dem nachfolgenden Bericht entnehmen. Der Stadtverwaltung wurden die relevanten Ergebnisse zusätzlich mittels tiefergehender Präsentationen zur Verfügung gestellt.

2 Gesetzlicher Rahmen

Gemäß dem 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 Kommunen besteht die Möglichkeit einer freiwilligen Erstellung auch zu einem späteren Zeitpunkt. Die vorliegende Ausarbeitung erfolgte entsprechend den zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen gesetzlichen Anforderungen und entspricht damit dem Stand eines kommunalen Wärmeplans nach § 27 KlimaG BW. Somit genießt dieser auf Basis von § 5 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) vom Bund Bestandsschutz nach dem Landesrecht. Eine Anpassung an die Bundesvorgaben ist erst im Rahmen der vorgesehenen ersten Fortschreibung gefordert, spätestens jedoch bis zum 1. Juli 2030. Allgemein wird erwartet, dass das Land Baden-Württemberg im 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 Regelung 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 zusätzlich 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 sie 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-Württemberg 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.

3 Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgt eine umfassende Ermittlung des Gebäudebestandes, der Energieinfrastruktur sowie des Wärmeverbrauchs 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.

Um den datenbasierten Ansatz stichprobenartig zu validieren wurden Begehungen der Kommune durchgeführt und u. a. die kommunalen Heizungsräume und Heizzentralen besichtigt.



Abbildung 2: Begehung der Kommune

3.1 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, die 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 3 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.

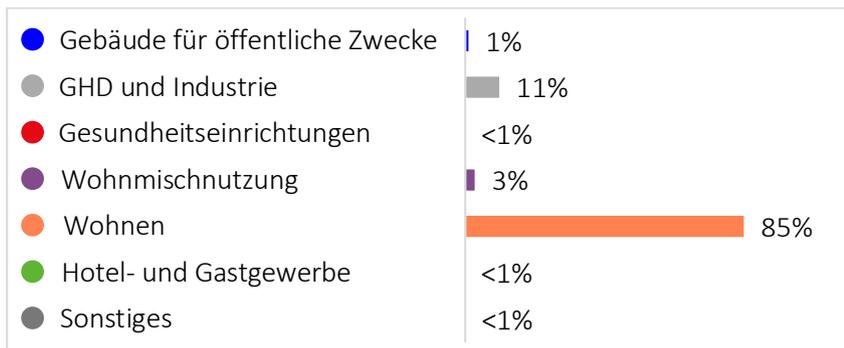


Abbildung 3: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 4 und Abbildung 5. 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 haben einen Anteil von weniger als einem Prozent und spielen somit eine untergeordnete Rolle.

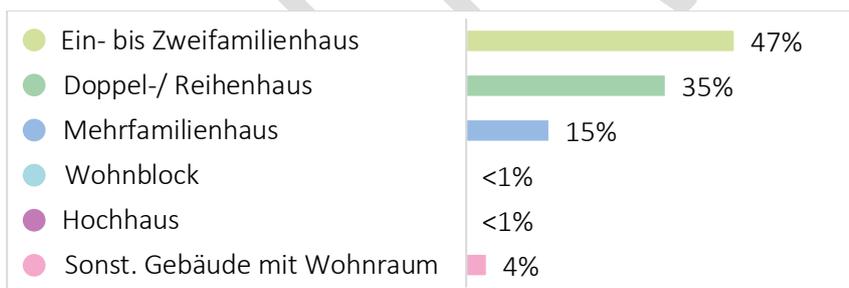


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

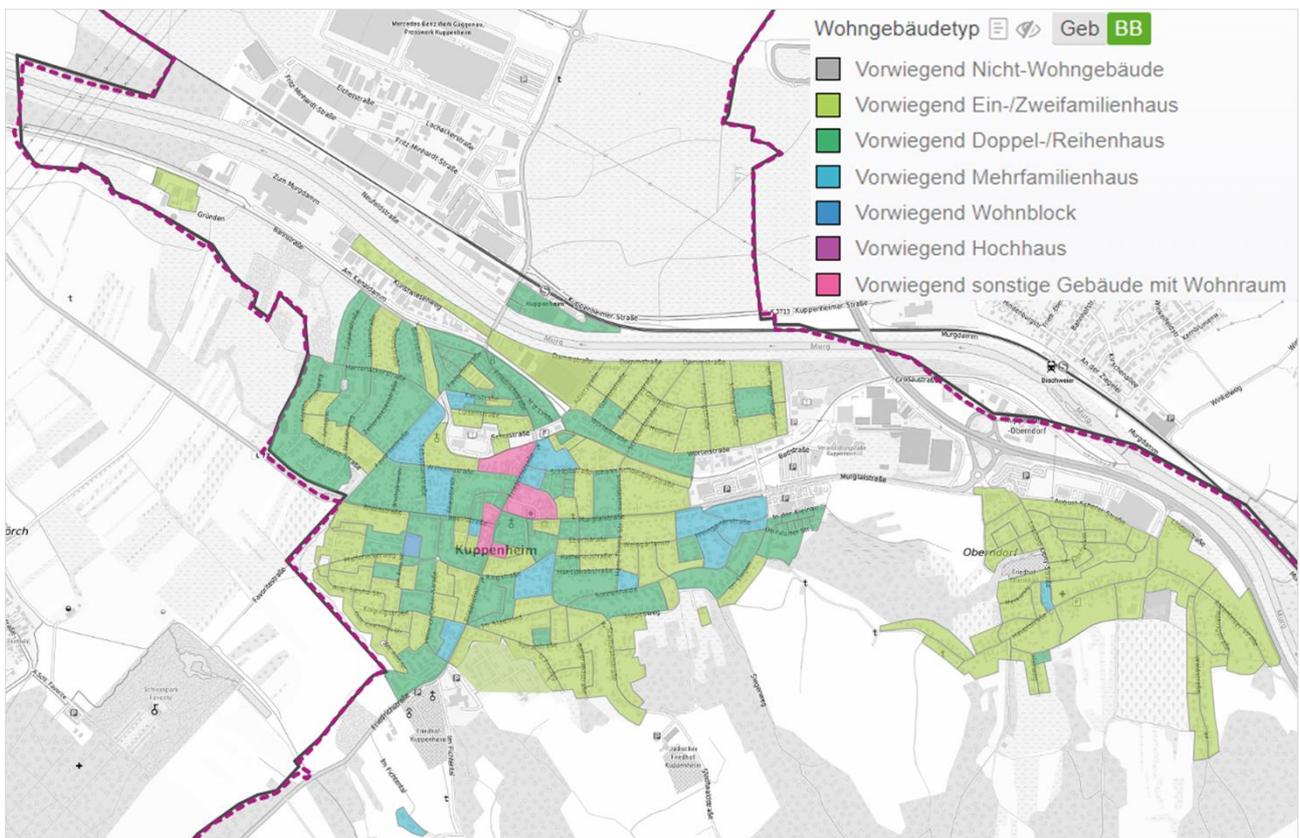


Abbildung 5: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

3.2 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 6 ist die Gebäudealtersverteilung auf Baublockebene dargestellt. Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Gebäude vor der 1. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1979 errichtet wurde bzw. nur ein Bruchteil der Gebäude (mit Schwerpunkt im südlichen Ortsrand) aus den Jahren nach 2002 stammt, seitdem entsprechend höhere Anforderungen an die Gebäudehülle gelten. 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 Sanierungsrate¹ 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.

¹ 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.

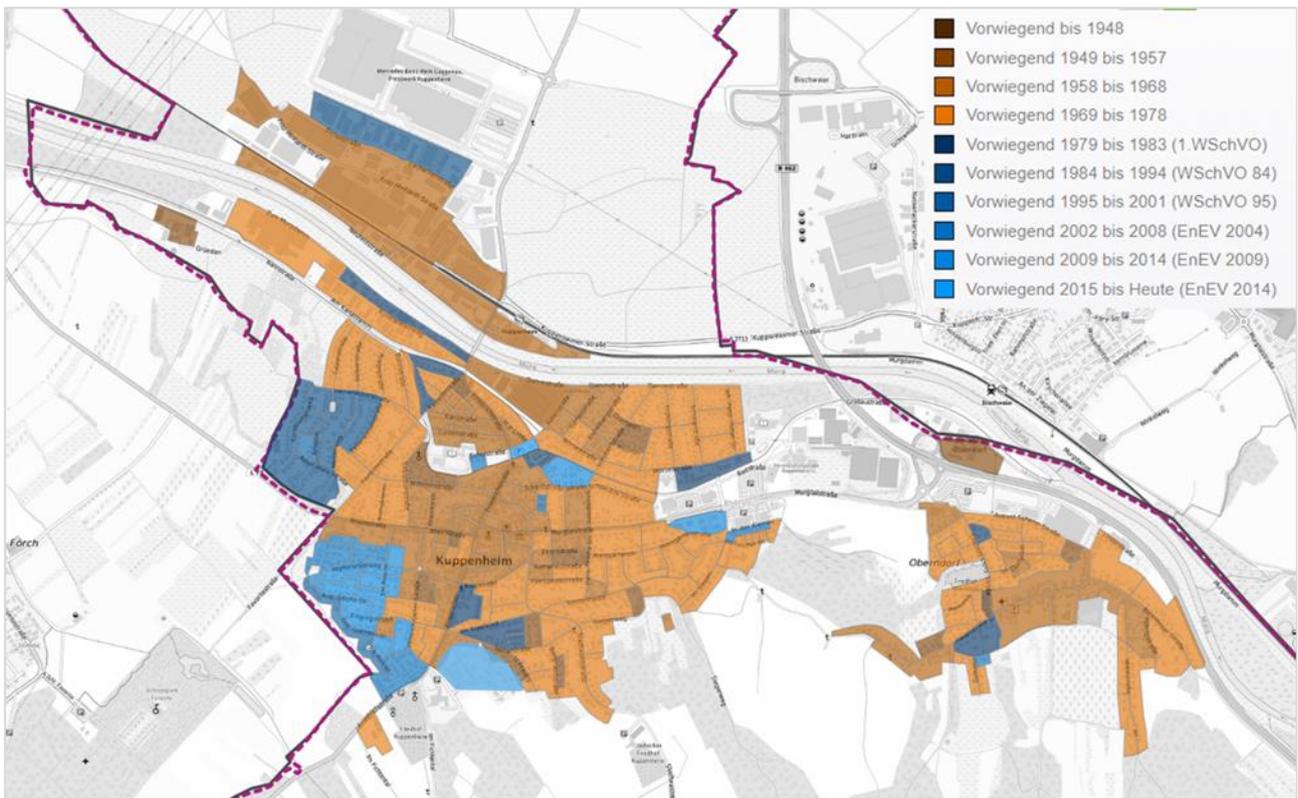


Abbildung 6: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

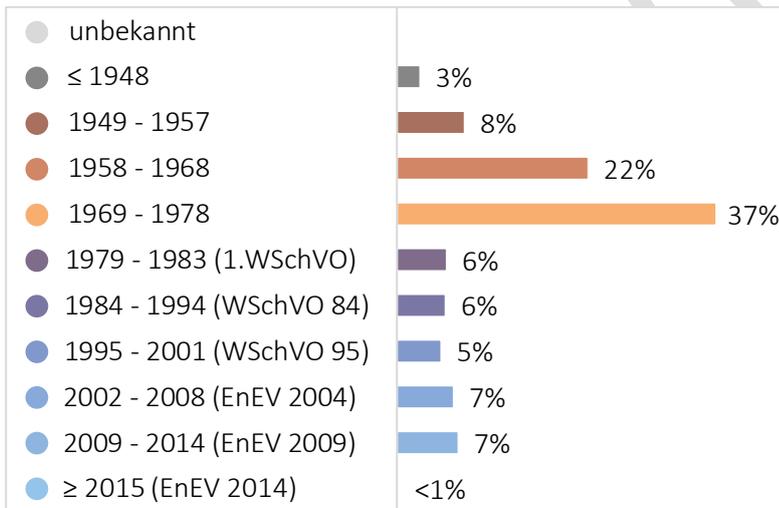


Abbildung 7: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

3.3 Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen

In Abbildung 8 ist die räumliche Verteilung der Energieträger mit dem quantitativ größten Deckungsanteil im entsprechenden Baublock dargestellt. 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 an 2.530 Adressen. Auch nach manueller Nachbearbeitung der Daten konnte ein Anteil von 2 % aufgrund nicht zuordenbarer Adressdaten keinem Gebäude zugeschrieben werden. Nach einer Ergänzung der Datenbasis um Angaben zu vorhandenen Wärmenetzanschlüssen sowie wärmestromversorgten Gebäuden (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) ergibt sich hieraus eine umfassende Darstellung der eingesetzten Energieträger in der Stadt Kuppenheim.

Die Darstellungen in Abbildung 8 und 9 zeigen, dass Erdgas im Bereich der Wohngebäude und des Gewerbes eine hohe Bedeutung hat. Der Großteil der Gebäude wird hauptsächlich mit Erdgas (33 %) und Öl (32 %) beheizt. Ein weiterer nennenswerter Anteil entfällt auf Gebäude mit elektrischer Wärmeversorgung. Hierbei handelt es sich zum Großteil um alte Nachtstromspeicherheizungen und nur zu einem geringen Anteil um neuere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt anzuführen, dass in Kuppenheim ein signifikanter Anteil der Gebäude (17 %) Biomasse als Brennstoff verwendet.

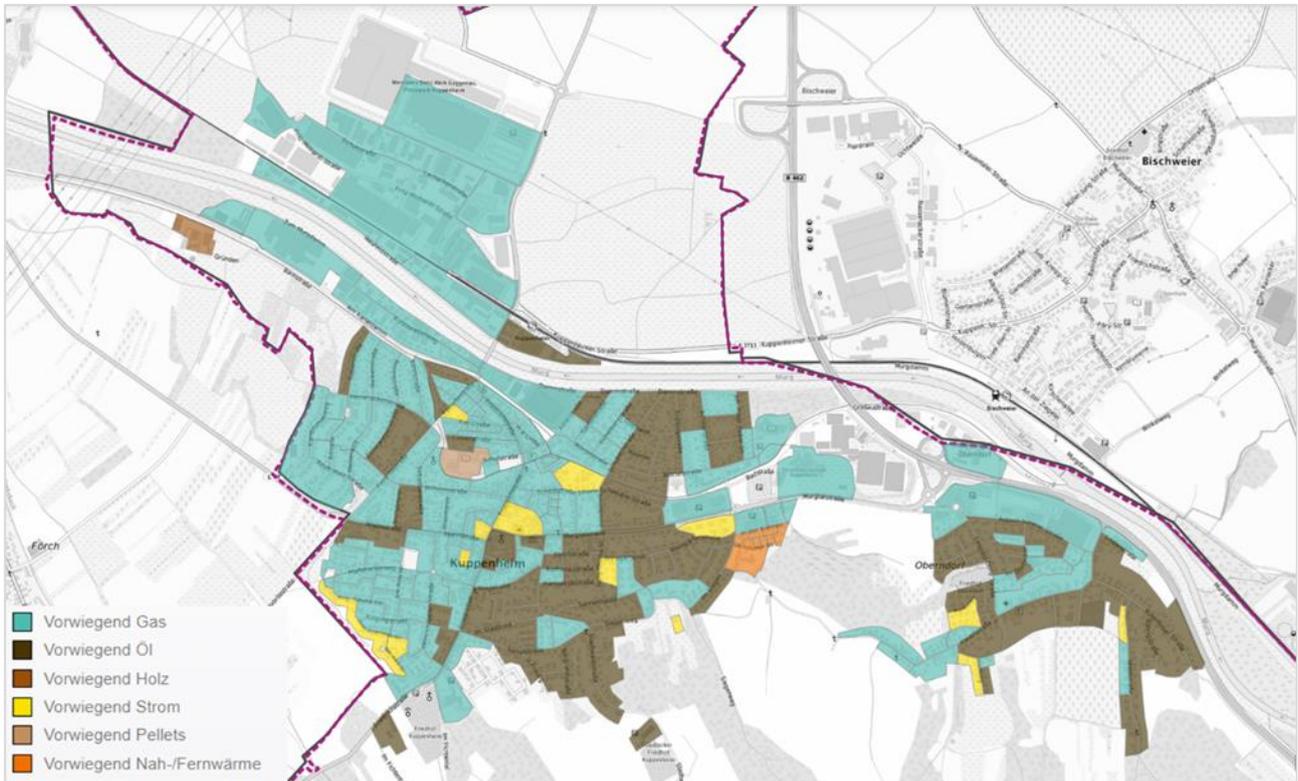


Abbildung 8: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene

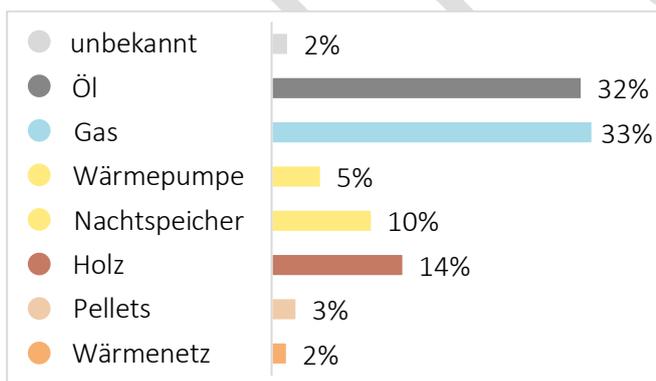


Abbildung 9: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde zudem die Altersverteilung der Feuerstätten untersucht. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten² 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

² Für Gebäude mit Wärmenetzanschlüssen sowie mit Wärmestrom versorgte Gebäuden konnte kein Einbaujahr der Heizungsanlagen ermittelt werden. Aus diesem Grund ist bei 17 % der Hauptheizungen kein Einbaujahr bekannt.

24 Jahre in Betrieb. Abbildung 10 und Abbildung 11 veranschaulichen die räumliche Verteilung der Feuerstätten-Altersklassen über das Stadtgebiet sowie die bilanzielle Auswertung

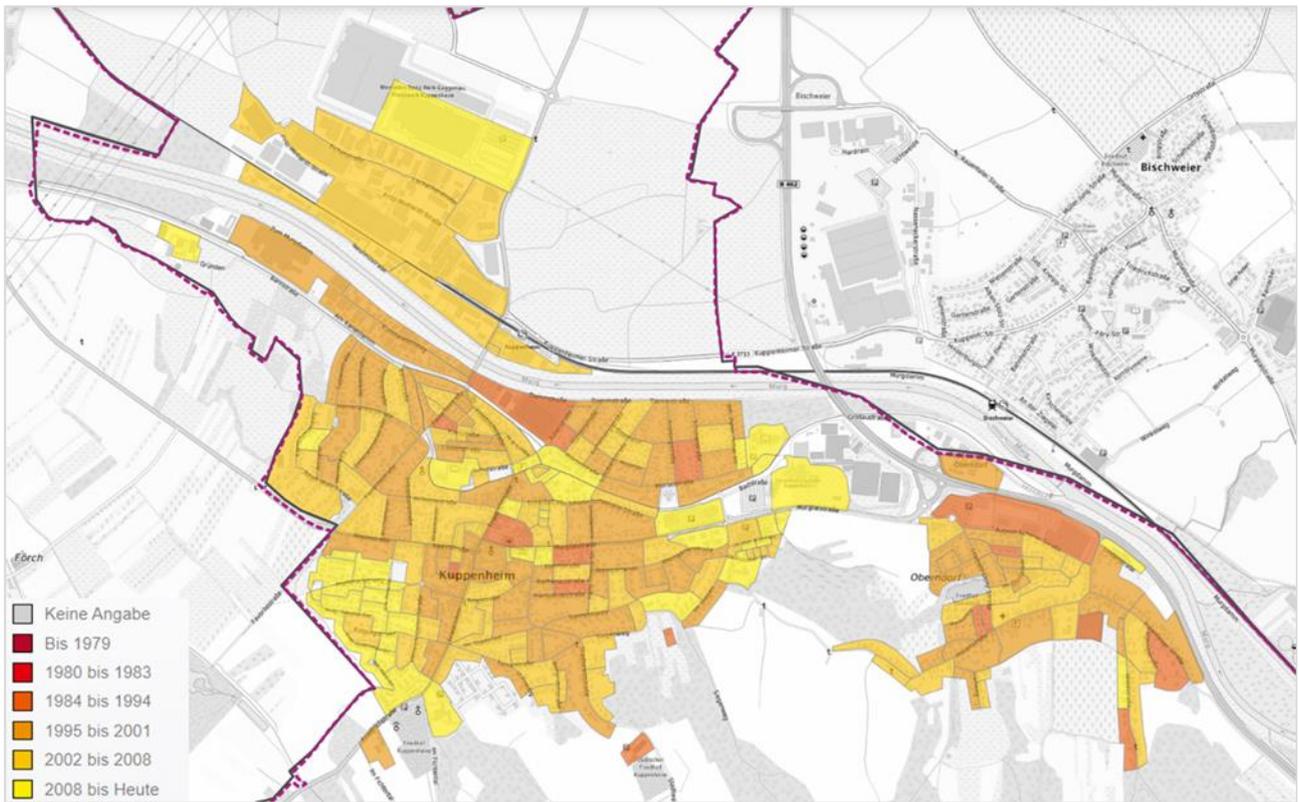


Abbildung 10: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

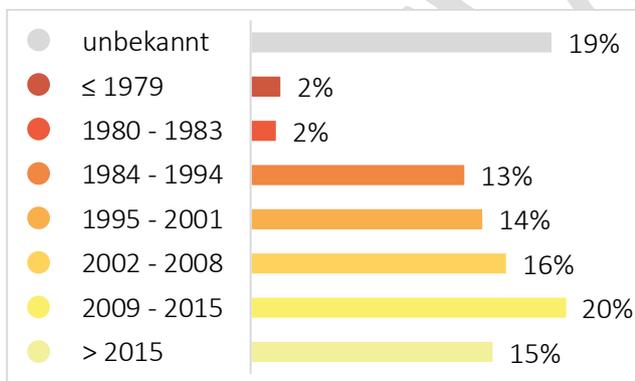


Abbildung 11: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen

3.4 Großverbraucher

In Kuppenheim konnten 30 Großverbraucher³ mit einem Verbrauch von mehr als 100 MWh/a identifiziert werden. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Großverbraucher nicht möglich. Der kommunalen Verwaltungen wurde die gebäudescharfe Darstellung gesondert in Abstimmungsterminen präsentiert.

3.5 Leitungsgebundene Infrastruktur

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

³ Die Zuordnung als Großverbraucher wurde in Absprache mit der Stadtverwaltung definiert.

3.5.1 Gasnetz

Die Versorgung des gesamten Stadtgebiets erfolgt gegenwärtig über das weitverzweigte Gasnetz, wie in Abbildung 12 dargestellt. Derzeit sind rund 940 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung von Kuppenheim nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis 2030 laufenden Konzession ist die eneREGIO GmbH für den Betrieb des Erdgasnetzes von Kuppenheim zuständig. Die eneREGIO GmbH lässt derzeit durch das gaswirtschaftliche Institut DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH eine technische Prüfung der Transformation des Erdgasnetzes auf Wasserstoff prüfen. Mit den Ergebnissen der Prüfung ist im Jahr 2025 zu rechnen. Zudem arbeitet die eneREGIO GmbH mit der Arbeitsgruppe ‚H2vorOrt‘ zusammen, die der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., gemeinsam mit dem Verband kommunaler Unternehmen e.V. im Jahr 2021 ins Leben gerufen hat. Die eneREGIO GmbH plant bis 2026 einen Gasnetzgebietstransformationsplan auf Basis des Vorgehens der Arbeitsgruppe ‚H2vorOrt‘ zu erstellen. Von der Bundesnetzagentur genehmigte verbindliche Fahrpläne gemäß § 71k Absatz 1 Nummer 2 des GEGs, die in der kommunalen Wärmeplanung zu berücksichtigen gilt, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor. Bei der Fortschreibung der Wärmeplanung sollten die bis dahin gewonnene Erkenntnisse zur Thematik Gasnetz & ‚grüne‘ Gase erneut überprüft werden.

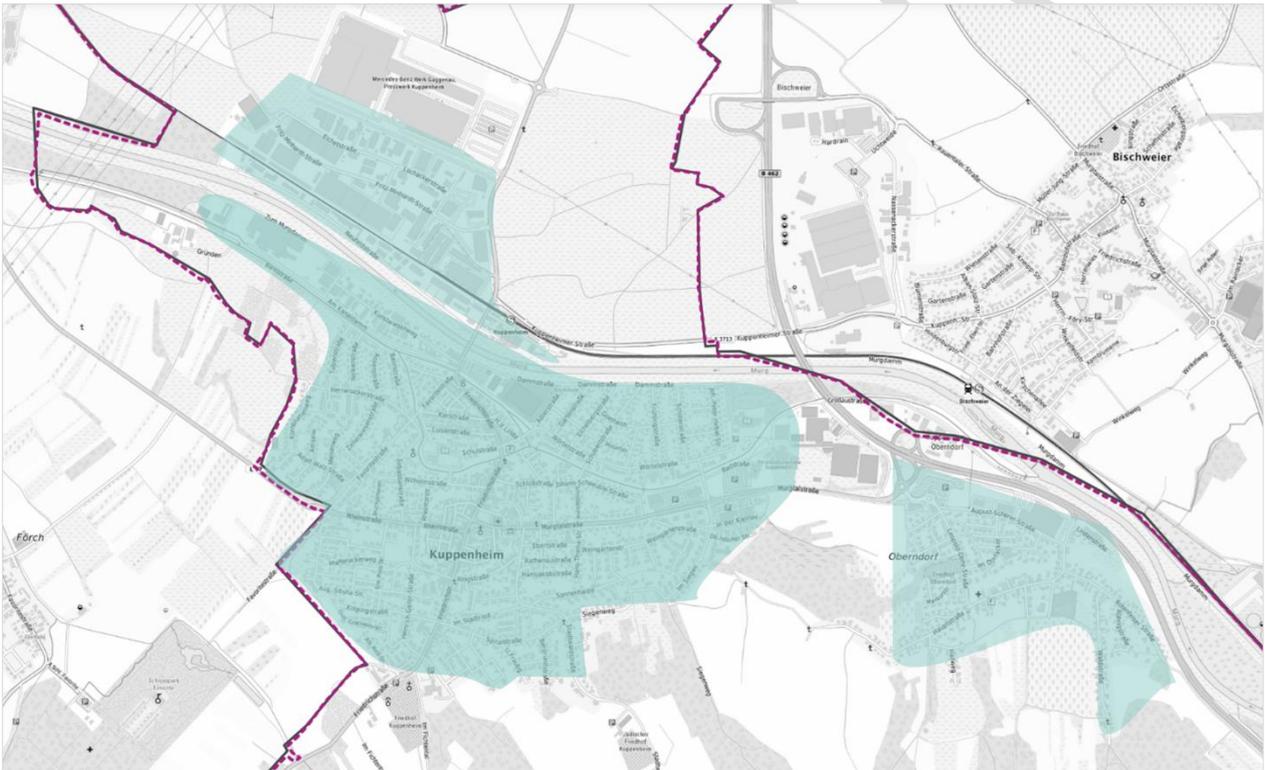


Abbildung 12: Räumliche Verortung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur (eneREGIO GmbH, 2023)

3.5.2 Wärmenetze

In der Stadt Kuppenheim existiert ein bekanntes Wärmenetz „In der Kleinau“. Abbildung 13 zeigt die Lage des Netzes. Der Anteil erneuerbarer Energien in diesen Wärmenetzen betrug im Jahr 2023 0 % (0 MWh von 360.000 MWh). Die Heizzentrale ist mit einem Blockheizkraftwerk (44 kW_{th}) und zwei Spitzenlastkesseln (jeweils 94,5 kW) ausgestattet. Angaben zu Netzverlusten liegen nicht vor. Aufgrund der geringen Netzgröße ist

der Netzbetreiber nicht gemäß §32 WPG bis Ende 2026 zur Aufstellung eines Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplans verpflichtet⁴.

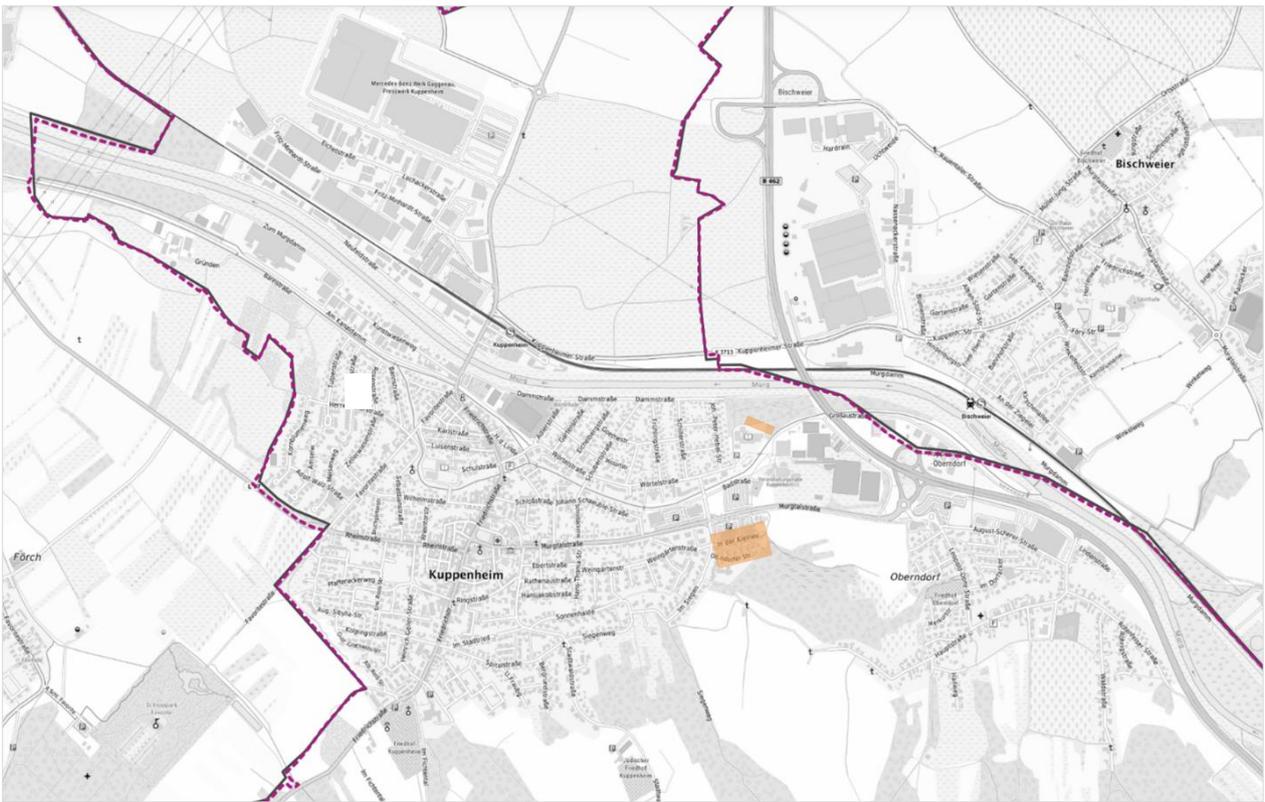


Abbildung 13: Räumliche Verortung bestehender Wärmenetze

Tabelle 1: Bestehende Wärmenetze und Heiz(kraft)werke

| Bezeichnung | Netzbetreiber | Netzart ⁵ | Inbetriebnahmejahr | Trassenlänge m | Wärmemenge kWh | Anzahl Anschlüsse - | Energieträger |
|----------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------|
| 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 Großspthalle Cuppamare. Als Wärmerzeuger werden in diesem Gebäudenetz ein Blockheizkraftwerk (Erdgas) und ein Spitzenlastkessel (Erdgas) eingesetzt

3.5.3 Stromnetz

Das Stromnetz in Kuppenheim umfasst das gesamte Stadtgebiet. Im Rahmen der bis 2032 laufenden Konzession ist die eneREGIO GmbH für den Betrieb des Stromnetzes der Stadt Kuppenheim zuständig. Die eneREGIO

⁴ 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 Bestandswärmenetze 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.

⁵ 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.

GmbH hat für das Stromnetz eine Zielnetzplanung durchgeführt, die Entwicklungen wie die Zunahme von Wärmepumpen sowie die Elektromobilität berücksichtigt. Das Stromnetz wird aktuell und zukünftig bedarfsgerecht ertüchtigt und ausgebaut.

3.5.4 Abwassernetz

Über das Abwassernetz der Stadt Kuppenheim wird gegenwärtig die gesamte Stadt entwässert. Das Abwasser der Stadt Kuppenheim wird in die Kläranlage des Abwasserverbands Murg (Standort Rastatt) eingeleitet. Die folgende Abbildung zeigt die Hauptsammler der Stadt Kuppenheim. Rot dargestellt sind die Abschnitte des Hauptsammlers, die eine Nennweite von mindestens DN 800 aufweisen.

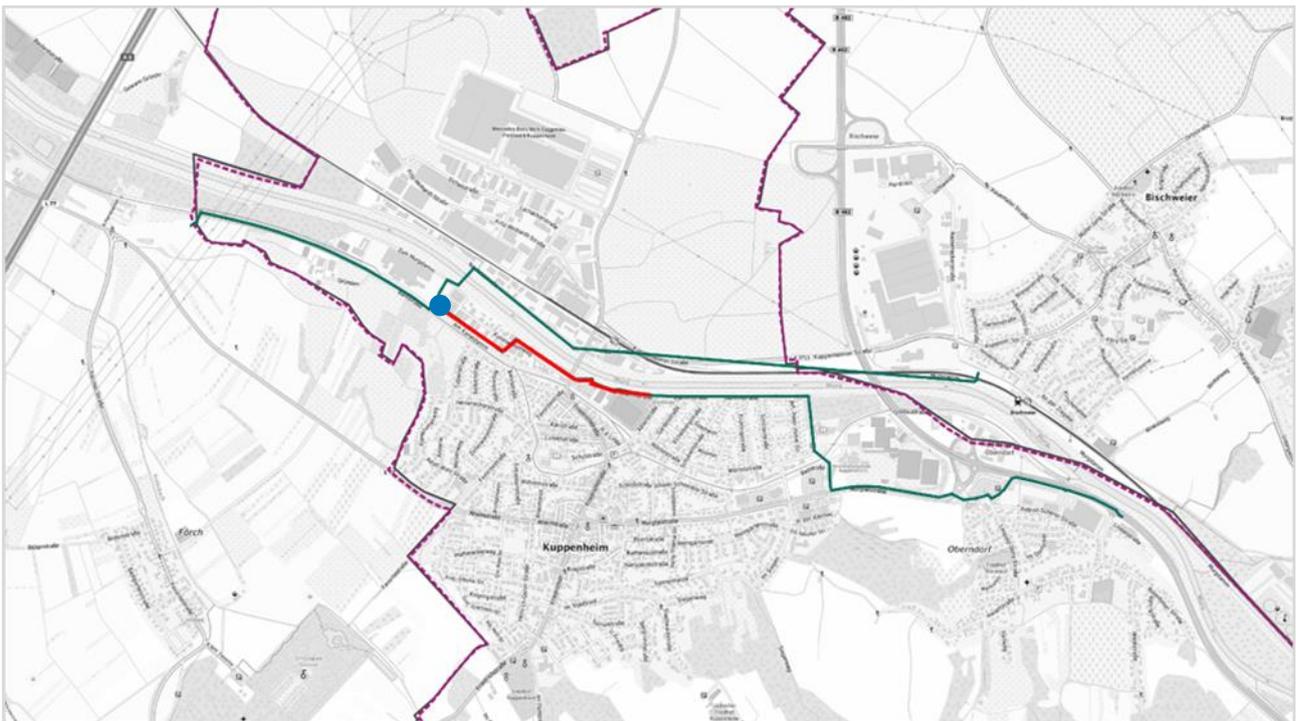


Abbildung 14: Räumliche Verortung des Abwassernetzes, blauer Kreis = Pumpwerk (Abwasserverband Murg, 2024)

3.6 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 Territorialbilanz⁶ erfolgt mit Hilfe des Bilanzierungstools BICO2 BW, das auf dem BSKO-Standard basiert. Zur Ermittlung einer möglichst aktuellen Bilanz werden die Datengrundlagen aus BICO2 BW mit geeigneten Datengrundlagen ergänzt. Diese Bilanz bildet die Grundlage für die anschließende Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung sowie für die Planung eines effizienten Ressourceneinsatzes.

3.6.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

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

⁶ 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)

Bei Gebäuden, die über leitungsgebundene Energieträger (Erdgas, Strom und Fernwärme) 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 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie der Industrie wurden vorausgewählte Unternehmen mittels eines Fragebogens zur Datenerfassung kontaktiert.

Der Wärmeverbrauch⁷ der Stadt Kuppenheim belief sich im Jahr 2023 auf rund 72.400 MWh vgl. Abbildung 15. 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 Wärmeerzeugung bei. Mit 18 % nimmt die Biomasse davon den größten Anteil ein. Die restlichen 5 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme.

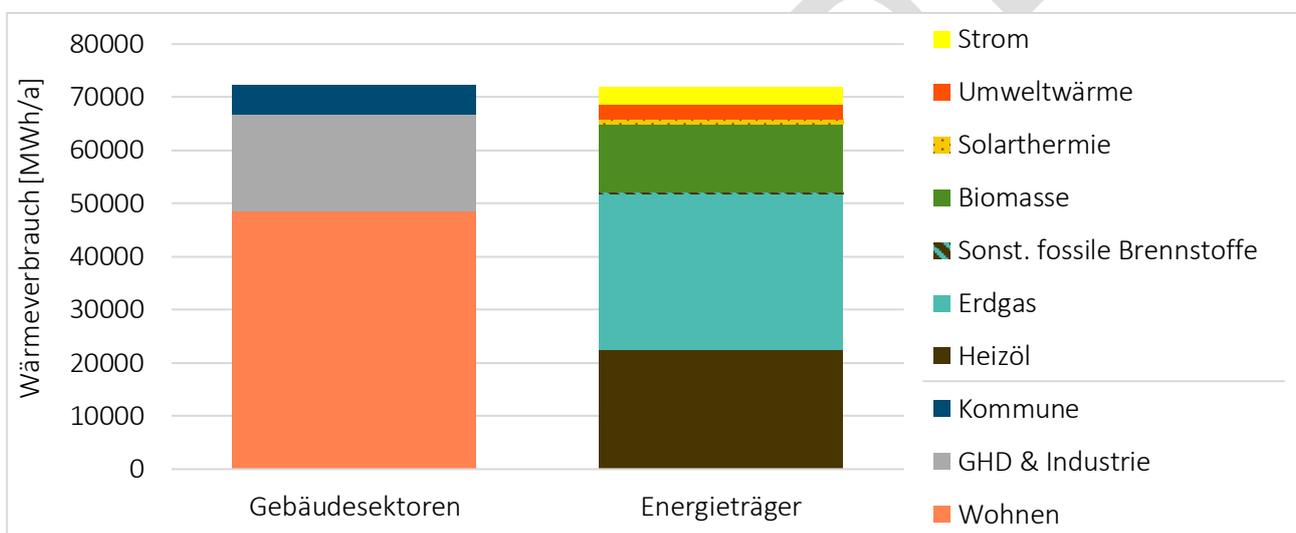


Abbildung 15: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

⁷ Eine weitere Einteilung in Raum- und Prozesswärme sowie Warmwasser ist aus der Datengrundlage nicht abbildbar.

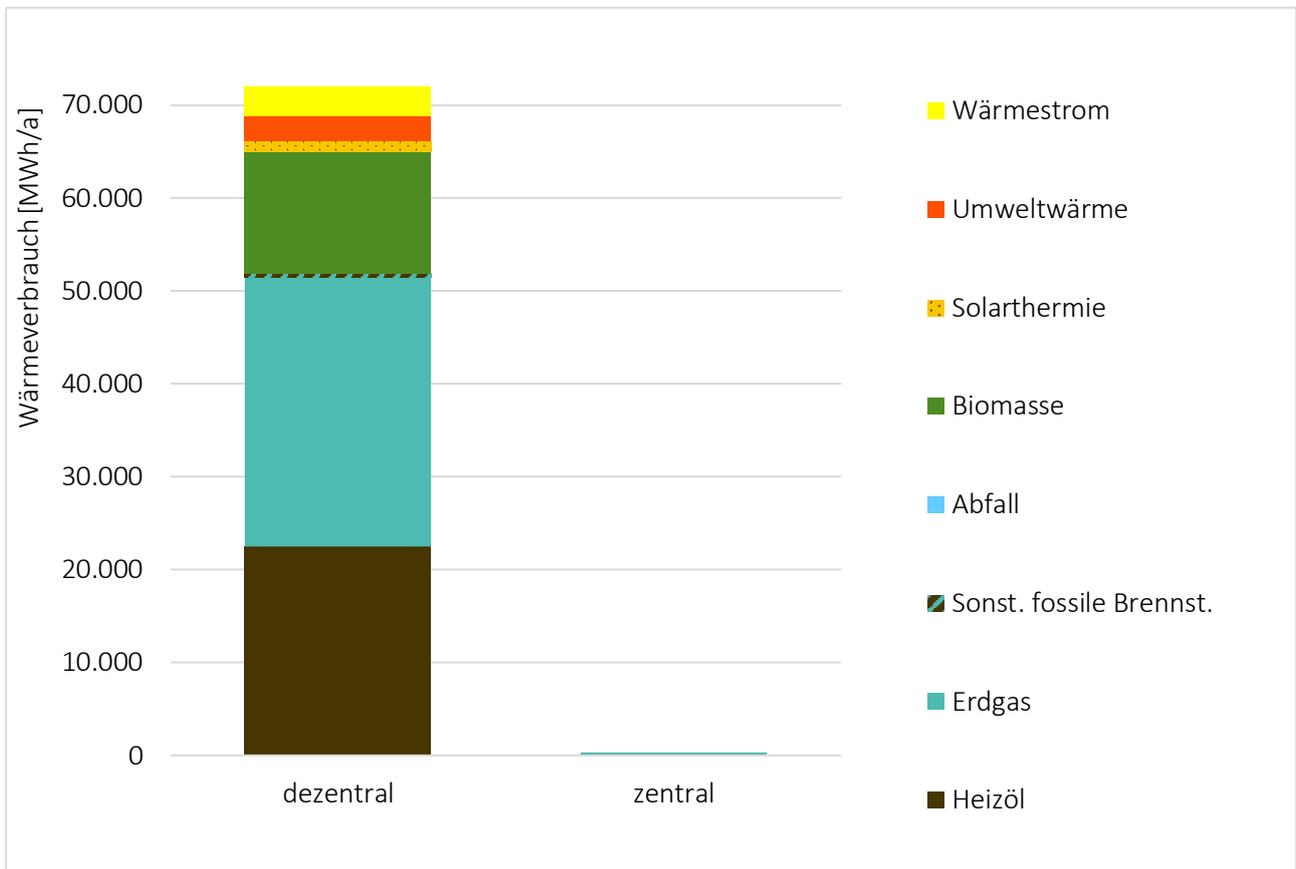


Abbildung 16: Dezentrale und zentrale Wärmebereitstellung im Jahr 2023, Aufteilung nach Energieträger

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 kann flächenbezogen der Abbildung 17 und bezogen auf die Wärmedichten⁸ der Abbildung 18 entnommen werden. Die Darstellung dient zur gezielten Identifizierung von Gebieten mit einem hohen Handlungsbedarf.

⁸ Wärmedichten sind der Quotient aus Wärmemenge, die innerhalb eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher abgesetzt wird, und dem laufenden Straßenmeter. Sie dienen z. B. als Planungsgrundlage für den Ausbau von Wärmenetzen.

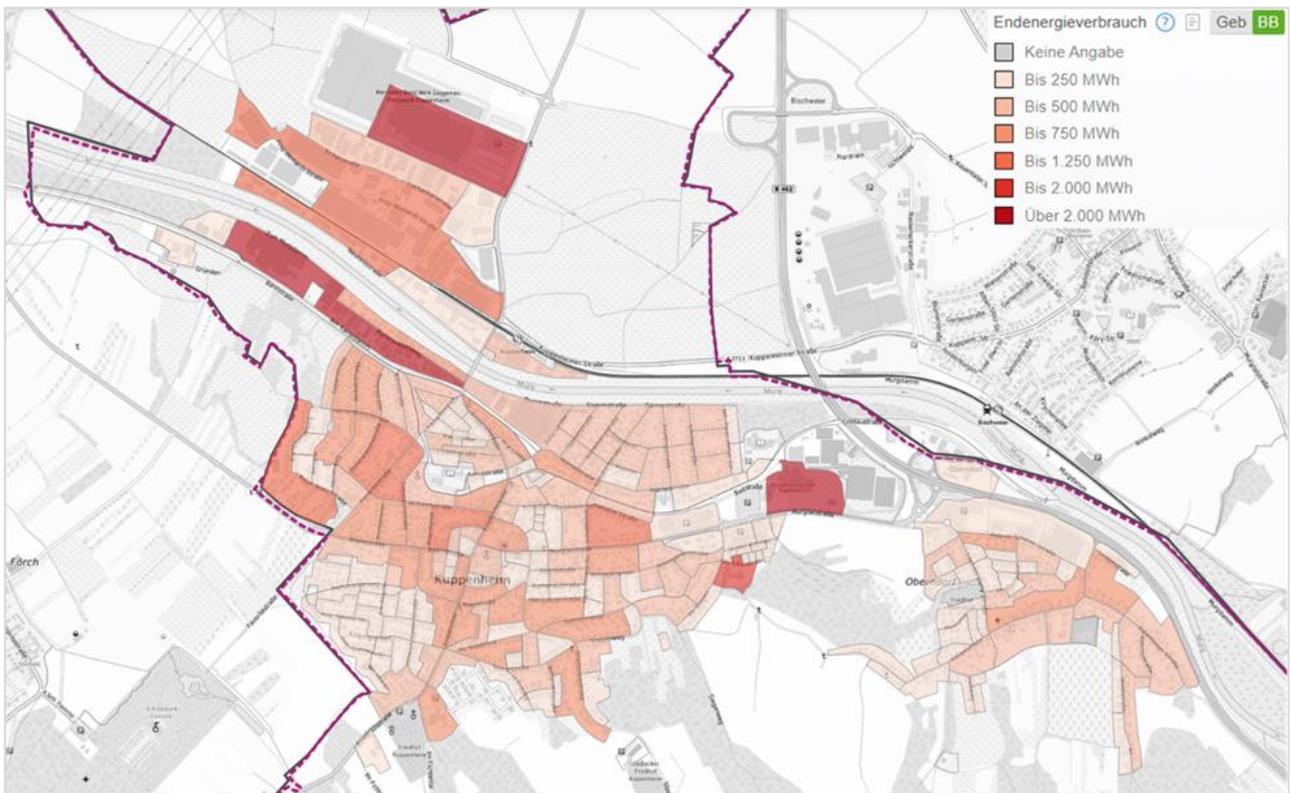


Abbildung 17: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme

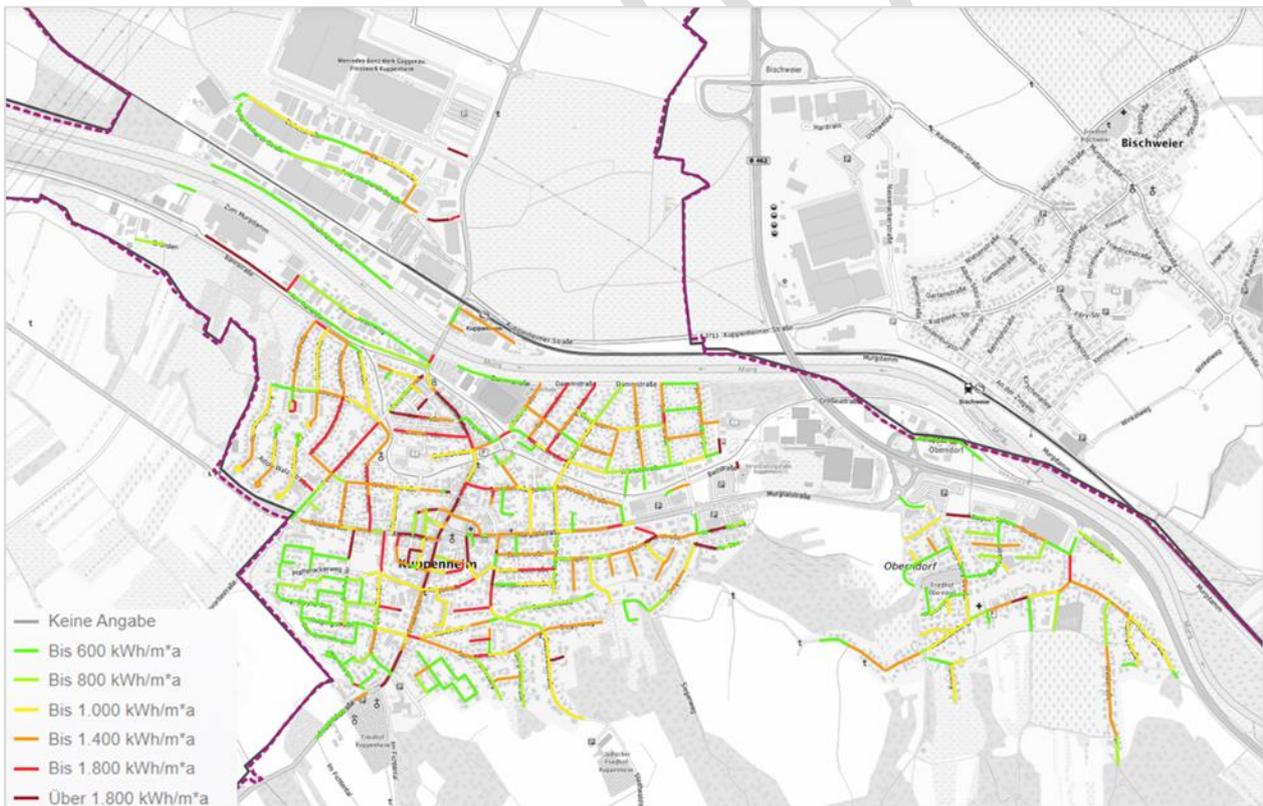


Abbildung 18: Räumliche Verortung der Wärmelinendichten

3.6.2 Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Stadt Kuppenheim betrug 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 %.

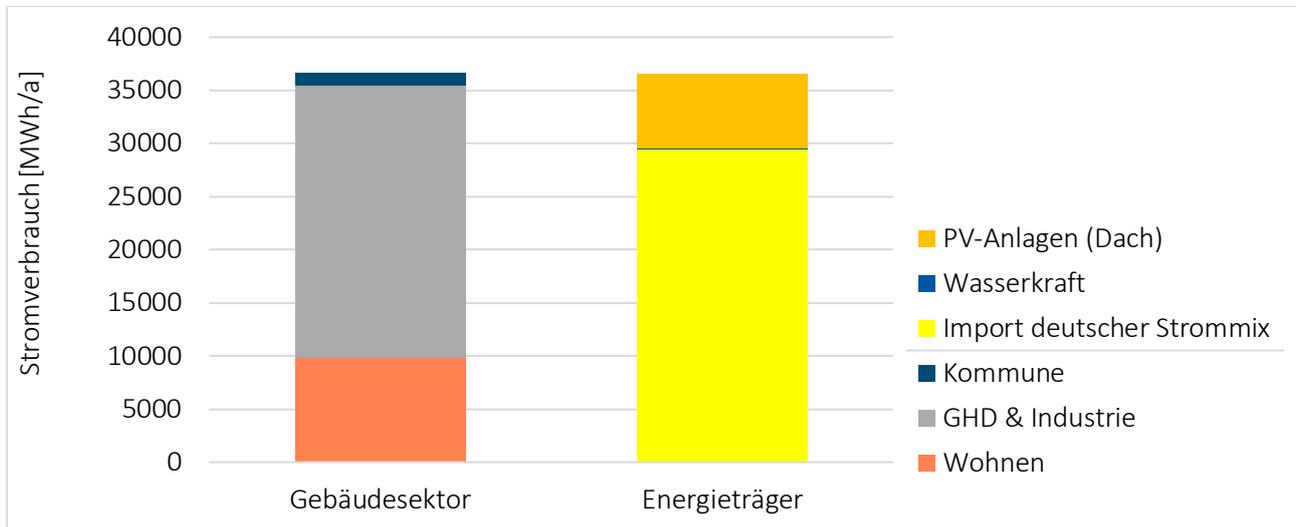


Abbildung 19: Stromverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

3.6.3 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.

3.6.4 Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der Treibhausgasbilanz basiert auf den eingesetzten Energieträgern, die mit entsprechenden Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW) multipliziert werden, um die resultierenden Treibhausgasemissionen zu ermitteln (KEA-BW, 2023). Die ermittelten Mengen stellen dabei 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 20 dargestellt.

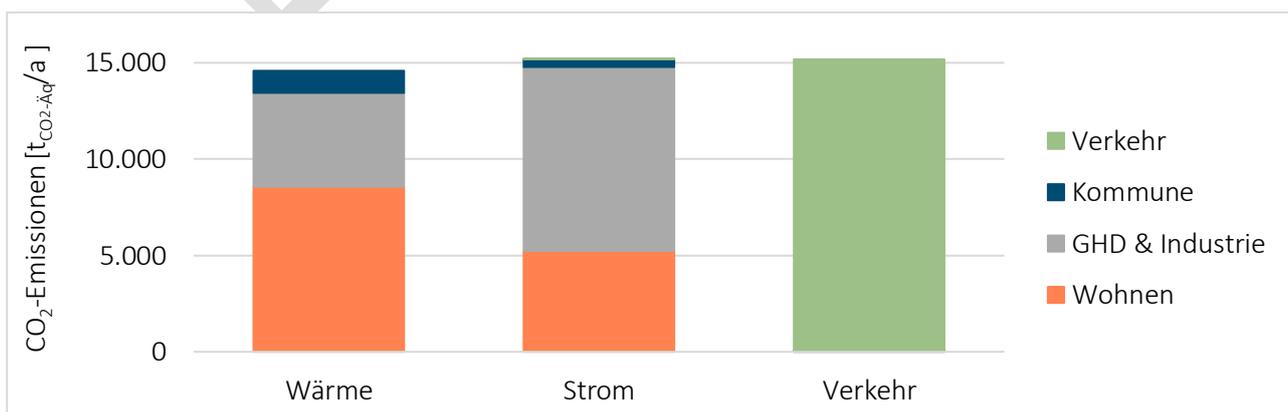


Abbildung 20: Emissionen der Verbrauchssektoren Wärme, Strom und Verkehr

3.6.5 Gesamtenergiebilanz

In der folgenden Übersicht sind sowohl die aktuellen Energieverbräuche als auch die Potenziale erneuerbarer Energien und deren Anteil an der Bedarfsdeckung dargestellt.

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 Erzeugung durch erneuerbare Energien am Energieverbrauch | 23 % | 18 % | |
| Deckungsanteil Erzeugung durch erneuerbare Energien am Energieverbrauch (inkl. deutscher Strommix) | - | 61 % | |

4 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.

4.1 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 Sanierungsrate liegt seit Jahren unter einem Prozent (BBB, 2023). Um die Klimaziele des Bundes bis zum Zieljahr 2045 erreichen zu können, 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 % ($\emptyset 1,2 \%/a$) (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2023).

4.1.1 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 21. 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 GEG sowie die für 2025 geplante Novellierung des KlimaG BW werden erheblichen Einfluss auf Investitionen in Energieeffizienz und -einsparung haben. In Abbildung 22 zeigt dieses Potenzial georeferenziert für die Stadt Kuppenheim

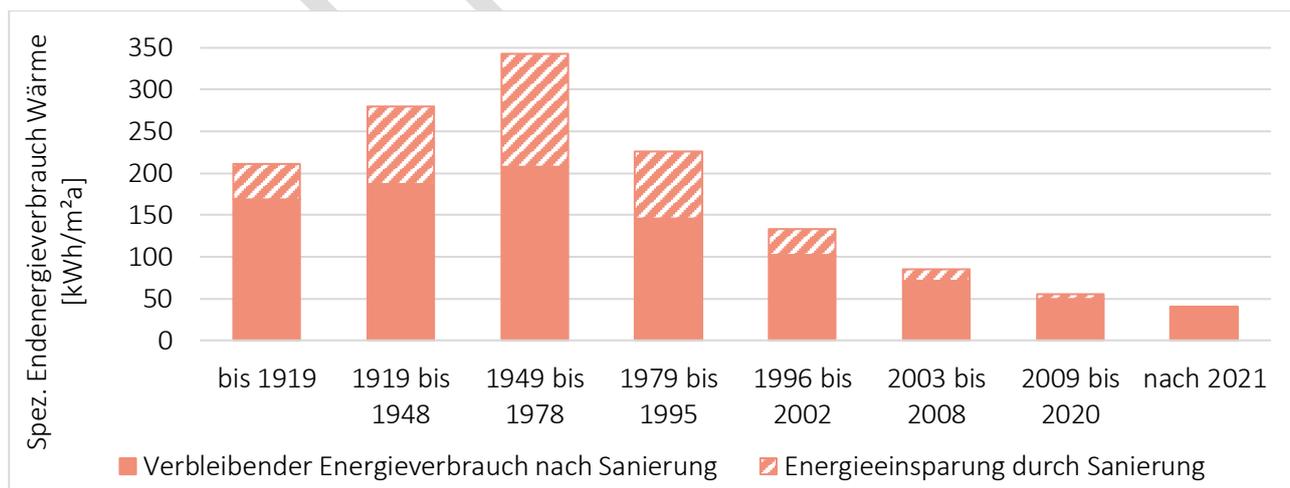


Abbildung 21: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualterklassen für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

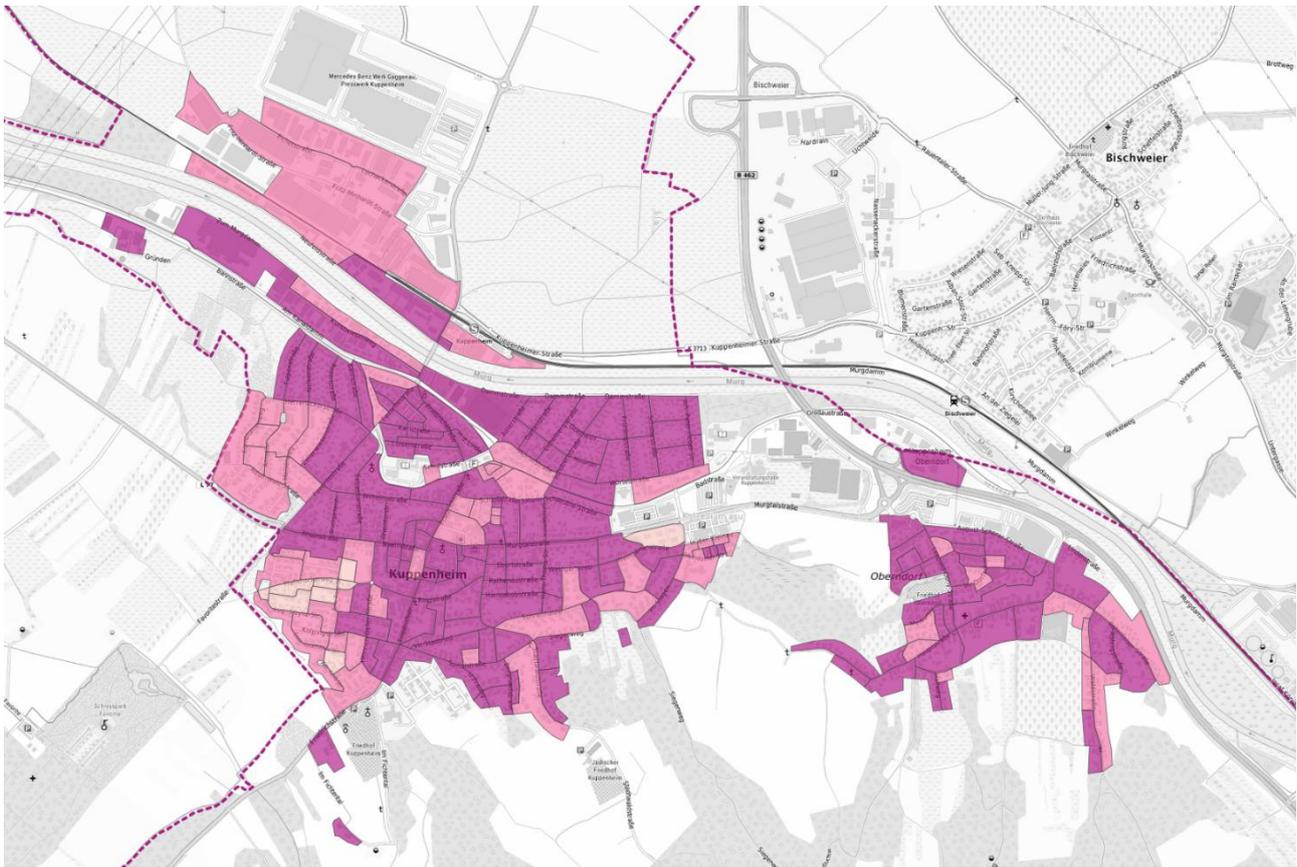


Abbildung 22: Maximales Einsparpotenzial Wärmebedarf (Wohngebäude) durch Sanierung

Die angenommenen Raten für energetische Sanierungen betragen 0,8 %/a (Sanierungsrate in Deutschland in 2023), 2,3 %/a (notwendige Sanierungsrate zur Zielerreichung in Baden-Württemberg) und 1,3 %/a (Sanierungsrate in Baden-Württemberg zwischen 2016 und 2020) (BBB, 2023; ZSW; ifeu; Öko-Institut; ISI; HIR, 2022; KEA-BW, 2022). Bei einer Sanierungsrate von 2,3 %/a wären bis 2040 759 von 2.220 Wohngebäuden energetisch saniert. Unter diesen Annahmen ergibt sich bis 2040 ein Einsparpotenzial von ca. 16.600 MWh/a (31 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude). Bei einer Sanierungsrate von 1,3 %/a beträgt das Einsparpotenzial ca. 9.700 MWh/a (18 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude, 466 von 2.220 Wohngebäuden energetisch saniert) und bei einer Sanierungsrate von 0,8 %/a knapp 5.800 MWh/a (11 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude, 299 von 2.220 Wohngebäuden energetisch saniert).

Da in Kuppenheim derzeit das Neubaugebiet „Alte Täschnerlei“ erschlossen wird, wird der zu erwartende Wärmebedarf in die Bedarfsentwicklung einbezogen. Durch den Zubau ergibt sich im Endausbau ein zusätzlicher Wärmebedarf ab dem Jahr 2025 in Höhe von ca. 1.100 MWh/a⁹.

4.1.2 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. Kommunale Gebäude werden den Wohngebäuden gleichgestellt. Für die Gebäudesektoren Industrie und anteilig auch für GHD ist eine Abschätzung insbesondere hinsichtlich der Entwicklung des Prozesswärmebedarfs schwierig. 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, wird angenommen, dass sich die Energieeinsparung durch zukünftige Effizienzsteigerungen und der Anstieg

⁹ Der Wärmebedarf wurde durch die Planer des Neubaugebiets bereitgestellt.

des Prozesswärmebedarfs durch Wirtschaftswachstum die Waage halten. Unter dieser Annahme wird also im Mittel keine Veränderung des Prozesswärmebedarfs erwartet.

4.2 Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung

Die folgenden Analysen basieren auf Geodaten, Luftbildern und Fachinformationssystemen. Die Auswertung erfolgt hierbei 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 kann sowohl in Form einer Erhöhung als auch einer Verringerung z. B. im Rahmen weiterer vertiefender Untersuchungen erfolgen. Diese Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden „Kommunale Wärmeplanung“ der KEA-BW (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
- Tiefengeothermie
- Umweltwärme

4.2.1 Abfall

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

4.2.2 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 nachhaltige 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, das 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).

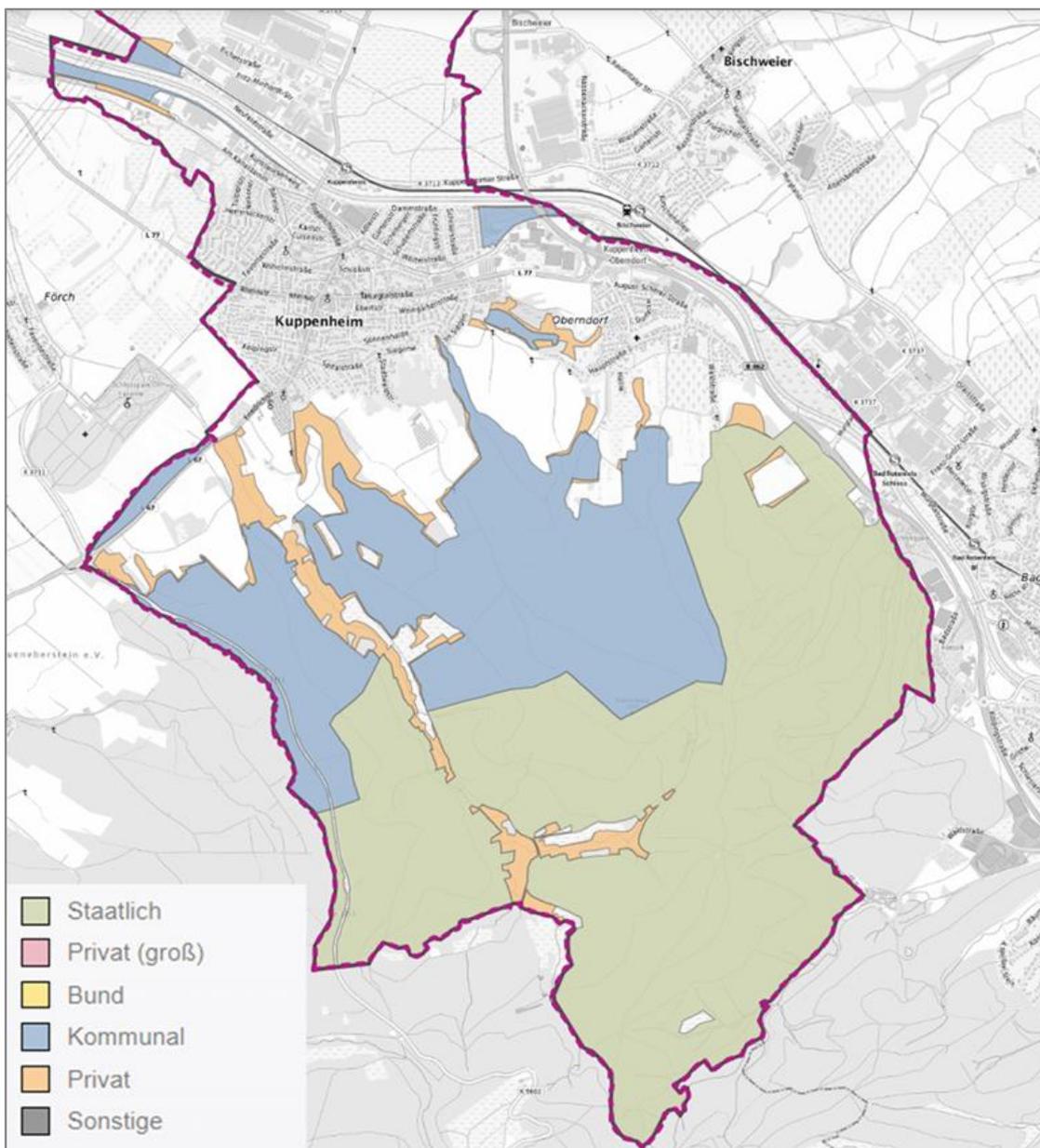


Abbildung 23: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen(LFV; LGL BW, 2021)

4.2.3 Deponie-, Klär- & Grubengas

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

4.2.4 ‚Grüne‘ Gase

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

4.2.5 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. 18. Aktuell genutzte Potenziale ergeben sich daraus nicht. Dennoch konnten für den Niedertemperaturbereich (kleiner 80 °C) Potenziale in 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.

4.2.6 Solarthermie

Die Sonne ist der größte Energielieferant auf 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 Heizungswassers im Gebäude genutzt.

4.2.6.1.1 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, vgl. Abbildung 24. Die überwiegende solare Nutzung erfolgt durch Photovoltaik.

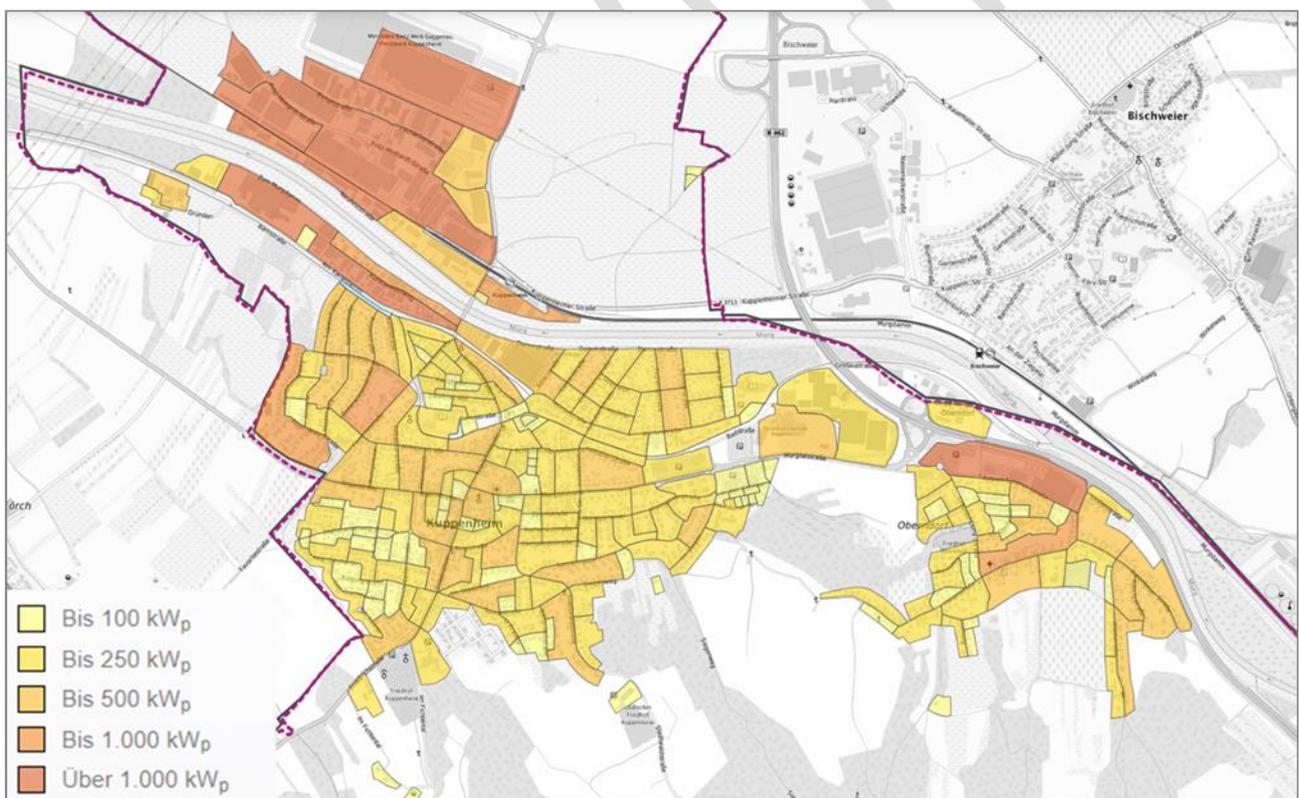


Abbildung 24: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie

4.2.6.1.2 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-solarthermieanlagen in Betrieb. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden auch keine konkreten Flächen identifiziert.

4.2.7 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 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 mit 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 und den Aufbau von Wärmenetzen gelingen kann, wobei Großabnehmer (z. B. Industrie) wesentlich sind. Die Tiefengeothermie muss daher interkommunal gedacht werden, vgl. Kapitel 4.3.2.

Folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Darstellung des Bauplatzes einer Tiefengeothermieanlage.



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

4.2.8 Umweltwärme

Als Umweltwärme werden im 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 in der Regel 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, werden im Rahmen der Netzbetrachtung üblicherweise ein erforderlicher mittlerer Trockenwetterabfluss von ca. 15 l/s sowie ein Mindestkanaldurchmesser von DN 800 angesetzt. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass zur Nutzung der Abwasserwärme aus dem Kanalnetz nur eine geringe Temperaturabsenkung von maximal 0,5 bis 1 Kelvin möglich ist, um die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht negativ zu beeinflussen. Das Kanalnetz ist differenziert nach Nennweiten in Abbildung 14 dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass nur in einem Abschnitt ausreichende Nennweiten verfügbar sind. Für diesen Abschnitt lagen keine Werte zu den mittleren Trockenwetterabflüssen vor. Jedoch konnten diese für das nahegelegene Pumpwerk¹⁰ Kuppenheim gezeigt werden. Bei Betrachtung der mittleren Trockenwetterabflüsse am Pumpwerk¹⁰ Kuppenheim zeigt sich ein Gesamtpotenzial von rund 400 MWh/a.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung der Abwasserwärme besteht auch im Auslauf der Kläranlage, jedoch hat die Stadt Kuppenheim keine eigene Kläranlage, wodurch diese Option entfällt.

Oberflächengewässer

Auf dem Gebiet der Stadt Kuppenheim findet derzeit¹¹ 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.

Die Murg weist im Bereich Kuppenheim einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 4 m³/s (=14.400 m³/h) auf (LUBW; LGL; BKG, 2022). Hierdurch könnte durch den Einsatz von Wärmepumpen eine Wärmemenge von ca. 22.300 MWh bereitgestellt werden.

¹⁰ Nur für diesen Standort lagen im Rahmen der Potenzialanalyse Daten vor.

¹¹ Eine Anlage wird in 2024 für die Versorgung des Neubaugebiets „Alte Täschnerei“ errichtet.

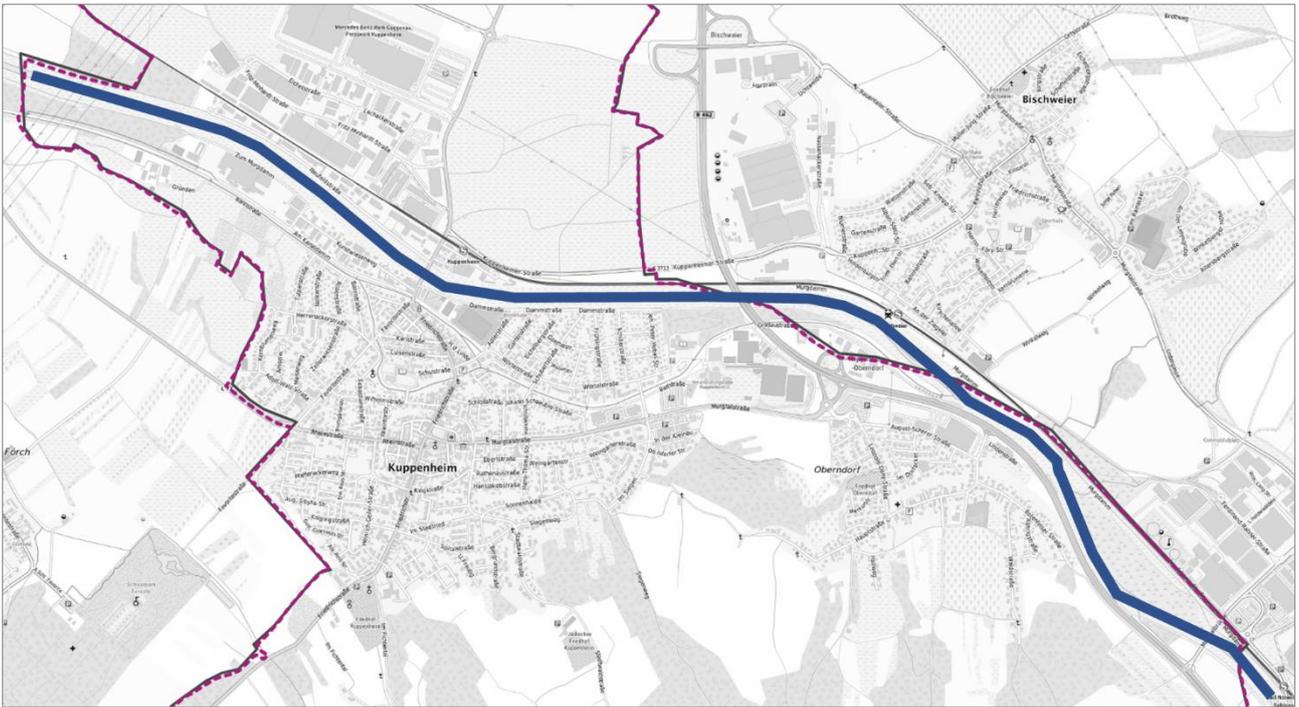


Abbildung 26: Verlauf der Murg (Blau), eigene Darstellung

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 von Grundwasser- oder Erdwärmesonden niedergebracht (RP Freiburg; LGRB, 2021).

Ein Ausschluss einzelner Gebiete für die Erdwärmennutzung erfolgt z. B. aufgrund zu geringer zulässiger Bohrtiefen, genutzter Grundwasservorkommen im Einzugsgebiet oder räumlich eng wechselnder Untergrundverhältnisse. Auch können Gebiete mit erforderlicher Einzelfallprüfung ausgewiesen werden. In Kuppenheim 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 27. Eine Begrenzung der Bohrtiefe liegt nicht vor. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)

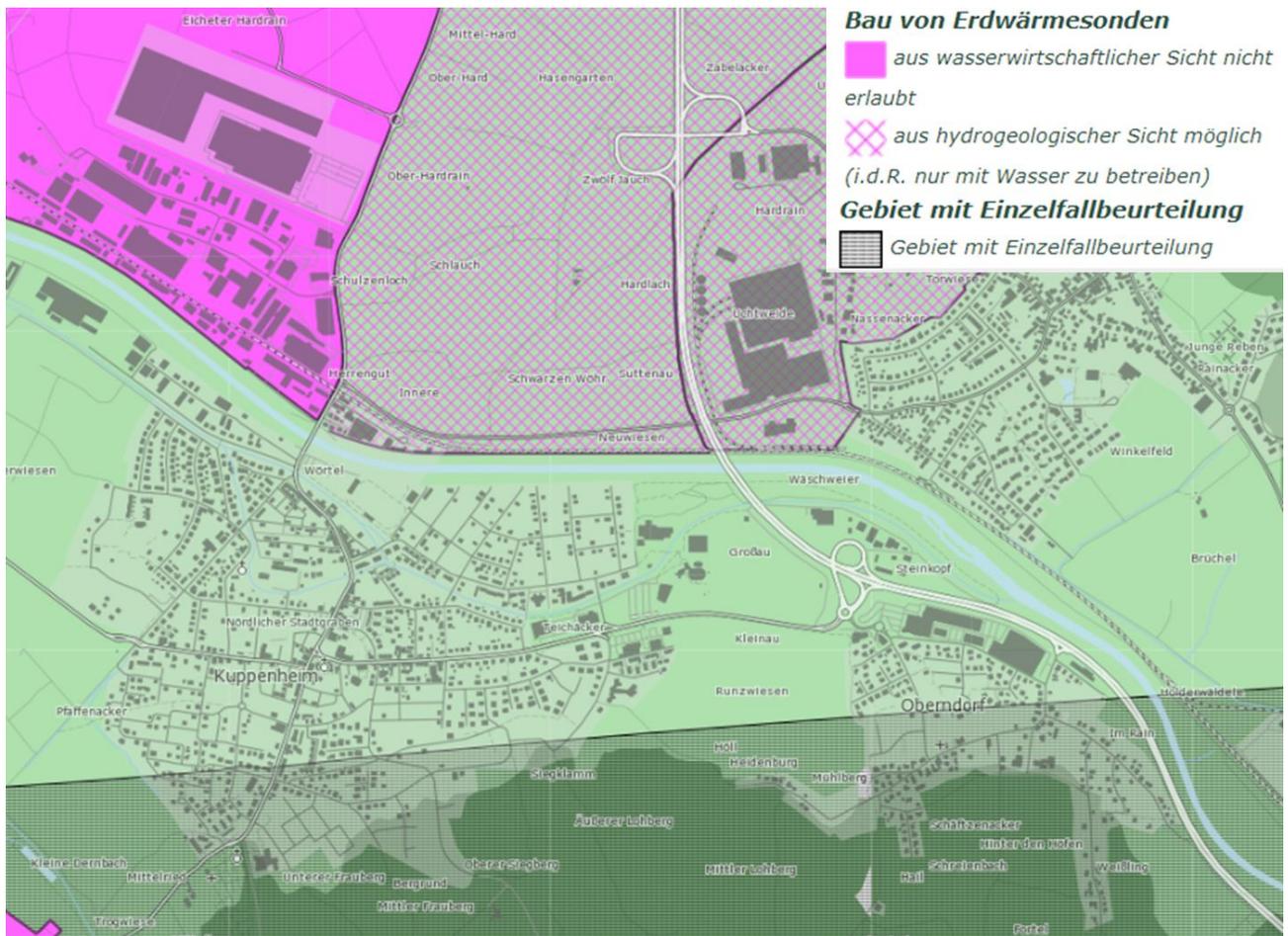


Abbildung 27: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmesondenutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021)

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 28: 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 Wärmeherzeugung 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.

4.3 (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 nur dort in der Wärmeversorgung 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.

4.3.1 Wasserstoff

Die sinnhafte Einsatzmöglichkeit von Wasserstoff, wie sie durch die Kommunalrichtlinie definiert wurde, wurde im vorigen Abschnitt erörtert. Die von den vorgelagerten Netzbetreibern vorgestellten Ausbaupläne lassen die Möglichkeit einer Wasserstoffversorgung auf der Gemarkung Kuppenheims erkennen. So zeigt die Terranets BW (Gasfernleitungsnetzbetreiber u. a. Baden-Württemberg) mit deren Plan zur Transformation die Cluster zum Ausbau des Wasserstoffnetzes. Unter Berücksichtigung der aktuellen Planungen ist ein Anschluss der Gemeinde Kuppenheim frühestens ab dem Jahr 2040 denkbar. Die zentrale Herausforderung beim Thema Wasserstoff liegt neben der Verfügbarkeit der Infrastruktur in der Sicherstellung einer ausreichenden Menge an Wasserstoff. Eine ausreichende Erzeugung innerhalb der Gemarkung Kuppenheim ist nicht möglich, wie die Potenzialanalyse zeigt.

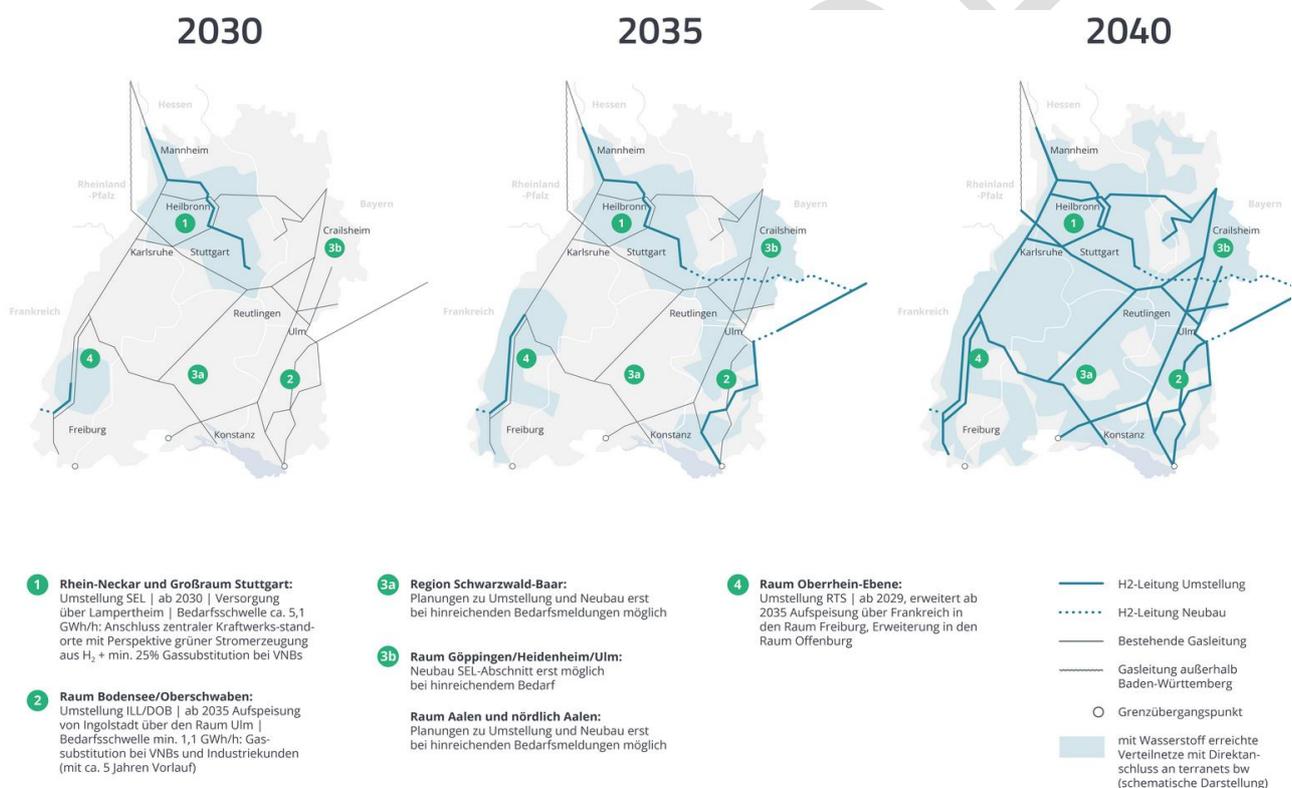


Abbildung 29: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW(TerranetsBW, 2024)

4.3.2 Tiefengeothermie

Grundsätzlich besteht auf der Gemarkung Kuppenheim die Möglichkeit, Tiefengeothermie zu nutzen, vgl. Kapitel 4.2.7. Auch in den umliegenden Gemeinden ist entsprechendes Potenzial gegeben. Weitere Untersuchungen sind zur Hebung der Potenziale essenziell. Eine sinnvolle Nutzung der Tiefengeothermie erfordert die Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanungen der Nachbarkommunen sowie die Identifikation von Möglichkeiten für einen interkommunalen Verbund. Die Anzahl und Dichte von Großabnehmern ist dabei von entscheidender Bedeutung, da nur durch diese interkommunale Wärmeverbände in dieser Dimension aufgebaut werden können. Der Aufbau eines interkommunalen Wärmeverbundes ermöglicht es auch Städten und Gemeinden ohne eigenen Kraftwerksstandort, von dieser Wärmequelle zu profitieren. Des Weiteren ist zu prüfen, ob ein Zusammenschluss an bestehende Wärmenetze in Nachbargemeinden möglich ist.

4.4 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 KEA-BW (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

4.4.1 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.

4.4.2 Deponie-, Klär- und Grubengas

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

4.4.3 Photovoltaik

Das größte Stromerzeugungspotenzial in Kuppenheim liegt in der Photovoltaik, welche grundsätzlich auf Gebäudedächern, Freiflächen, Gewerbeflächen und 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 Gesamtleistung auf den Dächern von Kuppenheim beträgt ca. 60.100 kW_p. Die grundsätzliche Eignung der Gebäudedächer ist analog zur Solarthermie der Abbildung 24 zu entnehmen. Mit der Ausschöpfung des Solarpotenzials auf den Dächern in der Gemarkung von Kuppenheim können insgesamt ca. 56.600 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 66 % 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 dem Denkmalschutz vom ermittelten Potenzial abweichen.

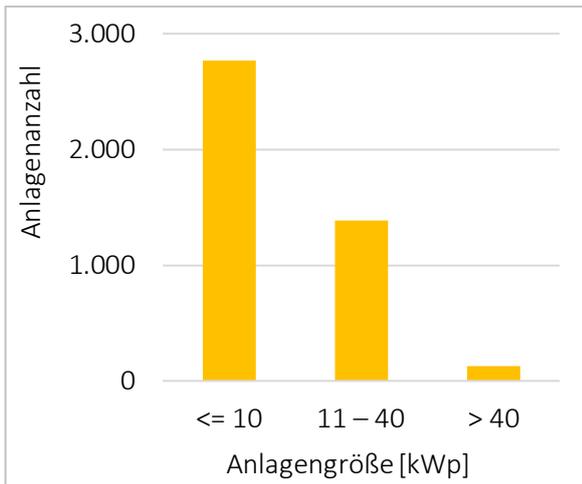


Abbildung 30: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

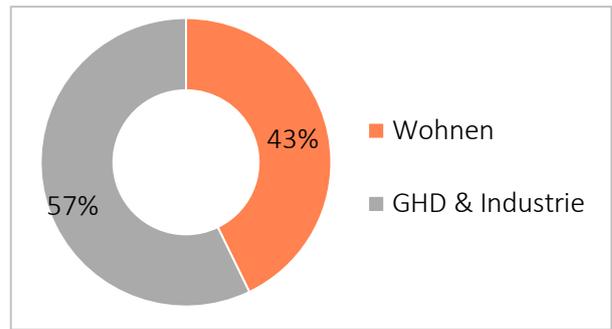


Abbildung 31: Solarpotenzial nach Sektoren

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 32 (RVMO, 2024). Für den Kuppenheimer Anteil der vom Regionalverband ausgewiesene Flächen ergibt sich ein PV-Freiflächenpotenzial von ca. 2.000 MWh/a.

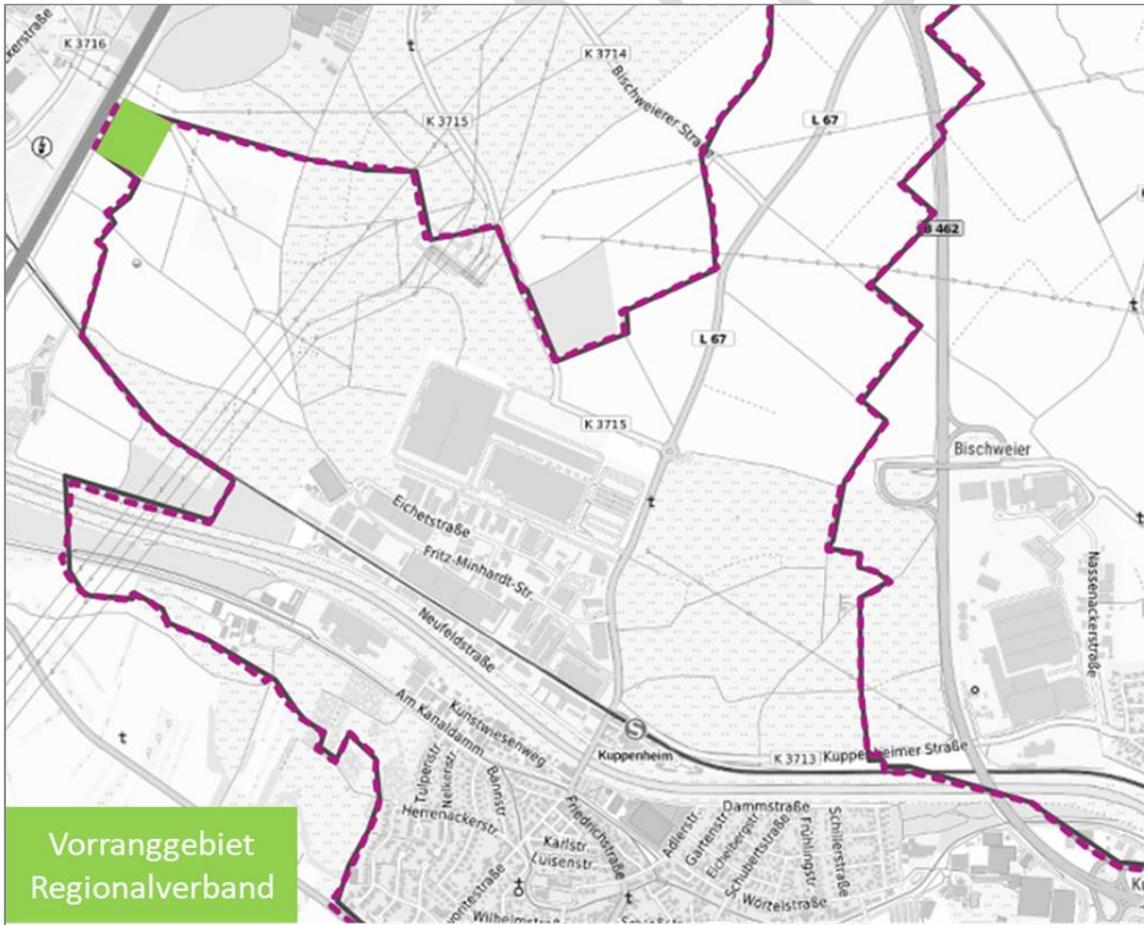


Abbildung 32: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen (RVMO, 2024)

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

4.4.4 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.

4.4.5 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)

4.4.6 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 Konfliktpotenzialen 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.



Abbildung 33: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Windkraftanlagen (RVMO, 2024)

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.

4.5 (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.

4.6 Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein effizientes Prinzip, das die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme zur Beheizung nutzt. 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 ermöglicht sie eine relativ gute und schnelle Umsetzung von Erzeugungs- und Verteileinheiten, zum anderen bietet sie die Möglichkeit, flexibel auf Schwankungen im Stromnetz zu reagieren, um dieses zu stabilisieren. Sie kann daher in jedem dieser Heizkraftwerke, aber auch als Kleinstanlagen in der Einzelversorgung eingesetzt werden.

Mit Hilfe der Daten des Stromnetzbetreibers, des Marktstammdatenregisters sowie der Kehrbuchdaten können dezentrale KWK-Anlagen identifiziert 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)

4.7 Potenzialübersicht erneuerbare Energien

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 genutztem (Bestand) und noch zu erschließendem Potenzial und somit das Gesamtpotenzial darstellen.

Im Kontext der Umweltwärme ist festzuhalten, dass das theoretische Potenzial für Luft unerschöpflich ist. In der vorliegenden Darstellung wird lediglich der aktuelle Bestand aufgezeigt. Die Bestimmung der durch Luft-Wasser-Wärmepumpen gedeckten Wärmemenge erfolgt in Kapitel 5 unter Zuhilfenahme der Einteilung der Eignungsgebiete. 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 aber zum Teil zeitabhängig verfügbar sein können. Die zeitabhängige Darstellung der Potenziale erfolgt im Zielszenario, vgl. Kapitel 5.

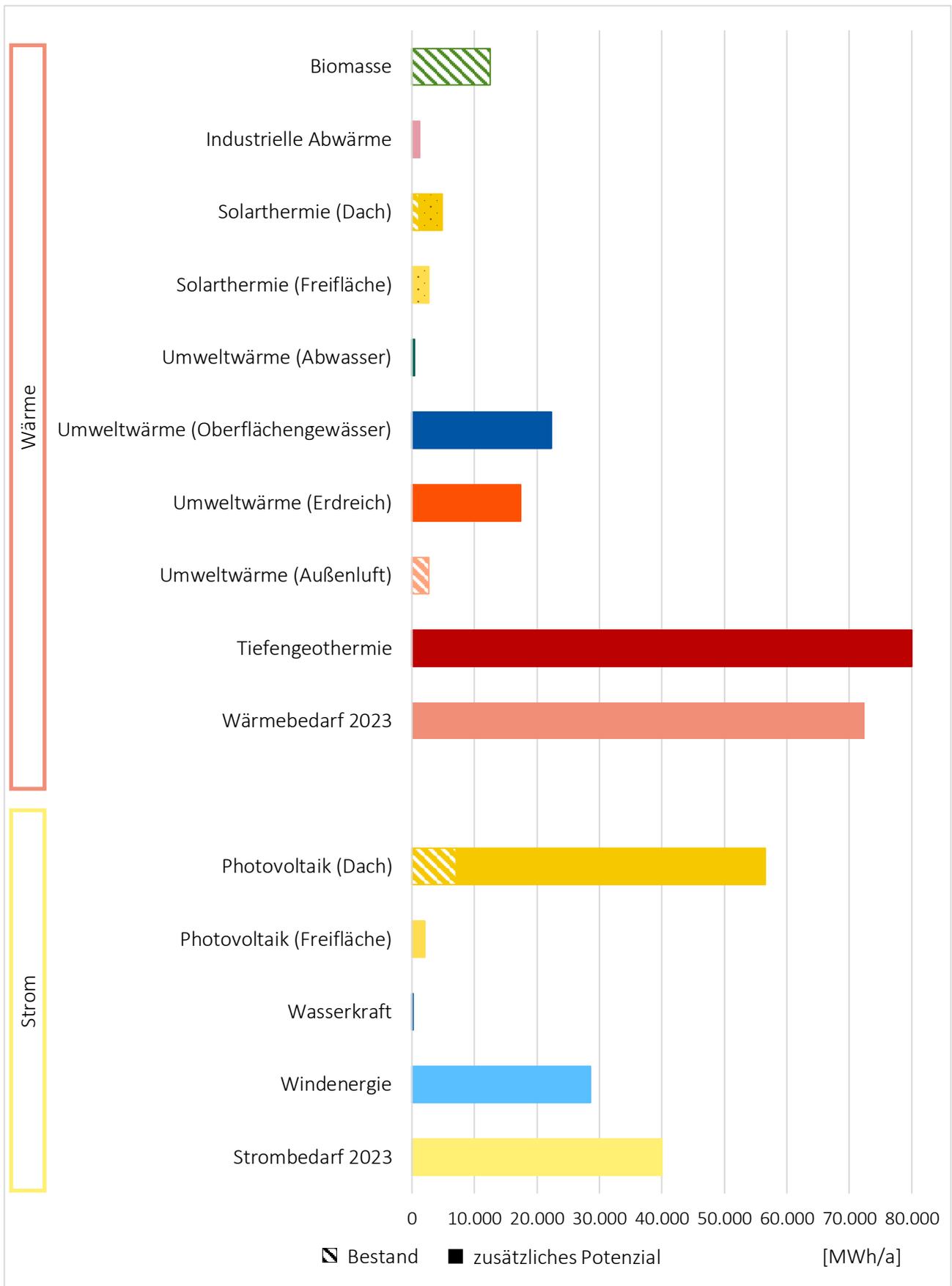


Abbildung 34: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Bestand und zusätzliches Potenzial)

5 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

Im Rahmen des Zielszenarios wird eine mögliche Entwicklung hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung skizziert und eine perspektivische Zusammensetzung der Energieträger vorgeschlagen. Dieses Zielszenario fungiert folglich als Bindeglied zwischen den zuvor durchgeführten Bestands- und Potenzialanalysen und der nachfolgend abzuleitenden Umsetzungsstrategie. Daher werden sowohl die Entwicklung der Energieverbräuche als auch Prognosen zur zukünftigen Veränderung der Beheizungsstruktur berücksichtigt. Folglich zeigt dieses auf, wie die Wärmeversorgung in Kuppenheim im Jahr 2040 aussehen könnte.

Eine pauschale Aussage zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Umstellung der Wärmeversorgung ist u. a. vor dem Hintergrund volatiler Energie- und Technologiekosten sowie veränderbarer politischer Rahmenbedingungen nicht möglich. Die Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und folglich die Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2040 sind in § 27 Abs. 1 des KlimaG BW für Baden-Württemberg als Ziel verankert.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Entwicklung des Zielszenarios dargelegt:

1. Durchführung einer räumlichen Einteilung der zusammenhängend bebauten Gebiete in Kuppenheim in sogenannte Eignungsgebiete, vgl. Kapitel 5.1. Auf eine Einteilung in einzelne Fokusgebiete wird aufgrund der Größe der Kommune verzichtet und somit die gesamte Gemarkung betrachtet.
2. Festlegung des zukünftigen Wärmebedarfs auf Basis von Sanierungsraten im Wohngebäudebereich, eines bekannten und mit Zeitrahmen hinterlegten Mehrbedarfs aufgrund von Neubaugebieten sowie angenommenen Veränderungen des Wärmebedarfs in der Wirtschaft, vgl. Kapitel 5.2.
(zukünftiger Wärmebedarf = heutiger Wärmeverbrauch - Einsparungen durch Sanierungen + Mehrbedarf durch Neubauten)
3. Ermittlung eines Zielszenarios zur Gegenüberstellung von zukünftigen Energiebedarfen, verfügbaren Potenzialen und weiteren lokalen Rahmenbedingungen sowie eine Unterteilung von Versorgungsanteilen für eine zentrale und dezentrale Wärmebereitstellung. Hierfür werden die Altersstruktur der Heizungsanlagen sowie weitere Eignungskriterien wie auch die Einteilung der Eignungsgebiete berücksichtigt. Hieraus wird das Zielszenario abgeleitet, vgl. Kapitel 5.3.
4. Erstellung einer Endenergiebilanz der gesamten Wärmeversorgung, wobei eine Differenzierung nach Energieträger vorgenommen wird. Eine weitere Aufteilung erfolgt auf Grundlage der dezentralen und zentralen (leitungsgebundenen) Wärmeversorgung für das gewählte Zieljahr. Es erfolgt eine Abschätzung der Auswirkungen einer elektrifizierten Wärmeversorgung auf das Stromnetz, vgl. Kapitel 5.3.3.
5. Ableitung einer CO₂-Bilanz für die zukünftige Wärmeversorgung im Jahr 2040, vgl. Kapitel 5.3.3.

5.1 Eignungsgebiete zentrale und dezentrale Wärmeversorgung

Die Einteilung von zusammenhängend bebauten Gebieten in sogenannte Eignungsgebiete für eine zentrale (leitungsgebundene) beziehungsweise dezentrale Wärmeversorgungsstruktur in der Stadt Kuppenheim erfolgt situationsbedingt. Diese Einordnung dient jedoch weder dazu, ein homogenes Vorgehen innerhalb der Eignungsgebiete vorzugeben, noch handelt es sich um eine abschließende Festlegung von Rahmenbedingungen und Begrenzungen. Auch entsteht in diesem Zusammenhang für keinen Akteur eine Verpflichtung, eine spezifische Versorgungsart zu nutzen bzw. bereitzustellen. Infolge der Berücksichtigung zukünftiger technischer, wirtschaftlicher, kapazitiver, sozialer und politischer Entwicklungen ist diese Aufteilung nur als Moment-

aufnahme zu verstehen und kann im Verlauf zukünftiger Modifikationen und Konkretisierungen zu Veränderungen führen. Dennoch kann diese Einteilung eine Orientierung geben und bei einer Priorisierung von Klimaschutzaktivitäten helfen. Die wesentlichen Kriterien zur Ausweisung der Gebiete sind:

- Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte
- vorhandene Ankergebäude (Keimzellen für Wärmenetze, i.d.R. öffentliche Gebäude oder Großabnehmer)
- Bebauungsstruktur und -dichte
- Denkmalschutz
- Sanierungspotenziale
- mögliche erneuerbare Wärmequellen
- bestehende Wärmenetze (bzw. Wärmenetzplanungen)
- mögliche Heizzentralenstandorte

Gebiete, in denen sich überwiegend Industrie- und Gewerbeflächen befinden, werden als eigenständige Kategorie betrachtet, ohne dass ihnen eine konkrete Wärmeversorgungsart zugeordnet wird. In diesen Gebieten sind für die Festlegung der Wärmeversorgungsart zusätzliche, spezifische Informationen zu den jeweiligen Liegenschaften erforderlich. Neben dem Heizwärmebedarf können auch Prozesswärme, -kälte, bestehende Abwärmepotenziale, die Unternehmensstruktur sowie die zukünftige Planung der Unternehmen eine entscheidende Rolle spielen. Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Kuppenheim erhobenen umfangreiche Informationen zu den Gewerbegebieten wurden der Stadtverwaltung unter Wahrung des Datenschutzes gesondert bereitgestellt.

Dies betrifft in Kuppenheim das Gewerbegebiet östlich der ‚Karlsruher Straße‘ sowie das Gewerbegebiet entlang der Straße ‚Am Kanaldamm‘.

Zusammenfassend ergeben sich auf diesen Grundlagen für die Stadt Kuppenheim nach aktuellem Stand folgende Eignungsgebiete. Eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Eignungsgebiete ist dem Anhang zu entnehmen.

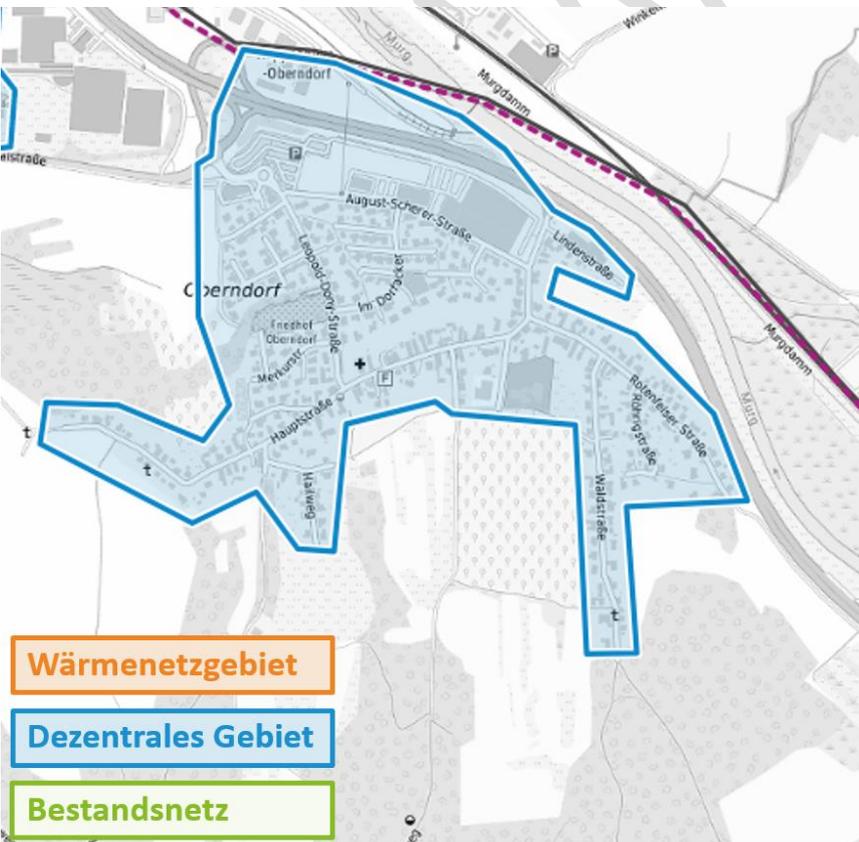
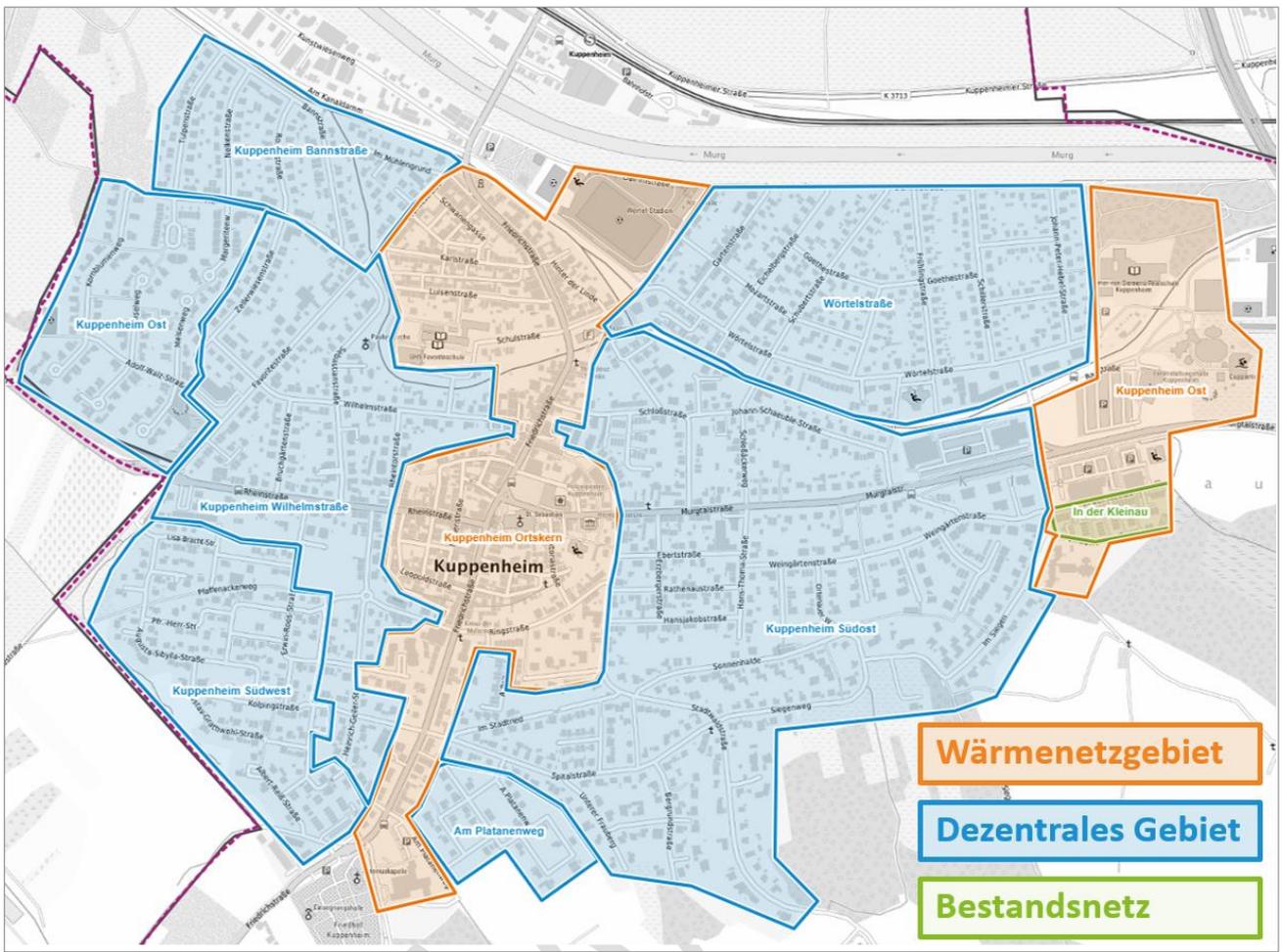


Abbildung 35: Eignungsgebiete Wärmeversorgung

5.1.1 Eignungsgebiete für eine dezentrale Einzelversorgung

Gebäude, die in einem Eignungsgebiet für eine dezentrale Einzelversorgung liegen, werden nach heutigem Stand auch in Zukunft über eine eigene Heizung versorgt werden müssen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass diese Gebäude zur Erreichung der Klimaschutzziele nach dem KlimaG BW auf eine Versorgung mittels klimaneutraler Versorgungstechnologien umgestellt werden müssen. Nach heutigem Stand werden hierfür überwiegend Wärmepumpenlösungen oder Biomasseheizungen zum Einsatz kommen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz von Biomasseheizungen aufgrund der eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten lediglich einen geringen Anteil einnehmen wird. Demgegenüber wird der Einsatz von Wärmepumpen im Bereich der Raumwärme und Warmwasseraufbereitung eine tragende Rolle einnehmen. Dies gilt insbesondere für Gebiete, in denen eine zentrale Wärmenetzversorgung ökonomisch nicht konkurrenzfähig ist, z. B. weil die Wärmedichte zu gering ist oder eine Gebäudesubstanz vorliegt, welche einen effizienten Einsatz von Wärmepumpen ermöglicht. Auch in Eignungsgebieten für eine Wärmenetzversorgung wird sich bei Umsetzung eines solchen in der Regel keine Anschlussquote von 100 % ergeben, sodass auch hier anteilig noch klimaneutrale dezentrale Versorgungstechnologien anteilig zum Einsatz kommen werden. Welche Auswirkungen diese erhöhte Elektrifizierung des Wärmesektors auf das Stromnetz hat, wird in Kapitel 5.3.3 beschrieben.

Ebenso ist in diesen Gebieten prinzipiell der Einsatz ‚grüner‘ Gase möglich. Diese sind aufgrund ihrer zukünftigen Verfügbarkeit nach aktueller Aussage des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMKW) im Rahmen der Fortschreibung Nationale Wasserstoffstrategie aber zum Großteil eher in der Mobilität sowie in der industriellen Verarbeitung zu erwarten. Das Energiekonzept Baden-Württemberg sieht die Nutzung von ‚grünen‘ Gasen in der dezentralen Wärmeversorgung ebenfalls kritisch. Angesichts hoher Kosten für die Umstellung der dezentralen Erdgasinfrastruktur auf Wasserstoff ist davon auszugehen, dass eine umfassende Nutzung von Wasserstoff nur in Ausnahmefällen realistisch erscheint. Laut dem Energiekonzept Baden-Württemberg wird der Einsatz ‚grüner‘ Gase hauptsächlich in den Bereichen Industrie, Verkehr, Fernwärme, Raffinerien sowie bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe eine Rolle spielen. (BMWK, 2023; UM BW, 2024)

Damit die Wärmepumpe ihre Vorteile auch ausspielen kann, gilt es frühzeitig Experten wie zum Beispiel fachkundige Energieberater oder Heizungsinstallateure hinzuzuziehen. Hierbei können Fragen zu Primärquelle, Gebäudesanierung, Schallemissionen und Fördermitteln geklärt werden. Ebenso sollte die Installation einer Photovoltaikanlage in Betracht gezogen und untersucht werden. Schließlich kann der strombasierte Wärmepumpeneinsatz nur dann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn der bezogene Strom zu einem möglichst hohen Anteil aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Damit dies insbesondere in der Heizperiode auch gewährleistet ist, müssen zusätzlich Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung im Winter (z. B. Windenergieanlagen) und Speichermöglichkeiten ausgebaut werden. Zudem gilt es zu prüfen, an welchen Stellen das Stromnetz für die zukünftig höhere Netzlast auszubauen ist.

5.1.2 Eignungsgebiete für eine Wärmenetzversorgung

Der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen wird abhängig von der Verbraucherstruktur und Verfügbarkeit kommunaler und/oder regionaler erneuerbarer Wärmequellen in Zukunft eine relevante Rolle spielen. So soll laut Energiekonzept Baden-Württemberg eine Erhöhung der Fernwärmeerzeugung bis 2030 um mindestens 35 % erfolgen (UM BW, 2024). Bestimmte erneuerbare Energieträger lassen sich nur über Wärmenetze in die Energieversorgung integrieren. Die eingesetzten Erzeugungseinheiten können überwiegend mit verschiedensten erneuerbaren Energien betrieben werden, sodass einige wenige Erzeugungseinheiten viele Verbraucher versorgen. Ebenso spielen aber auch Blockheizkraftwerke (KWK-Anlagen) als regelbare Erzeugungstechnologie für den Übergang hin zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung eine wichtige Rolle: Erstens ermöglichen

sie eine gute und schnelle Umsetzung der Erzeugungs- und Verteileinheiten und zweitens bieten sie die Möglichkeit, flexibel auf Schwankungen im Stromnetz zu reagieren und dieses durch eigene Stromerzeugung zu stabilisieren. KWK-Anlagen werden heutzutage in der Regel noch mittels fossiler Energieträger betrieben, sollten aber für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden.

Damit ein Wärmenetzausbau gelingen kann, sind folgende (Erfolgs-)Faktoren zu beachten: Für die Realisierung gut funktionierender Wärmenetze braucht die Kommune Partner, die eine hohe Expertise in der Planung, dem Bau und dem Betrieb von entsprechenden Netzen vorweisen können. In diesem Zusammenhang müssen hinsichtlich der Investoren- und Betreiberkonstellationen auch entsprechende Entscheidungen der politischen Gremien getroffen und in Gespräche eingestiegen werden. Da die Suche nach dem geeigneten Investoren- und Betreibermodell und den richtigen Partnern eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt und gleichzeitig ein tiefergehendes Verständnis zur Versorgungssituation aufgebaut werden muss, empfiehlt es sich frühzeitig in eine weitergehende Konkretisierung einzusteigen. Wenn eine geeignete Vorgehensweise gefunden und ein gemeinsames Ziel definiert ist, gilt es die Öffentlichkeit umfassend zu beteiligen. Hierbei ist ein gutes und langfristiges Vertrauensverhältnis zwischen allen Parteien unerlässlich, da gerade zu Beginn noch Ungewissheiten (Investitionskosten vs. Anschlussquote) bestehen, die im steten Austausch schrittweise abgebaut werden müssen. Nicht zuletzt schafft dieses Vorgehen die Basis für eine hohe Akzeptanz und folglich eine hohe Anschlussquote. Nur wenn es gelingt, mittelfristig eine Anschlussquote von mehr als 50 % zu erreichen, wird im ländlichen/kleinstädtischen Raum ein großflächiger Wärmenetzausbau wirtschaftlich grundsätzlich realisierbar sein.

5.2 Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs

5.2.1 Wärmebedarfsentwicklung Wohn- und Nichtwohngebäude

Um das erwartete Bevölkerungswachstum der Stadt Kuppenheim mit in die Betrachtung einzubeziehen, wird die geplante Erschließung folgender Wohn-Neubaugebiete mitberücksichtigt, vgl. Kapitel 4.1.1:

- Baugebiet ‚Zur alten Täschnerei‘ vorraussichtliche Fertigstellung bis 2025

Hinsichtlich der Bestimmung des Potenzials von Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung werden aufgrund ihres verhältnismäßig hohen Heizwärmeanteils allein Bestandswohngebäude betrachtet. Somit hat eine energetische Gebäudesanierung einen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtwärmebedarf. Auf Grundlage des vorher beschriebenen Potenzials wurde in Abstimmung mit der Stadtverwaltung eine erhöhte Sanierungsrate von 1,3 %/a zur Erstellung des Zielszenarios zu Grunde gelegt. Neben notwendigen altersbedingten Sanierungen und Sanierungen aufgrund von Besitzerwechseln werden perspektivisch sukzessive Sanierungen im Zuge von Heizungserneuerungen nach § 71 GEG durch Veränderungen der eingesetzten Energieträger notwendig. Hier ist langfristig eine Senkung der Vorlauftemperatur anzustreben, um z. B. eine effiziente Arbeitsweise von Wärmepumpen zu gewährleisten.

Der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden wird in der Regel stärker durch die Nutzung als durch die Baualtersklasse und den Sanierungsstand bestimmt. Da aufgrund der wirtschaftlichen Lage der Unternehmen und sich daraus ergebender starker Schwankungen der Energiebedarfe keine belastbare Projizierung möglich ist, wird dieser Bedarf nachfolgend als konstant bleibend angesetzt, vgl. Kapitel 4.1.2. Da bekannt ist, dass in Kuppenheim ab dem Jahr 2025 weitere Gewerbeansiedlungen¹² geplant sind, ist mit einem Anstieg des Wärmebedarfs im Wirtschaftssektor zu rechnen.

¹² Zur Wahrung des Datenschutzes wird an dieser Stelle nicht weiter auf die Anzahl der Unternehmen eingegangen.

Die Entwicklung des Wärmebedarfs der kommunalen Gebäude wird dem der Wohngebäude gleichgestellt.

5.2.2 Weitere Parameter

Suffizienz

Eine effizientere Nutzung von Wohnfläche kann im Rahmen der Suffizienz¹³ ebenfalls einen Einfluss auf den zukünftigen Wärmebedarf haben. Eine Reduktion der zu beheizenden Fläche pro Kopf kann durch eine verstärkte Nutzung von gemeinschaftlichem Wohnraum erzielt werden. Insbesondere großflächige Wohnungen und Häuser, die vormals von mehreren Generationen einer Familie bewohnt wurden und gegenwärtig lediglich von einzelnen Personen genutzt werden, bergen ein signifikantes Einsparpotenzial. So stieg z. B. die Wohnfläche pro Kopf zwischen den Jahren 2000 und 2022 um rund 20 % von 39,5 auf 47,4 m² an (Statistisches Bundesamt, 2023). Weitere relevante Maßnahmen umfassen die Anpassung bzw. Verringerung der Raumtemperatur sowie die Optimierung und regelmäßige Wartung der Heizungsanlage. Der Einflussbereich der Stadt ist jedoch aufgrund der Abhängigkeit von der Umsetzung seitens der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer als sehr begrenzt einzustufen.

Da das umsetzbare Potenzial der Suffizienz hinsichtlich des Reduktionspfads als gering eingeschätzt wird und nicht final beziffert werden kann, wird dieses in den folgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt.

Veränderte Wärme- und Kältebedarfe durch Klimaerwärmung

Durch den Klimawandel verursachte Steigerungen der jährlichen Durchschnittstemperatur führen zu einer Reduzierung des jährlichen Heizwärmebedarfs. So stieg in Baden-Württemberg die Jahresdurchschnittstemperatur im linearen Trend seit 2000 um 1,1 Kelvin (DWD, 2024). Bei Fortführung dieses Trends würde die Jahresmitteltemperatur bis 2040 um weitere 0,8 Kelvin ansteigen. Auf Grundlage der Veränderungen in den Heizgradtagen des vergangenen Betrachtungszeitraums und einer stetigen Fortschreibung ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine Reduktion des Heizwärmebedarfs aufgrund des Klimawandels um einen Wert zwischen 2 und 4 %. Da auf der anderen Seite aber aus demselben Grund der Kühlbedarf im Sommer ansteigen wird, wird der Gesamteinfluss dieses Effekts (Verringerung Wärmebedarf und Steigerung Kühlbedarf) hinsichtlich des Reduktionspfads als gering eingeschätzt. Da zusätzlich die Energiemenge, welche zur Gebäudekühlung eingesetzt werden wird, stark vom Nutzerverhalten und den jeweiligen Nutzerpräferenzen abhängt, erfolgt keine Abschätzung der Bedarfsänderung in Folge der klimatischen Veränderungen.

Rebound-Effekte

Als Rebound-Effekt wird das Phänomen beschrieben, dass die Durchführung einzelner Energieeinsparmaßnahmen im Gesamten nicht zwingend zu einer Senkung des Energieverbrauchs führt. Hintergrund ist eine Veränderung des Verhaltens aufgrund der Kostenersparnis durch die Effizienzsteigerung, welche sich in den direkten und indirekten Rebound-Effekt differenzieren lässt.

Der direkte Effekt kann zu einem erhöhten Energieverbrauch aufgrund von Effizienzsteigerungen führen. Dies tritt beispielsweise nach einem Heizungstausch oder einer verbesserten Wärmedämmung auf. Hierbei regen Kosteneinsparungen aufgrund der verbesserten Energieeffizienz den Nutzer dazu an, sich weniger sparsam zu verhalten. Bei gleichbleibenden Kosten kann nun eine größere Fläche beheizt oder die Raumtemperatur erhöht werden. Dem gegenüber beschreibt der indirekte Rebound-Effekt die erhöhte Nachfrage nach Dienstleistungen oder Produkten aufgrund freigesetzter finanzieller Mittel. So können z. B. Kosteneinsparungen in der heimischen Energieversorgung zu Mehrausgaben im Bereich Mobilität und Konsum führen. Das Umwelt-

¹³ Die Suffizienz beschreibt vereinfacht eine Verhaltensänderung zugunsten einer nachhaltigeren Lebensweise.

bundesamt schätzt, dass das Ausmaß der direkten Rebound-Effekte in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser bis zu 20 % und die indirekten Rebound-Effekte zwischen fünf und 15 % betragen können. Auch die Rebound-Effekte werden aufgrund vieler nicht quantifizierbarer Parameter in den folgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt. (Semmling, Peters, Marth, Kahlenborn, & de Haan, 2016)

5.2.3 Zusammenfassung

Im Ergebnis ergibt sich auf Basis der festgelegten Sanierungsraten im Wohn- und kommunalen Gebäudebereich ein rechnerischer Anteil von 466 Wohngebäuden, welche bis zum Jahr 2040 energetisch saniert werden.

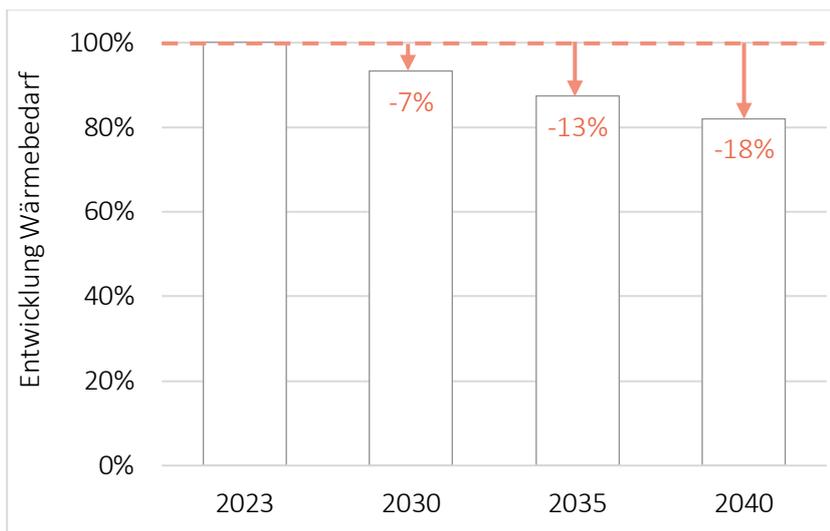


Abbildung 36: Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs im Wohn- und kommunalen Gebäudebereich (jeweils Bestand)

Zusammen mit dem bekannten und mit Zeitrahmen hinterlegten Mehrbedarf aufgrund von Wohn-Neubaugeländen, der Neuansiedelung von Unternehmen sowie der Annahme, dass es zu keinen Veränderungen im Wärmebedarf der Nichtwohngebäude (mit Ausnahme der kommunalen Gebäude) kommt, ergibt sich eine Steigerung des Wärmebedarfs von 300 MWh/a bis 2040. Folglich liegt im Zieljahr ein rechnerischer Wärmebedarf von 72.700 MWh/a vor, vgl. Abbildung 37.

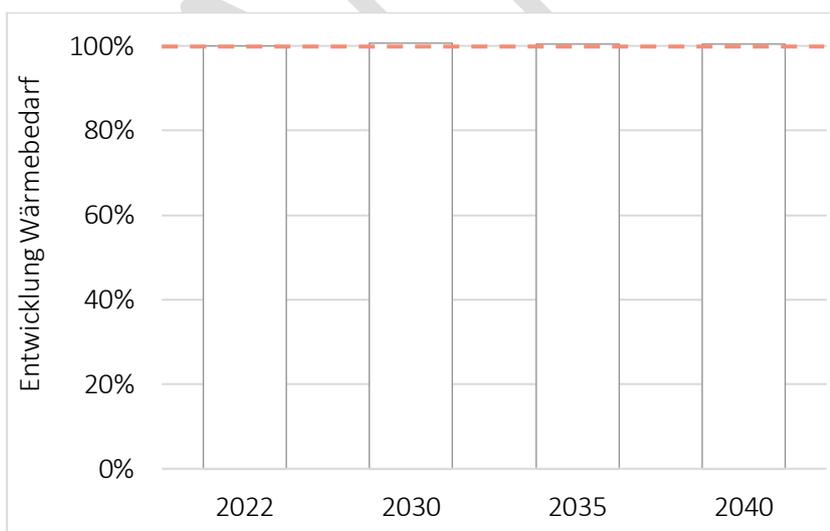


Abbildung 37: Prognose des zukünftigen Gesamtwärmebedarfs

Eine monatsweise Darstellung der Potenziale ist in Abbildung 38 für die Wärmepotenziale dargestellt. Der abgebildete Wärmebedarf entspricht dem des Zieljahres 2040. Die monatscharfe Bedarfsverteilung erfolgt un-

ter Berücksichtigung eines typischen Jahresverlaufs für Haushalte, wobei der Warmwasser- und Heizwärmebedarf ausschlaggebend ist. Es zeigt sich, dass es unter Berücksichtigung der Tiefengeothermie es monatlich zu keiner Unterdeckung kommt. Es gilt jedoch anzuführen, dass der Bau einer Tiefengeothermieanlage ausschließlich für Kuppenheim aufgrund der in Kapitel 4.3.2 definierten Gründe, als sehr unwahrscheinlich gilt. Deshalb wird die Tiefengeothermie nicht als mögliche Option im Zielszenario betrachtet. Somit zeigt sich, dass in den Wintermonaten eine Unterdeckung zwischen Bedarf und Potenzial vorliegt. Diese Unterdeckung kann einerseits durch eine höhere Sanierungsquote gesenkt werden. Andererseits kann diese Lücke durch die Nutzung von Wärmepumpen geschlossen werden, welche die Außenluft als Eingangsmedium verwenden. Eine detailliertere Einschätzung hierzu erfolgt in Kapitel 5.3.3.

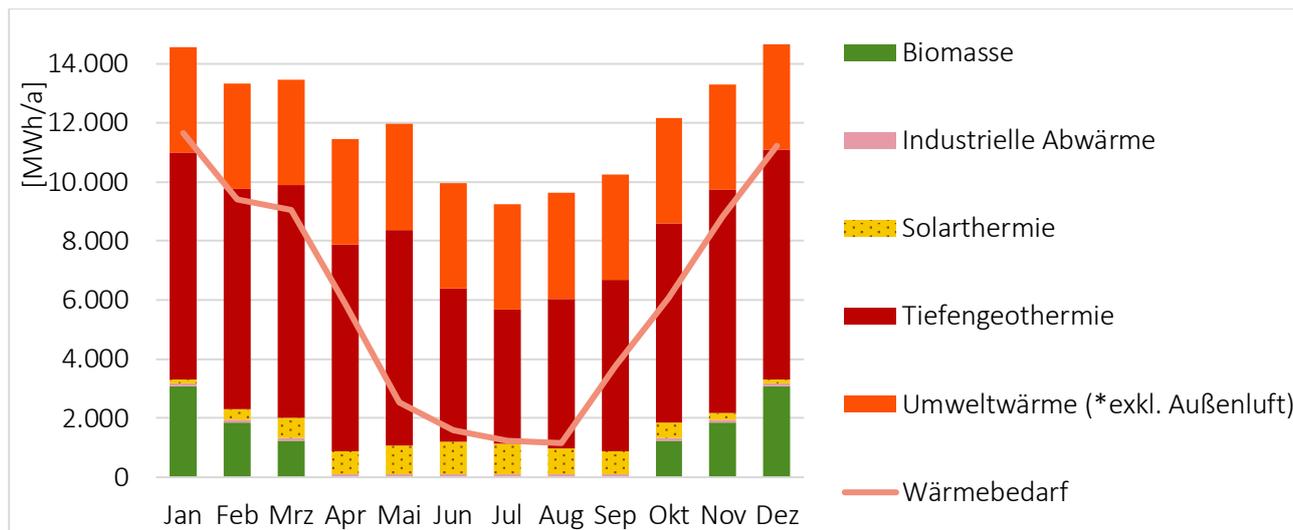


Abbildung 38: Wärmebedarf im Zieljahr und monatliche Darstellung der Potenziale

5.3 Entwicklung Zielszenario

Auf Grundlage der vorangehend durchgeführten Analysen zu Wärmebedarfen und -potenzialen sowie der angenommenen zukünftigen Entwicklung der Bedarfe erfolgt im weiteren Verlauf eine Abschätzung, welcher Energieträgermix sich bei einer Transformation der Wärmeversorgung in Kuppenheim ergeben könnte. Diesbezüglich ist zu beachten, dass die nachfolgende Betrachtung lediglich eine Abschätzung darstellt und auf bilanzieller Ebene erfolgt. Demgemäß handelt es sich um eine rein strategische Betrachtung mit dem Ziel aufzuzeigen, auf welche Weise eine klimaneutrale Wärmeversorgung realisiert werden könnte. Die Entwicklung des Szenarios basiert auf Annahmen und Zielen, um Erkenntnisse für ein strategisches Vorgehen in der Stadt abzuleiten. Eine detailliertere Betrachtung erfordert die Erstellung weitergehender technischer und wirtschaftlicher Untersuchungen in denen weitere aktuell noch zu klärende Fragestellungen zu beantworten sind.

Für das Zielszenario sowie den damit einhergehenden Transformationsprozess wird im Rahmen dieser Betrachtung grundsätzlich eine lineare Entwicklung zwischen dem Erhebungsjahr und dem Zieljahr unterstellt. Eine Ausnahme bildet die zeitlich abgeschätzte Inbetriebnahme größerer Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung. Diese werden ab dem Jahr der Inbetriebnahme zur linearen Entwicklung hinzugerechnet. Diese Annahme stellt ein vereinfachtes Transformationsmodell dar und unterstellt ein zeitnahes Handeln aller Akteure zur Umstellung von fossilen Heizkesseln hin zu einer Versorgung mittels erneuerbarer Energieträger.

5.3.1 Zentrale Wärmenetzversorgung

Unter Berücksichtigung der vorhergehenden Betrachtungen können 22 % des Wärmebedarfs im Jahr 2040 mittels Wärmenetzen gedeckt werden. Dies entspricht in den Eignungsgebieten für eine Wärmenetzversorgung einer über die Jahre aufzubauenden Versorgung der Ankerkunden sowie 70 % der Wohngebäude, welche sich an den Leitungswegen befinden. Die verbleibenden 30 % werden auch in diesen Eignungsgebieten dezentral gedeckt.

Aufgrund des noch ausstehenden Aufbaus neuer Wärmenetze und der damit einhergehenden Unklarheiten werden folgende Annahmen bzgl. einer Energieträgerverteilung getroffen:

- Gebiete mit vorhandenem Gasnetz: 70 % Umweltwärme (Grundlast), 20 % Biomasse (Mittellast) und 10 % überregionales Potenzial¹⁴ (Spitzenlast)

Zusammenfassend ergibt sich für die Wärmenetzversorgung folgende Zusammensetzung, vgl. Abbildung 39.

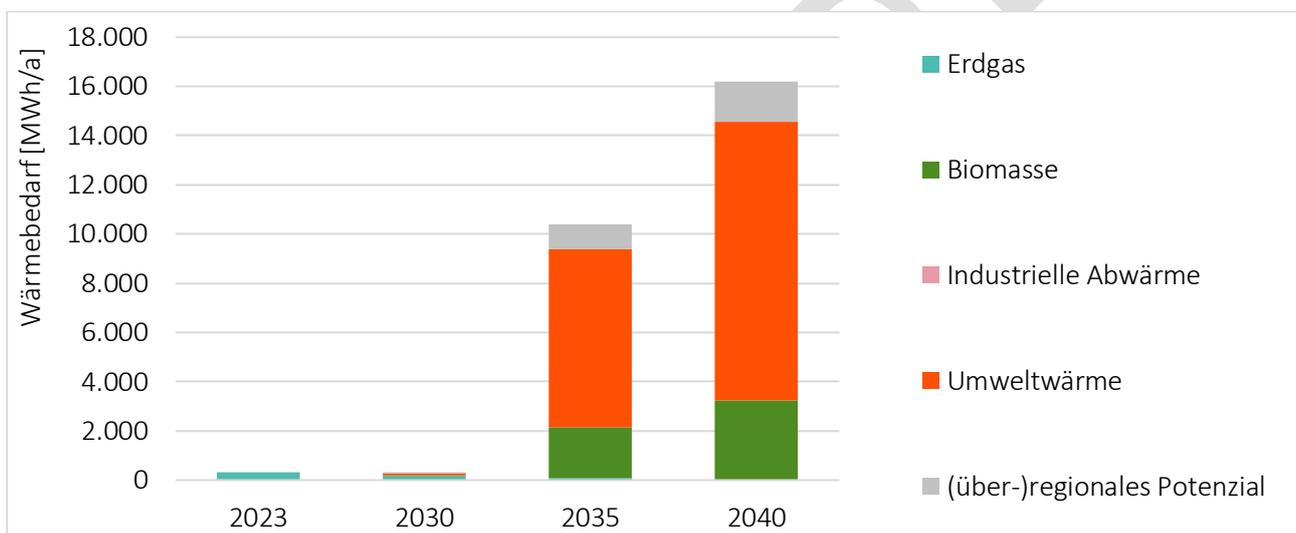


Abbildung 39: Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur zentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040

5.3.2 Dezentrale Einzelversorgung

Für die Wohn- und kommunalen Gebäude lässt sich ein Anteil von 22 % Biomasse und 4 % Solarthermie ableiten. Die Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs dieser Gebäude im Jahr 2040 erfolgt unter der Annahme, dass diese vollständig durch Umweltwärme erreicht wird (74 %).

Im Wirtschaftssektor erfolgt die Festsetzung des zukünftigen Energieträgers auf Basis der im Rahmen der Unternehmensbefragung angefragten Transformationspläne. Hierbei wird das jeweils geplante Umstellungsjahr berücksichtigt sofern Informationen vorliegen, z. B. aus der Unternehmensbefragung oder den Einzelgesprächen. Für Unternehmen, für die keine Rückmeldung vorliegt, erfolgt eine kontinuierliche Umstellung über den gesamten Betrachtungszeitraum. In der Zusammenfassung lässt sich für den Wirtschaftssektor ein Biomasseanteil von 1 %, ein Direktstromanteil von 39 %, ein Anteil Umweltwärme von 49 % sowie ein Anteil von 11 % ‚grünen‘ Gasen ableiten.

¹⁴ Unter überregionalem Potenzial wird hier die Versorgung mit Biomethan oder grünem Wasserstoff (sofern vorhanden) verstanden. In der Übergangszeit können zur Spitzenlastzeugung auch weiterhin fossile Brennstoffe z. B. in KWK-Anlagen eine Rolle spielen.

Der hohe Anteil an ‚grünen‘ Gasen im Wirtschaftssektor ist auf fehlende Umstellungsmöglichkeiten der derzeitigen Prozesse eines konkreten Unternehmens¹⁵ in Kuppenheim zurückzuführen. Im Rahmen einer zukünftigen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung sollte für diesen Prozess erneut geprüft werden, ob technische Weiterentwicklungen und/oder die Änderung gesetzlicher Rahmenbedingungen alternative Brennstoffe zulassen.

Im Folgenden ist die Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung für die verschiedenen Verbrauchssektoren dargestellt:

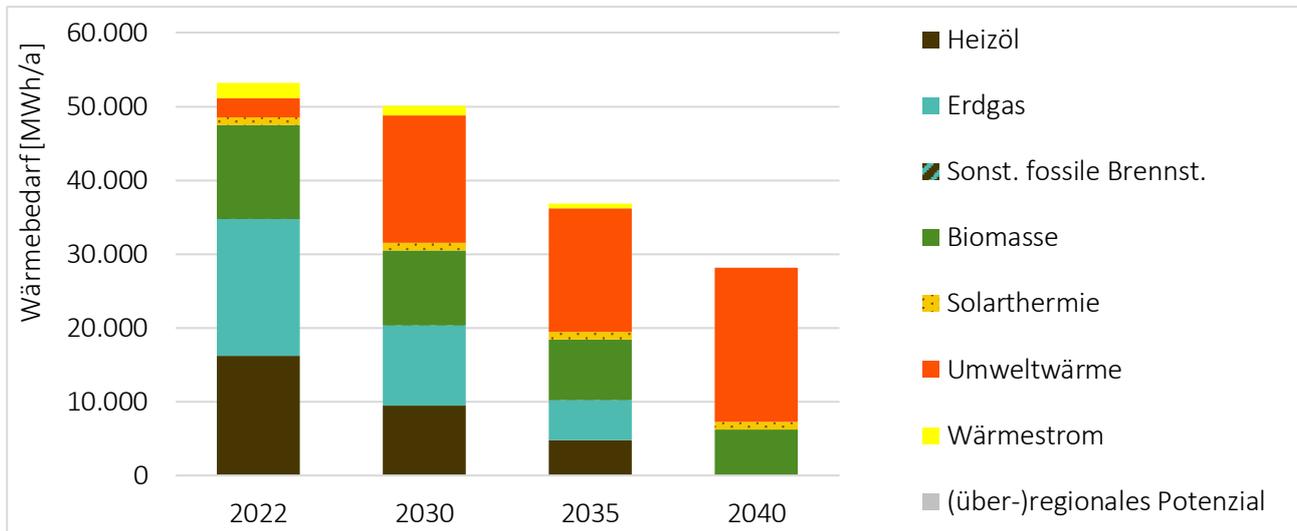


Abbildung 40: Separate Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Wohn- und kommunale Gebäude)

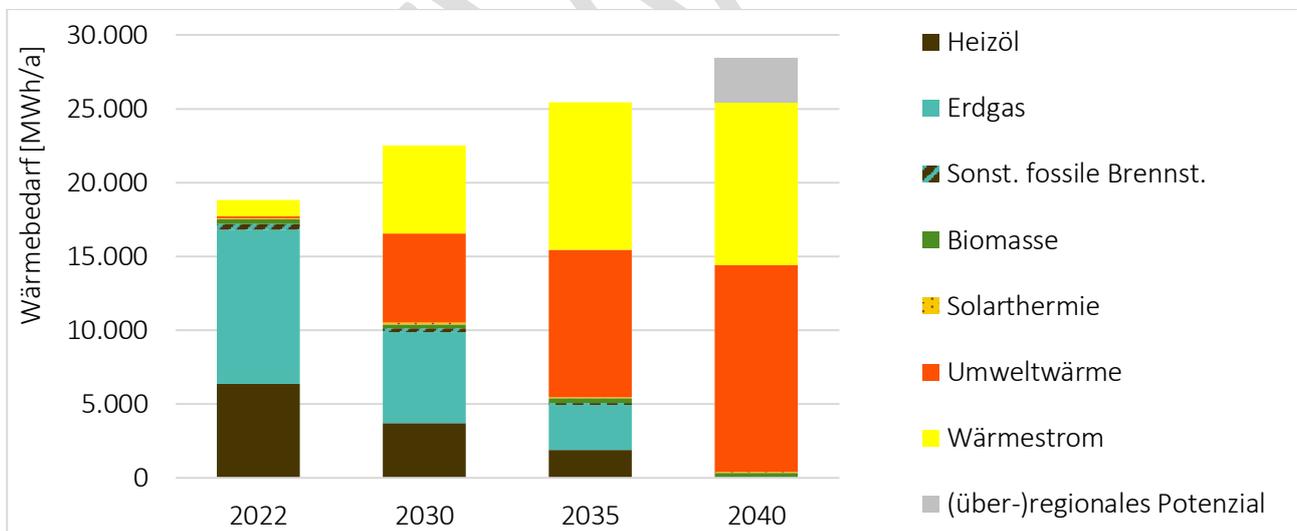


Abbildung 41: Separate Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Wirtschaft)

¹⁵ Aus Gründen des Datenschutzes werden diese Angaben hier nicht weiter konkretisiert.

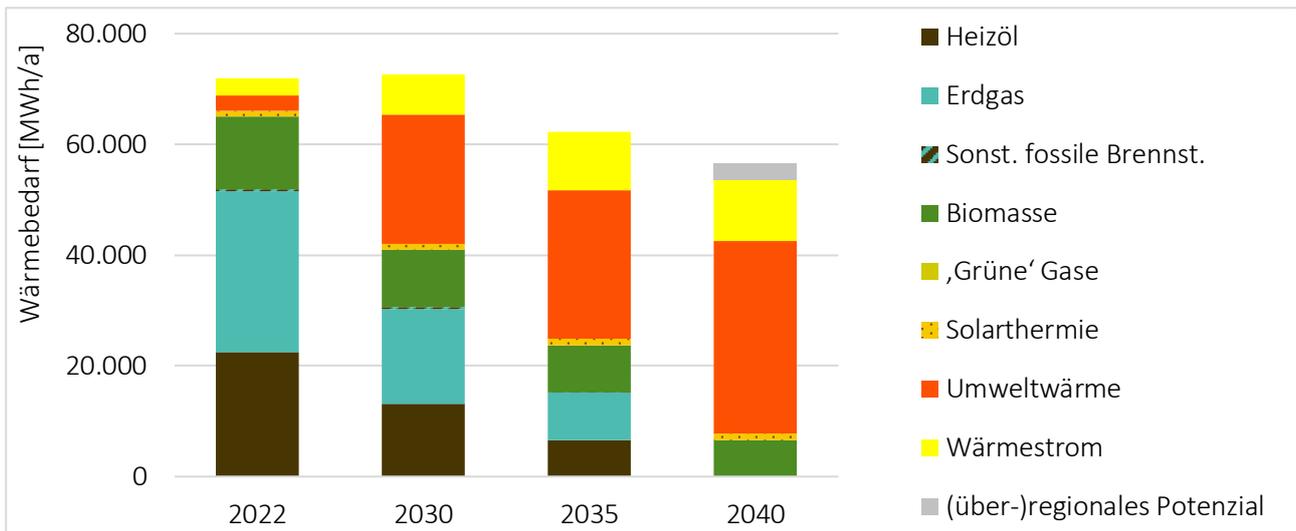


Abbildung 42: Aufschlüsselung der Energieträgerverteilung zur dezentralen Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Gesamt)

5.3.3 Gesamtübersicht Zielszenario

In Abbildung 43 ist eine mögliche Entwicklung der Energieträgerverteilung im Wärmesektor für Kuppenheim dargestellt:

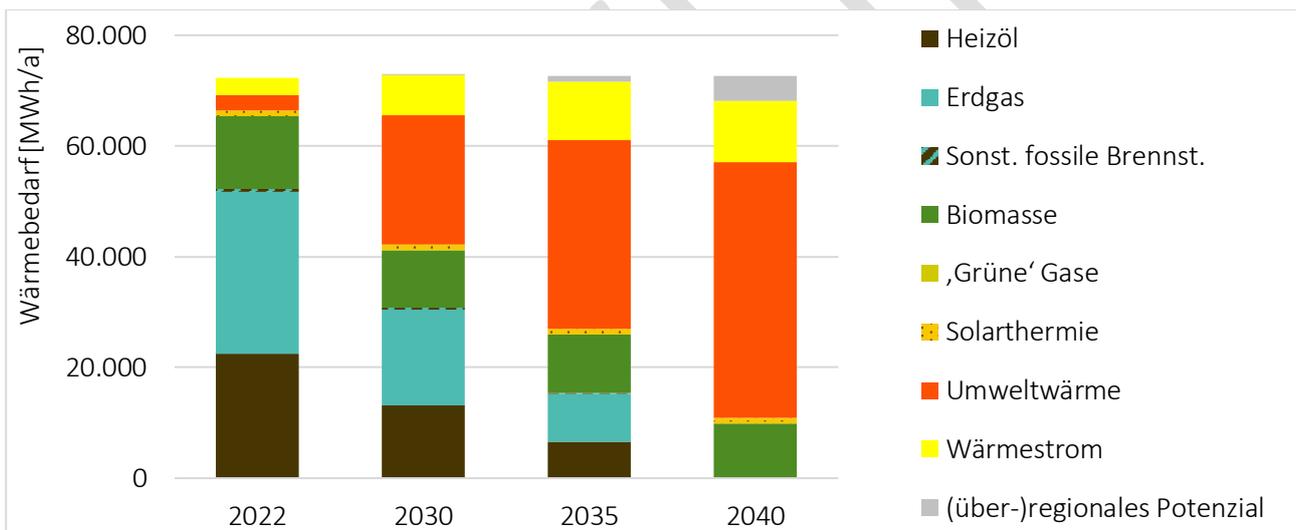


Abbildung 43: Energieträgerverteilung zur Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040 (Gesamtdarstellung zentrale und dezentrale Versorgung)

Um die Ziele einer klimafreundlichen Wärmeversorgung in Kuppenheim zu erreichen, ist es erforderlich, bis zum Jahr 2040 fossile Energieträger durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Infolge der zunehmenden Sektorenkopplung in der Wärmeversorgung (Stichwort: Wärmepumpen) kommt auch dem Einsatz von erneuerbarem Strom eine immer wesentlichere Bedeutung zu. Ebenso essenziell ist es, den Wärmebedarf mittels Sanierungen zu reduzieren, vgl. Kapitel 5.2.1.

Im Zieljahr 2040 werden 22 % des Wärmebedarfs mittels Wärmenetzen und 78 % dezentral gedeckt. Es ergibt sich folgende Zusammensetzung der Energieträger:

- 63 % Umweltwärme
- 15 % Wärmestrom
- 13 % Biomasse
- 6 % Überregionales Potenzial

- 2 % Solarthermie

Umweltwärme

Für die Nutzung von Umweltwärme stehen in Kuppenheim das Abwasser, die Oberflächengewässer (Murg), das Erdreich sowie die Außenluft zur Verfügung. Die Nutzungsmöglichkeiten sowie die Ausschlussgebiete der oberflächennahen Geothermie sind in Kapitel 4.2.8 dargestellt. Für die Nutzung der Wärme aus dem Abwasser sowie den Oberflächengewässern bedarf es geeigneter Wärmenetze. Eine Einbindung dieser Wärmequellen in die möglichen Wärmenetze ist denkbar und sollte in weiterführenden Machbarkeitsstudien betrachtet werden. Erst eine detaillierte Betrachtung erlaubt Aussagen über die Höhe des tatsächlich nutzbaren Potenzials.

Wärmestrom

Unter Wärmestrom wird die direkte Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme ohne z.B. die zusätzliche Verwendung Wärmepumpe verstanden. Dieser Wärmestrom wird im Zielszenario den Unternehmensprozessen vorenthalten und spielt im Wohngebäudebereich eine untergeordnete Rolle.

Überregionales Potenzial

Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, bezieht sich das überregionale Potenzial auf die Nutzung von Biomethan oder ggf. grünem Wasserstoff. Der Bezug des überregionalen Potenzials ist notwendig, da es einerseits in Kuppenheim Unternehmensprozesse gibt, die nach heutigem Stand der Technik keine andere Möglichkeit zur Umstellung auf eine klimaneutrale (Prozess-)Wärmeversorgung aufweisen. Andererseits wird das überregionale Potenzial zur Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen benötigt.

Biomasse

Das dargestellte Zielszenario weist eine Überbeanspruchung von ca. 2.000 MWh/a des lokalen Biomassepotenzials auf, liegt aber unter dem derzeit in der Wärmeversorgung eingesetzten Biomassevolumen (ca. 12.400 MWh/a). Da der derzeitige Mehrbedarf keiner spezifischen Region zugeordnet werden kann, wird er dem gesamten Biomassepotenzial zugerechnet und nicht als überregionaler Anteil ausgewiesen.

Solarthermie

Die Solarthermie wird im Zielszenario als Heizungsunterstützung für dezentral versorgte Gebäude betrachtet. Sie kann vor allem in den Sommermonaten und zur Brauchwassererwärmung eingesetzt werden. Der geringe Anteil der Solarthermie im Zielszenario ist darauf zurückzuführen, dass der Einsatz von Photovoltaik nach heutigem Stand der Technik in der Praxis der Nutzung von Solarthermie vorgezogen wird. Überschüssiger Photovoltaikstrom kann im Gegensatz zur Solarthermie in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden und geht somit nicht verloren.

Tiefengeothermie

Die Möglichkeit der Nutzung der Tiefengeothermie wird in Kapitel 4.3.2 erläutert, im Zielszenario jedoch nicht dargestellt. Die identifizierten Optionen zum Aufbau von Wärmenetzen in Kuppenheim begründen nicht die Möglichkeit zur Errichtung einer Tiefengeothermieanlage. Eine sinnvolle Nutzung kann nur im Verbund mehrerer Kommunen und dem sich damit ergebenden höheren Wärmebedarf dargestellt werden. Eine solche Untersuchung bietet sich an, wenn die umliegenden Kommunen ihre Wärmeplanungen abgeschlossen haben. Dies ist bis Ende 2025 zu erwarten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Energieträgerverteilung im Zielszenario einen hohen Anteil an einer strombasierten Wärmeversorgung aufweist. Dies liegt daran, dass die Umweltwärme (Nutzung mittels Wärmepumpen) in diesem Szenario sowohl bei der zentralen Versorgung (Wärmenetze) als auch bei der dezentralen Versorgung (Einzelversorgung) eine entscheidende Rolle spielt. Dieser Ansatz einer strombasierten

Wärmeversorgung hat zwei Konsequenzen. Zum einen muss der Anteil erneuerbarer Energien im Stromsektor erhöht werden, zum anderen muss das Stromnetz in Kuppenheim auf den Umbau vorbereitet werden. Diese Themen werden im Folgenden beleuchtet.

Prognose des zukünftigen Strombedarfs und Bereitstellung mittels erneuerbarer Energien

Ein Wechsel des Energieträgers von fossilen zu erneuerbaren Energiequellen, insbesondere zu Wärmepumpen, führt zu einer stärkeren Beanspruchung des Stromnetzes. Um eine erste Einschätzung hinsichtlich potenzieller Auswirkungen auf das Stromverteilnetz treffen zu können, wird dieser zusätzliche Strombedarf zur Teilelektrifizierung des Wärmesektors in Höhe von 19.600 MWh/a abgeleitet, was einer Erhöhung von 49 % gegenüber dem heutigen Stromverbrauch in Kuppenheim entspricht. Dieser Strombedarf sollte soweit möglich vor Ort auf der Gemarkung von Kuppenheim erzeugt werden. Eine Gegenüberstellung des Potenzials und des zukünftigen Strombedarfs ist in Abbildung 44 dargestellt.

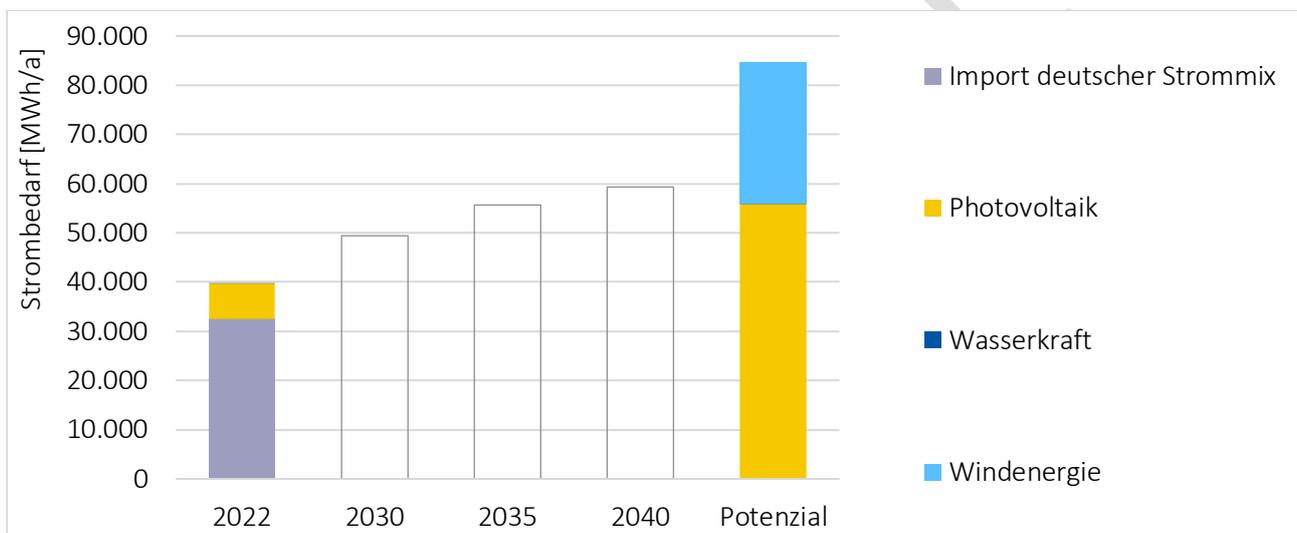


Abbildung 44: Energieträgerverteilung zur Stromversorgung von Kuppenheim bis 2040

Zuerst gilt anzuführen, dass die Darstellung auf bilanzieller Ebene erfolgt und somit nur als erste Tendenz angesehen werden kann. Es zeigt sich, dass Windkraftanlagen in Kuppenheim eine signifikante Möglichkeit darstellen durch zwei Anlagen einen substantziellen Anteil des Strombedarfs durch erneuerbare Energien auf der Gemarkung zu erzeugen. Des Weiteren gilt es den Ausbau von Photovoltaik-Dachanlagen zu versieren, um mehrere Erzeugungstechnologien vor Ort zu etablieren.

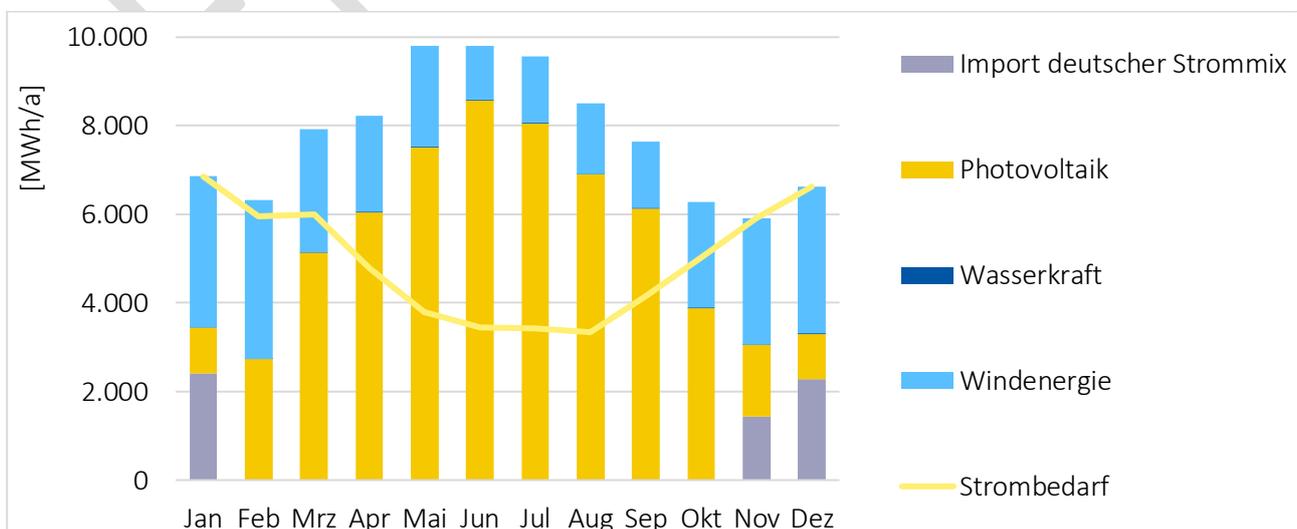


Abbildung 45: Strombedarf im Zieljahr und monatliche Darstellung der Potenziale

Auch die Darstellung der Strompotenziale erfolgt in Abbildung 45 in einer monatsweisen Aufschlüsselung. Der abgebildete Strombedarf ist für das Zieljahr 2040 und umfasst hierbei neben dem heutigen Stromverbrauch den zusätzlichen Anteil aufgrund einer Teilelektrifizierung des Wärmesektors, vgl. Abbildung 44. Es zeigt sich auch hier, dass insbesondere in der Heizperiode eine Unterdeckung zwischen Bedarf und Potenzial vorliegt. Folglich müssen entsprechende Speichermöglichkeiten vorgehalten oder entsprechende Fehlmengen aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen werden. Stromspeicher können in diesem Kontext sowohl als Kleinspeicher auf Hausebene als auch als Großspeicher auf Netzebene fungieren. Hierbei ist zu beachten, dass die Stromspeicherung mittels dieser Speicheransätze lediglich als Kurzzeitspeicherung (maximal wenige Tage) zu verstehen ist und keine saisonale Stromspeicherung damit möglich sein wird. Insbesondere Großspeicher werden eine wesentliche Funktion bei der Stabilisierung von Schwankungen im Stromnetz einnehmen. Eine Insellösung, das heißt eine vollständige Eigenversorgung Kuppenheims mittels lokaler erneuerbarer Energieanlagen, ist jedoch nicht anzustreben. Der Bezug bzw. die Lieferung von Strom von und zu den vorgelagerten Netzebenen des öffentlichen Stromnetzes wird weiterhin notwendig sein.

Wie zuvor beschrieben, wird der Strombedarf durch die weitergehende Elektrifizierung der Wärmeversorgung durch den vermehrten Einbau von Wärmepumpen ansteigen, was eine Erhöhung der Last im Stromnetz zur Folge haben wird. Eine Abschätzung der erhöhten Last ist in Tabelle 3 für die jeweiligen Eignungsgebiete dargestellt. Diese basiert auf einer mittleren Leistungszahl von 2,5¹⁶ für die Summe aller Wärmepumpen in Kuppenheim. Der angegebene minimale Wert entspricht demjenigen, der sich bei einer Sanierung aller Wohngebäude innerhalb dieses Eignungsgebiets einstellen würde. Der maximale Wert spiegelt den heutigen statistischen Sanierungsstand wider.

Tabelle 3: Zusätzlich anfallende Last aufgrund der Elektrifizierung des Wärmesektors durch den Wärmepumpeneinsatz mit geschätzter winterlicher Höchstabnahme

| Eignungsgebiet | Stromlastspitze vor Sanierung in MW | Stromlastspitze nach maximal möglicher Sanierung in MW |
|---------------------------|--|---|
| Kuppenheim Südwest | 0,6 | 0,3 |
| Oberndorf | 2,5 | 0,9 |
| Kuppenheim Südost | 3,6 | 1,4 |
| Kuppenheim Bannstraße | 0,8 | 0,3 |
| Kuppenheim Ost | 0,6 | 0,4 |
| Kuppenheim Wilhelmstraße | 0,8 | 0,3 |
| Kuppenheim Wörtelstraße | 2,0 | 0,7 |
| Kuppenheim Am Platenenweg | 0,1 | 0,1 |

Rolle des Erdgasnetzes

Wie die Bestandsanalyse in Kapitel 3 zeigt, spielt das Gasnetz in Kuppenheim eine essenzielle Rolle in der heutigen Wärmeversorgung. Da in Zukunft eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden soll, ist der Einsatz von fossilem Erdgas ab dem Zieljahr 2040 keine Option mehr. Als Möglichkeiten zur Substitution von Erdgas bieten sich heute elektrische Energie (Direktstrom oder Umweltwärme), Biomasse oder der Einsatz

¹⁶ Winterlicher Extremfall mit höchster Wärmeabnahme

„grüner“ Gase an, welche zentral in einem Wärmenetz oder dezentral eingesetzt werden können. Die Einordnung des sinnhaften Einsatzes „grüner“ Gase ist in den Kapiteln 4.3.1 sowie 5.1.1 dargestellt. „Grüne Gase“ können bereits heute von Endkunden bezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass es sich zunehmend um Tarife mit einem Biogasanteil von 10 % handelt. Der Bezug von 100 % Wasserstoff über das Erdgasnetz ist derzeit nicht möglich. Dieser setzt u. a. die technische Eignung des Netzes voraus wie sie derzeit vielerorts von den Netzbetreibern geprüft wird. Zudem muss die Erdgasinfrastruktur dann komplett auf Wasserstoff umgestellt werden, eine Beimischung von Wasserstoff ins Erdgasnetz ist nicht beliebig möglich.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegen für Kuppenheim keine von der Bundesnetzagentur genehmigten Fahrpläne gemäß § 71k Abs. 1 Nr. 2 GEG vor, die bei der kommunalen Wärmeplanung zu berücksichtigen wären. Die Entwicklung der Gasnetzinfrastruktur sowie die Marktsituation von „grünen Gasen“ sind bei der Umsetzung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung weiterhin zu berücksichtigen.

Treibhausgasbilanz

Die zukünftigen CO₂-Emissionen stehen in direktem Zusammenhang mit der zuvor im Zielszenario dargestellten Entwicklung des Energiebedarfs und der Veränderung der Energieträgerverteilung. Zur Ermittlung der CO₂-Emissionen werden die Emissionsfaktoren des Technikkatalogs für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg sowie für Wasserstoff jener aus dem Technologiecatalog Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW) verwendet (KEA-BW, 2023; KWW, 2024)¹⁷.

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen im Wärmesektor auf Basis des betrachteten Zielszenarios ist in Abbildung 46 dargestellt. Bis zum Zieljahr 2040 erfolgt ein Rückgang um ungefähr 95 % auf 800 t_{CO₂-Äq}/a.

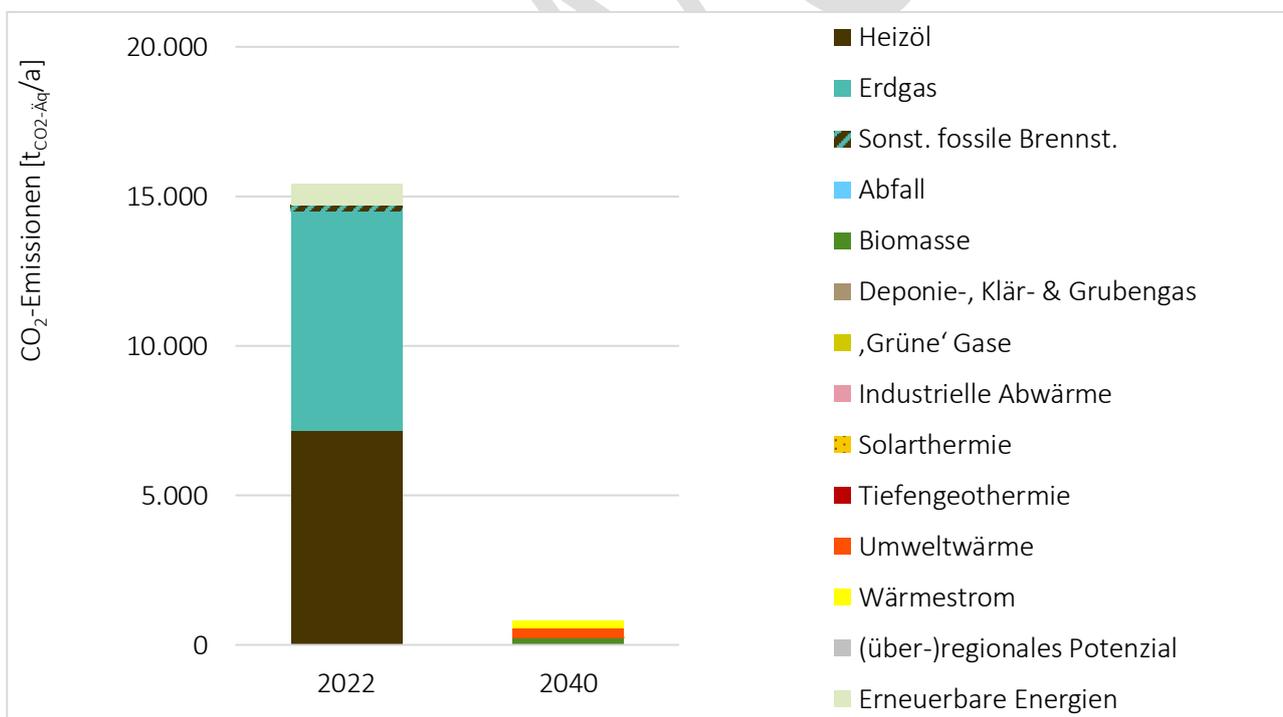


Abbildung 46: Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung von Kuppenheim bis 2040

¹⁷ Aufgrund der Vorgaben der KEA-BW und des KWW weisen alle erneuerbaren Energieträger auch im Jahr 2040 noch einen CO₂-Faktor auf. Daher ist das Zielszenario rechnerisch nicht zu 100 % klimaneutral.

6 Umsetzungsstrategie

Die Analysen der kommunalen Wärmeplanung zeigen, dass eine zukünftige Energieversorgung nur mit einer Beschleunigung der derzeitigen Strategien und Verhaltensweisen zu erreichen ist. Dabei zeigt sich, dass es technologisch umsetzbare Alternativen zur derzeitigen Energieversorgung gibt.

Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Entwicklung des Zielszenarios erfolgt im nächsten Schritt die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie. Im Rahmen dieser Erarbeitung werden mögliche Handlungsstrategien und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und damit einhergehend zur Reduzierung des Wärmeenergiebedarfs sowie der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien betrachtet.

Tabelle 4: Einteilung der Maßnahmen der Umsetzungsstrategie

| Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz | Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien |
|---|---|
| <p><u>Zentrale Erkenntnis des Zielszenarios:</u> Der Wärmeverbrauch in Kuppenheim muss gesenkt werden.</p> <p><u>Folgerung:</u> Hierfür brauchen die Akteure Unterstützung. So bedarf es für alle Akteure Beratungsmöglichkeiten zu Effizienzmaßnahmen, Fördermöglichkeiten und der aktuellen Gesetzeslage.</p> | <p><u>Zentrale Erkenntnis des Zielszenarios:</u> Es braucht mehr erneuerbaren Strom und erneuerbare Wärme in Kuppenheim.</p> <p><u>Folgerung:</u> Um den Anteil an erneuerbaren Energien sowohl im Wärme- als auch im Stromsektor zu erhöhen bedarf es einerseits Wärmenetze, andererseits den Aufbau von erneuerbaren Energieanlagen</p> |

Darüber hinaus erfolgt eine Betrachtung der kommunalen Einflussmöglichkeiten hinsichtlich einer Koordination, Unterstützung und Umsetzung der Wärmewende, vgl. Tabelle 5.

Tabelle 5: Einflussmöglichkeiten der Kommune zur Umsetzung der Wärmewende

| Direkter Einfluss | Indirekter Einfluss | Kein Einfluss |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Energieversorgung und Sanierungsstand <u>eigener Liegenschaften</u> - Nutzung der <u>kommunalen Flächen</u> - Bauvorhaben - <u>Ausweisung von Wärmenetzgebieten</u> → spezifischer Satzungsbeschluss notwendig (löst GEG vor Frist aus) - Wegenutzungs-/ Gestattungsverträge | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Vorbildfunktion</u> (Sanierung, Wärmenetzanschluss, positive Begleitung von Projekten, ...) - Erhöhung der Sanierungsquote durch <u>Sanierungsgebiete</u> - Bereitstellung von <u>Beratungsmöglichkeiten</u> | <ul style="list-style-type: none"> - <u>Zeitpunkt</u> des Heizungstauschs (Bürger, Unternehmen, ...) - Wahl der <u>Energieträger</u> (sofern kein Anschluss-/ Benutzungszwang) - <u>Energieverbrauch</u> (auch trotz Sanierung nutzerabhängig) |

Auf dieser Grundlage ist laut § 27 Abs. 2 KlimaG BW eine Priorisierung von mindestens fünf Maßnahmen erforderlich, deren Umsetzung innerhalb der kommenden fünf Jahren begonnen werden soll. In Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung und dem Gemeinderat erfolgte eine Aufstellung folgender priorisierter Maßnahmen:

Tabelle 6: Maßnahmenübersicht

| Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz | Steigerung des Einsatzes von Erneuerbaren Energien |
|---|--|
| Ausweisung weiterer Sanierungsgebiete | Wärmeinsel ‚Kuppenheim Ost‘ |
| Anlaufstelle Energiethemen | Wärmenetz ‚Ortskern‘ |
| Umsetzung des Sanierungsplans für die kommunalen Liegenschaften | Freiflächen-PV ‚Geissgraben II‘ |
| | Aufbau Windkraftanlagen |

Bei der Betrachtung der Einflussmöglichkeiten zeigt sich, dass die Stadt Kuppenheim neben der aktiven Gestaltung der eigenen Liegenschaften und Flächen vor allem eine wichtige Vorbildfunktion hat und die Akteure in Kuppenheim unterstützen kann.

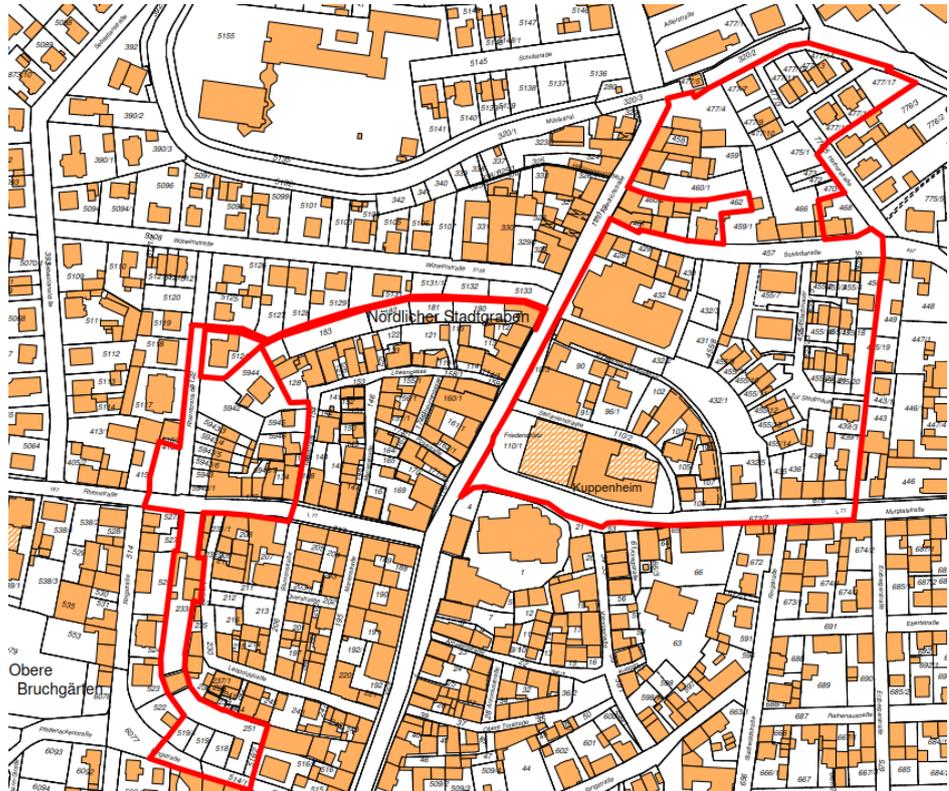
Die Umsetzung dieser Maßnahmen bringt kurz- bis mittelfristig erhöhte Investitionen mit sich, die sich allerdings im Betrachtungszeitraum bis 2040 voraussichtlich nicht nur für das Klima, sondern auch ökonomisch lohnen. Die Vermeidung von steigenden Umweltkosten und einem stetigen Kaufkraftverlust durch Energieimporte sowie die Realisierung von regionalen Wertschöpfungseffekten sind wichtige Faktoren, die in einer ganzheitlichen Betrachtung eine zentrale Rolle spielen. Es ist wichtig, diese Faktoren neben den klassischen Kriterien einer Investitionskostenrechnung zu berücksichtigen.

Die einzelnen Maßnahmen werden auf den folgenden Seiten detailliert erläutert.

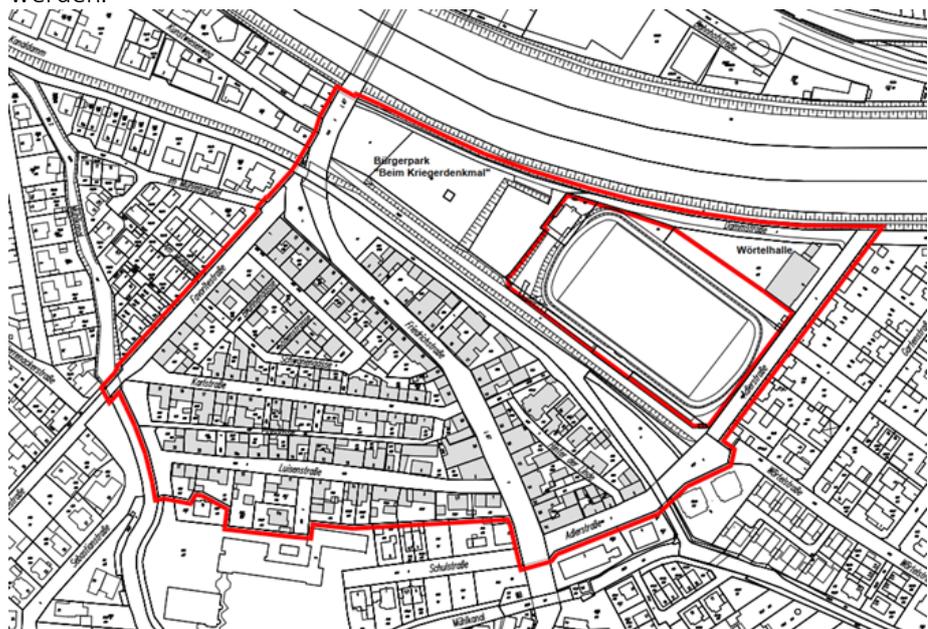
6.1 Ausweisung weiterer Sanierungsgebiete

Maßnahmenvorschlag

In der Vergangenheit wurden bereits die Sanierungsgebiete "Ortskern 1" und "Ortskern 2" durchgeführt.

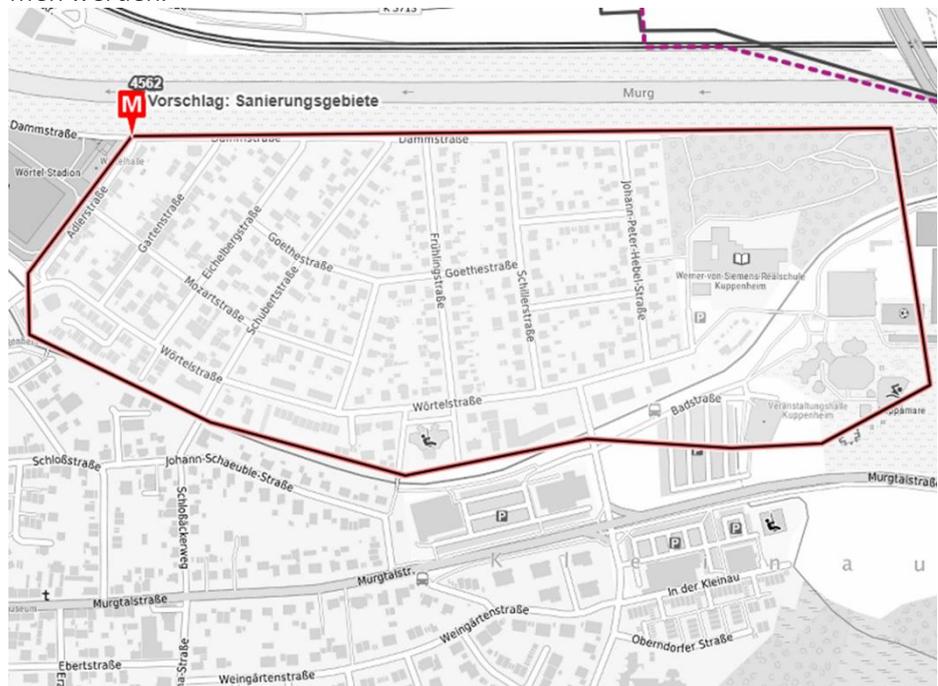


Derzeit läuft in Kuppenheim das Sanierungsgebiet ‚Murgvorstadt/Wörtel‘ (bis April 2026). In diesem Gebiet können Hauseigentümer auf Fördermittel für die Sanierung der Gebäudehülle- und technik zugreifen. Ebenso läuft in Oberndorf das Entwicklungsprogramm ländlicher Raum. Weitere Informationen zu dem bestehenden Sanierungsgebiet können unter <https://www.kuppenheim.de/startseite/planen+bauen/foerderprogramme+fuer+sanierungen.html> betrachtet werden.



Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung konnte ein weiteres Gebiet identifiziert werden, welches sich aufgrund der Baustruktur für ein Sanierungsgebiet eignen könnte. Die Abgrenzung des Gebietes ist dabei als Erstaufschlag zu verstehen. Die exakte Auslegung kann erst mit der Antragsstellung für das Sanierungsgebiet erfolgen.

Für die Umsetzung eines Sanierungsgebietes können verschiedene Förderprogramme, z.B. Landessanierungsprogramm (LSP), Förderprogramm Kleinere Städte und Gemeinden (LRP) und Lebendige Zentren (LZP), in Anspruch genommen werden.



Nächste Schritte

1. Durchführung Vorbereitende Untersuchungen
 - Bestandsaufnahme/Vorliegen städtebaulicher Missstände
 - Ziele/Neuordnungskonzept/Zeit- und Maßnahmenplan
 - Sozialplan (Grundsätze)
 - Kosten und Finanzierung
 - Durchführbarkeit (zügig)
 - Mitwirkungsbereitschaft
 - Wahl des Sanierungsverfahrens
 - Gebietsabgrenzung
2. Beschluss und Neuordnungskonzept und Förmliche Festlegung des Sanierungsgebiets

Verantwortlichkeit

Gemeindeverwaltung Kuppenheim

Best Practice

Sanierungsgebiet Murgvorstadt/Wörtel (Kuppenheim)
 Link: https://www.kuppenheim.de/startseite/planen+_+bauen/foerderprogramme+fuer+sanierungen.html

6.2 Anlaufstelle Energiethemem

| | |
|----------------------------------|--|
| <p>Maßnahmenvorschlag</p> | <p>Die Wärmewende stellt alle Akteure (Private Haushalte, Unternehmen etc.) vor große Herausforderungen. Die Kommune kann hier eine wichtige unterstützende Rolle spielen, insbesondere durch die Bereitstellung von Informationsmöglichkeiten und die Einbindung dieser Akteure. Ein wesentlicher Schritt in diesem Prozess ist die Einrichtung eines kontinuierlichen Beratungsangebots. Eine Vielzahl an Beratungsmöglichkeiten sind heute schon verfügbar und werden durch die Energieagentur Mittelbaden abgedeckt. Informationen zum Beratungsangebot der Energieagentur Mittelbaden können unter https://energieagentur-mittelbaden.de/ betrachtet werden. Ergänzend können Ortsspaziergänge zu „Leuchtturmgebäuden“ organisiert werden, um gelungene Beispiele sichtbar zu machen und Anregungen zu geben. Für die Bewohner potenzieller Wärmenetzgebiete könnten Exkursionen angeboten werden, wenn eine Realisierung angestrebt wird. Auch für lokale Unternehmen sind regelmäßige Aktionen wichtig. Beispielsweise könnten vierteljährliche Unternehmerstammtische ins Leben gerufen werden, zu denen auch Energieberater eingeladen werden, um konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Durch solche Maßnahmen kann die Kommune nicht nur zur Wissensvermittlung beitragen, sondern auch das Vertrauen und die Motivation der Akteure stärken, die Wärmewende gemeinsam voranzutreiben.</p> <p>Es empfiehlt sich ein Budget von mindestens 5.000 bis 10.000 € pro Jahr einzuplanen.</p> <p>Informationen zu Fördermöglichkeiten sind unter folgenden Links zu finden: <u>Bundförderung:</u> https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderkompass/klimaschutzpersonal-konzepte <u>Landesförderung:</u> https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/informieren-beraten-foerdern/klimaschutz-plus</p> |
| <p>Nächste Schritte</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Einplanung eines permanenten Budgets im Haushalt 2. Beauftragung und Durchführung der Leistungen <ol style="list-style-type: none"> a. Fachexkursionen zu Erzeugungsanlagen b. Sanierungsbegleitung c. Sanierungsmobil d. Ressourceneffizienzcheck (KEFF+) e. Klimaaudit Climability Care f. Unternehmerstammtisch g. Energiesprechstunde für Unternehmen h. Energieberatungssprechstunde im Rathaus |
| <p>Verantwortlichkeit</p> | <p>Kommunale Verwaltung, Energieagentur Mittelbaden</p> |
| <p>Best Practice</p> | <p><u>Energieberatung Stadt Rheinstetten</u> Link: https://www.rheinstetten.de/de/leben-in-rheinstetten/wohnen-bauen-und-stadtentwicklung/energie/energieberatung</p> |

6.3 Umsetzung des Sanierungsplans für die kommunalen Liegenschaften

| | |
|---------------------------|---|
| Maßnahmenvorschlag | <p>In Kuppenheim gibt es 21 Gebäude, die von der Kommune verwaltet werden. Die Stadt Kuppenheim ist stetig dabei die kommunalen Liegenschaften energetisch zu verbessern. Hierfür hat die Stadt Kuppenheim eine Umsetzungsstrategie zur Sanierung der eigenen Liegenschaften. Diese gilt es mit den Entwicklungen der kommunalen Wärmeplanung abzugleichen und umzusetzen. Bei einer Umstellung aller kommunaler Liegenschaften auf 100 % erneuerbare Energien könnten bis zu 1.300 t_{CO₂-Äq}/a eingespart werden.</p> <p>Informationen zu Fördermöglichkeiten sind unter folgenden Links zu finden: <u>Bundesförderung:</u> https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderkompass/klimaschutzpersonal-konzepte <u>Landesförderung:</u> https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/informieren-beraten-foerdern/klimaschutz-plus</p> |
| Nächste Schritte | <ol style="list-style-type: none"> 1. Überprüfung des Sanierungsplans mit den Ergebnissen der Wärmeplanung 2. Fortführung der Umsetzung des Sanierungsplans |
| Verantwortlichkeit | Kommunale Verwaltung |

6.4 Wärmeinsel ‚Kuppenheim Ost‘

Maßnahmenvorschlag



Zwischen der Werner-von-Siemens-Schule und der Sporthalle besteht derzeit ein Wärmeverbund, der mit fossilen Brennstoffen (Erdgas) versorgt wird. Ein weiterer Großverbraucher ist das Schwimmbad Cuppamare. Die Zukunft des Schwimmbades Cuppamare ist derzeit jedoch ungewiss. In unmittelbarer Nähe befindet sich die Wohnanlage ‚Titan‘. Diese ist der größte Wärmeverbraucher (Wohngebäude) in Kuppenheim. In unmittelbarer Nähe zur Wohnanlage ‚Titan‘ befindet sich das Wärmenetz ‚In der Kleinau‘. Nach Rücksprache mit dem Betreiber des Wärmenetzes (Stadtwerke Ettlingen) würde eine Erweiterung des Wärmenetzes eine neue Heizzentrale erfordern.

Die Distanz zwischen der Heizzentrale für Schule und Sporthalle und der Wohnanlage ‚Titan‘ beträgt c.a. 500 Meter. Der Wärmebedarf von Schule, Sporthalle und der Wohnanlage liegt bei ca. 1.750 MWh pro Jahr, wobei eine Wärmelinien-dichte von 3.500 kWh/m*a erreicht wird. Die Einbindung des Schwimmbades Cuppamare wäre im Falle eines Weiterbetriebs denkbar, wobei dessen Wärmebedarf bei 1.900 MWh pro Jahr liegt. Ebenso wäre die Einbindung des Wärmenetzes ‚In der Kleinau‘ möglich. Mögliche Standorte für eine Heizzentrale befinden sich in der Umgebung der Sporthalle, insbesondere auf dem kommunalen

| | |
|---------------------------|---|
| | <p>Baufenster nördlich der Werner-von-Siemens-Realschule. Als mögliche Wärmequellen wäre die Nutzung von Umweltwärme (Außenluft, Flusswärme, oberflächennahe Geothermie) denkbar.</p> <p>Durch den Aufbau einer Versorgung für die Ankerverbraucher (exklusive Cuppamare) könnten ca. 500 t_{CO₂}/a eingespart werden, wenn 100 % erneuerbare Energien zum Einsatz kämen.</p> <p>Für die Umsetzung der Maßnahme stehen mehrere Förderprogramme zur Auswahl:</p> <p><u>Antrag Bundesförderung für effiziente Gebäude</u> Link: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html</p> <p><u>Antrag Förderung ProECO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Landesförderung (Klimaschutz-Plus) • Begleitung von Contracting-Projekten • Förderung: max. 75 % der Beratungskosten • Kosten für Contracting-Begleitung (ohne Förderung): <ul style="list-style-type: none"> • Ca. 50.000 bis 70.000 € <p><u>Antrag Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedingung: Mehr als 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten <ul style="list-style-type: none"> • <i>Diese Förderung kann nur in Betracht gezogen werden, wenn ein größeres Gebiet als das bisherige definiert wird!</i> • Förderung Modul 1 Planung: 50 % • Förderung Modul 2 Umsetzung: 40 % • Kosten für BEW-Modul 1 (ohne Förderung): <ul style="list-style-type: none"> • Ca. 70.000 bis 100.000 € |
| Nächste Schritte | <ol style="list-style-type: none"> 1. Gemeinsamer Austausch mit den Akteuren (Kommunale Verwaltung, Stadtwerke Ettlingen, Hausverwaltung Titan-Wohngebäude, EneREGIO) 2. Betrachtung möglicher Betreiberkonzepte sowie Festlegung der kommunalen Beteiligung (z.B. im Rahmen einer Klausurtagung zum Thema Wärmenetz) 3. Durchführung einer Untersuchung zur Machbarkeit der Wärmeinsel ‚Kuppenheim Ost‘ |
| Verantwortlichkeit | Kommunale Verwaltung |
| Best-Practice | <p><u>Wärmenetz Kronau:</u> Link: https://www.kronau.de/web/mein-kronau/klimaschutz/01-klimaschutz-projekte-kronau/02-GeoNetz.php</p> <p><u>Wärmenetz Bruchsal Südstadt:</u> Link: https://www.fernwaerme-suedstadt.stadtwerke-bruchsal.de/</p> |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Davon Ankerverbraucher in MWh/a | ca. 4.000 |
|---------------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| Länge Hauptleitung m | ca. 4.000 |
|----------------------|-----------|

| | |
|---|-----------|
| Wärmeliniedichte 70 % Anschlussquote in kWh/m*a | ca. 1.600 |
|---|-----------|

| | |
|---------------------|---|
| Mögliche EE-Quellen | Umweltwärme (Außenluft, Oberflächennahe Geothermie, Flusswärme), Biomasse |
|---------------------|---|

Die Kennzahlen zeigen, dass das Gebiet „Ortskern“ für ein Nahwärmenetz geeignet sein kann. Welches Ausbaukonzept für dieses Gebiet am besten geeignet ist, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden. So sind Wärmeverbünde zwischen kommunalen Gebäuden (z.B. Rathaus, Altes Rathaus, Haus der Vereine) oder auch der Gesamtausbau des Wärmenetzgebietes denkbar. Grundsätzlich gilt anzuführen, dass für einen erfolgreichen Ausbau von Wärmenetzen Anschlussquoten von mindestens 50 % erreicht werden sollten. Als pauschaler Richtwert kann davon ausgegangen werden, dass innerhalb eines Jahres ca. 3 km Hauptleitung verlegt werden können.

Für die Versorgung des betrachteten Gebietes durch ein Wärmenetz müssen Standorte für die Erzeugungs- und Speicheranlagen definiert werden. Im Rahmen einer Begehung wurden die Heizräume der kommunalen Gebäude besichtigt. Es zeigt sich, dass nach derzeitigem Stand in keinem der Heizräume ausreichend Fläche für die Errichtung einer Heizzentrale in der erforderlichen Größe zur Verfügung steht. Somit ist eine separate Heizzentrale erforderlich. Mögliche Standorte wären z.B. auf den kommunalen Flächen (südlicher Ortseingang) oder im Bereich der Neuentwicklung rund um das Wörtel-Stadion. Diese Standorte müssen jedoch weiter untersucht werden.

Bei 100 % Anschlussquote und maximal möglichem Ausbau könnten durch das Wärmenetz ca. 3.000 t_{CO₂}/a eingespart werden.

Für die Umsetzung der Maßnahme stehen mehrere Förderprogramme zur Auswahl:

Antrag Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

- Bedingung: mehr als 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten
- Förderung Modul 1 Planung: 50 %
- Förderung Modul 2 Umsetzung: 40 %
- Kosten für BEW-Modul 1 (ohne Förderung):
 - ca. 70.000 bis 100.000 €

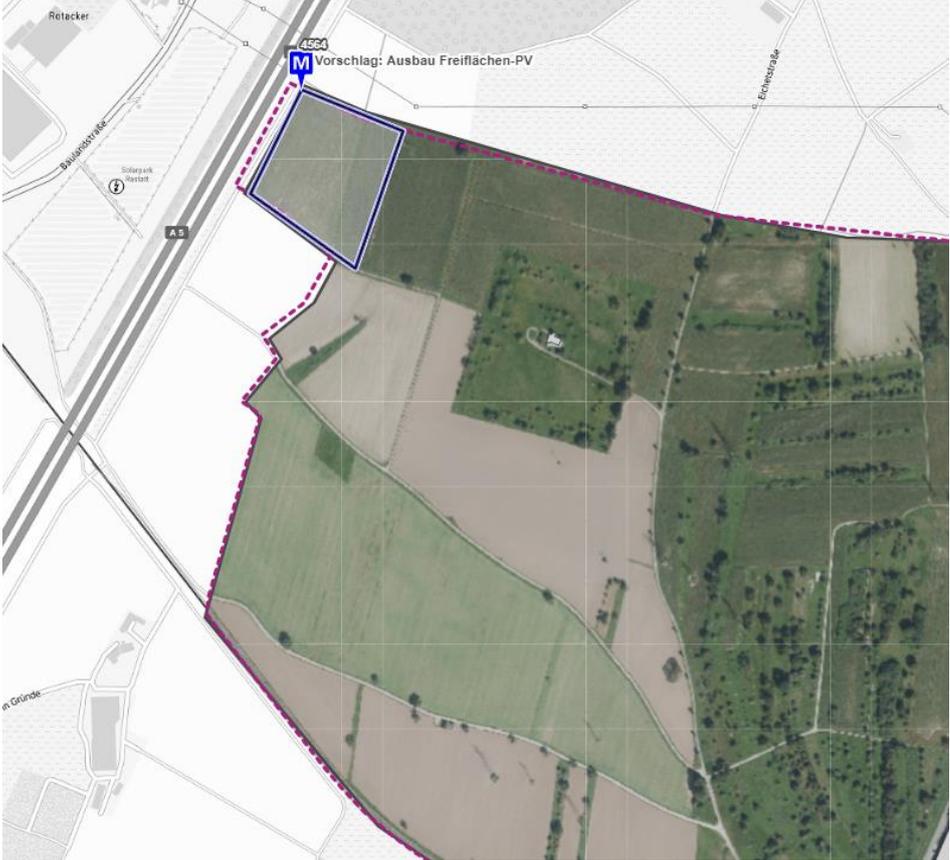
Antrag Förderung ProECO

- Landesförderung (Klimaschutz-Plus)
- Begleitung von Contracting-Projekten
- Förderung: max. 75 % der Beratungskosten
- Kosten für Contracting-Begleitung (ohne Förderung):

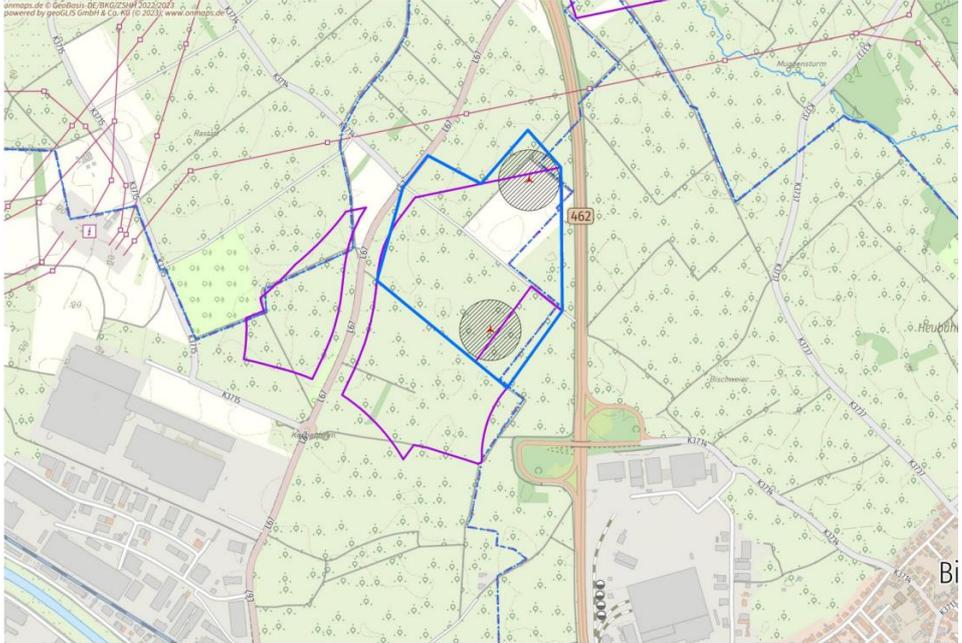
| | |
|---------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ca. 50.000 bis 70.000 € |
| Nächste Schritte | <ol style="list-style-type: none"> Betrachtung möglicher Betreiberkonzepte sowie Festlegung der kommunalen Beteiligung (z.B. im Rahmen einer Klausurtagung zum Thema Wärmenetz) Durchführung einer Untersuchung zur Machbarkeit eines Wärmenetzes im Ortskern Kuppenheim |
| Verantwortlichkeit | Kommunale Verwaltung |
| Best-Practice | <p><u>Wärmenetz Kronau:</u> Link: https://www.kronau.de/web/mein-kronau/klimaschutz/01-klimaschutz-projekte-kronau/02-GeoNetz.php</p> <p><u>Wärmenetz Bruchsal Südstadt:</u> Link: https://www.fernwaerme-suedstadt.stadtwerke-bruchsal.de/</p> |

ENTWURF

6.6 Freiflächen-PV ‚Geissgraben II‘

| | |
|----------------------------------|--|
| <p>Maßnahmenvorschlag</p> |  <p>Am nordwestlichen Rand der Gemarkung Kuppenheim hat der Regionalverband Mittlerer Oberrhein ein Vorranggebiet für Freiflächensolaranlagen ausgewiesen. Die Freifläche umfasst eine Fläche von ca. 1,5 ha, wobei der überwiegende Teil der Fläche auf Rastatter Gemarkung liegt. Eine Detailbetrachtung zeigt, dass der mögliche Jahresertrag für den Anteil auf der Gemarkung Kuppenheim bei ca. 2.000 MWh liegen könnte. Dies würde etwa 5 % des heutigen Gesamtstrombedarfs decken. Darüber hinaus könnte durch das Projekt eine jährliche CO₂-Einsparung von ca. 1.000 Tonnen erzielt werden, was ca. 2 % der Gesamtemissionen entspricht.</p> <p>Kosten für die Kommune entstehen nur bei der Umsetzung in Eigenleistung oder bei einer Beteiligung. Die Umsetzung kann ebenso durch private Investoren durchgeführt werden, wodurch der Kommune keine Kosten entstehen.</p> |
| <p>Nächste Schritte</p> | <p>Abstimmung mit Stadt Rastatt bzgl. Aufbau einer Freiflächenphotovoltaikanlage</p> |
| <p>Verantwortlichkeit</p> | <p>Kommunale Verwaltung</p> |
| <p>Best-Practice</p> | <p><u>Freiflächenanlage Ötigheim:</u> Link: https://regioenergie-netzwerk.de/2024/10/01/freiflaechen-solarpark-in-oetigheim-eingeweiht/</p> |

6.7 Aufbau Windkraftanlagen

| | |
|----------------------------------|---|
| <p>Maßnahmenvorschlag</p> |  <p>Quelle: https://kuppenheim.ratsinfomanagement.net/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZX0ysd-kWz1GTDzX70eH94h1FmswAOg_s4Rs_g0jMF22/Praesentation_zur_Windkraft_Kuppenheim_von_der_EnBW.pdf</p> <p>Im nördlichen Teil der Gemarkung Kuppenheim ist ein Vorranggebiet für Windenergieanlagen durch den Regionalverband Mittlerer Oberrhein vorgesehen. Die EnBW plant in diesem Gebiet die Errichtung von zwei Windkraftanlagen. Der Gemeinderat erteilte seine Zustimmung zu diesen Planungen am 09.10.2023 (Beschluss: 83/2023). Damit wurde die Verwaltung beauftragt, mit der EnBW einen Nutzungsvertrag zur Errichtung von Windenergieanlagen auf städtischen Flächen zu vereinbaren und dem Gemeinderat zur Beschlussfassung vorzulegen.</p> <p>Die Anlagen sollen 2027 in Betrieb gehen und nach Angaben der EnBW einen Jahresertrag von 21.700 MWh erzeugen. Diese Anlagen führen nach Angaben der EnBW zu einer Einsparung der CO₂-Emissionen auf der Gemarkung Kuppenheim von ca. 16.300 t_{CO₂}-Äq/a, was einer Reduktion der Gesamtemissionen von ca. 36 % entspricht.</p> |
| <p>Nächste Schritte</p> | <p>Weiterhin positive Begleitung der Umsetzung durch den Gemeinderat und die Gemeindeverwaltung</p> |
| <p>Verantwortlichkeit</p> | <p>Kommunale Verwaltung, EnBW Energie Baden-Württemberg GmbH</p> |
| <p>Best-Practice</p> | <p><u>Windkraftanlagen Straubenhardt</u> Link: https://www.straubenhardt.de/energie-wasser-waerme/windpark-straubenhardt-id_779/</p> |

6.8 Zeitrahmen zur Umsetzung der einzelnen Maßnahmen

Die folgende Abbildung stellt mögliche Umsetzungszeiträume für die jeweiligen Maßnahmen dar.

Tabelle 7: Möglicher Zeitrahmen zur Maßnahmenumsetzung

| Zeitrahmen der einzelnen Maßnahmen | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anlaufstelle Energiethemen | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umsetzung des Sanierungsplans für die kommunalen Liegenschaften | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ausweisung weiterer Sanierungsgebiete | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Freiflächen-PV „Geissgraben II“ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aufbau Windkraftanlagen | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wärmeinsel „Kuppenheim Ost“ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wärmenetz Ortskern | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klausurtagung Wärmenetz Ortskern | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sondierung Betreibermodell | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antragstellung BEW oder Pro-ECO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planungsphase | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bauphase | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | T | T+1 | T+2 | T+3 | T+4 | T+5 | T+6 | T+7 | T+8 | T+9 | T+10 | T+11 | T+12 | T+13 | T+14 | T+15 | +16 |
| | | Jahr | Jahre |

7 Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung

Eine langfristige und nachhaltige Implementierung der kommunalen Wärmeplanung erfordert eine regelmäßige Evaluierung und gegebenenfalls eine Anpassung der Planung. Schließlich können sich Bedürfnisse und Technologien im Zeitverlauf ändern. Daher ist es ratsam von Beginn an Strukturen zu etablieren, die den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess begleiten. Diese Strukturen werden durch die Verstetigungsstrategie abgedeckt, die sowohl eine Kommunikationsstrategie als auch ein Controllingkonzept enthält. Das Vorgehen wurde mit der Stadtverwaltung Kuppenheim abgestimmt.

Tabelle 8 zeigt, wie die kommunale Wärmeplanung in Stadt Kuppenheim in den kommenden Jahren fortgeführt wird:

Tabelle 8: Übersicht der Bestandteile der Verstetigungsstrategie

| Kommunale Wärmeplanung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Erstellung kommunale Wärmeplanung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umsetzung der definierten Maßnahmen | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kommunikationskonzept | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Möglichkeit der Kontaktaufnahme für Akteure | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Austauschtreffen zwischen Akteuren | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Controllingkonzept | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jährlicher Statusbericht | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 |

7.1 Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde seitens der Verwaltung durch das Rechnungsamt koordiniert und gesteuert. Des Weiteren waren beispielsweise das Bauverwaltungsamt sowie der Bürgermeister im Rahmen der Datenabfrage und der Abstimmungstermine beteiligt. Ebenso wurde der Gemeinderat in die Erarbeitung eingebunden.

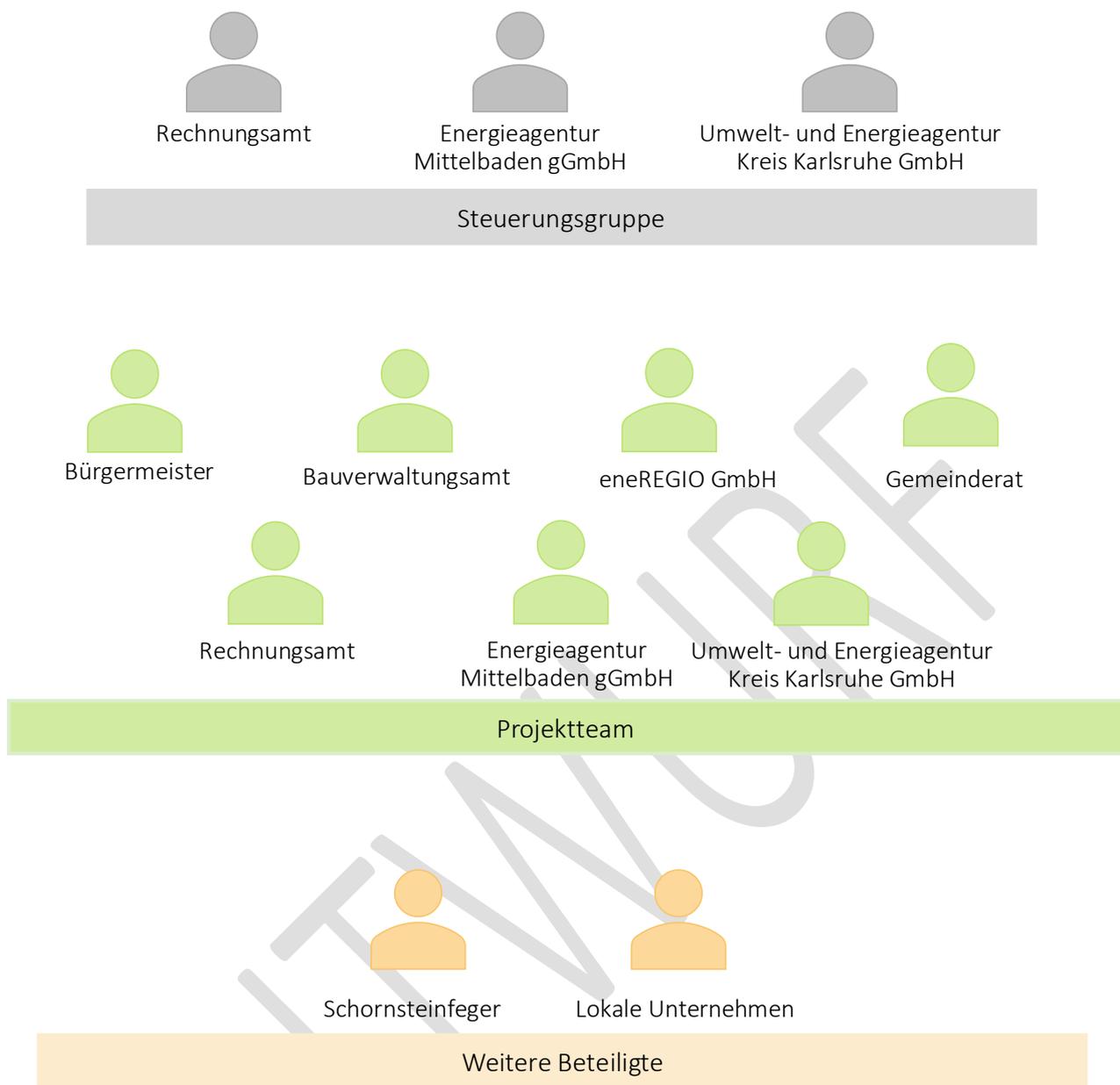


Abbildung 47: Organisationsstruktur während der kommunalen Wärmeplanung

7.2 Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

Bis Ende März 2025 wird seitens der Stadt Kuppenheim die kommunale Wärmeplanung erarbeitet. In diesem Rahmen erfolgte die Priorisierung von mindestens fünf Maßnahmen, mit deren Umsetzung innerhalb der kommenden fünf Jahren begonnen werden soll, vgl. Kapitel 6. Die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung ist lediglich der erste Schritt. Von zentraler Bedeutung ist die Umsetzung der darin enthaltenen Maßnahmen, denn dadurch kann die Energieeffizienz gesteigert und der Anteil erneuerbarer Energien erhöht werden.

7.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Um neue Technologien, Gesetze und lokale Veränderungen zu berücksichtigen, ist eine regelmäßige Aktualisierung der Planung erforderlich. Dies umfasst auch die Prüfung der Notwendigkeit einer Anpassung der Einteilung der Eignungsgebiete. Gemäß dem WPG ist eine Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung spätestens alle fünf Jahre erforderlich. Die Stadt Kuppenheim kann jedoch selbst entscheiden, ob sie eine Fortschreibung früher durchführen möchte.

7.4 Kommunikation zwischen den Akteuren (Kommunikationsstrategie)

Die Kommunikationsstrategie lässt sich in zwei Teile gliedern. Der erste Teil umfasst die Kommunikation während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung. Dieses Vorgehen kann folglich auch als Vorlage für die Kommunikation während einer Fortschreibung dienen. Der zweite Teil beschreibt die Kommunikation nach der Veröffentlichung der kommunalen Wärmeplanung.

7.4.1 Kommunikation während der Erstellung Wärmeplanung

Im Rahmen der Erstellung der ersten kommunalen Wärmeplanung erfolgte eine frühzeitige Einbindung der relevanten Akteure. Zu diesem Zweck wurden zunächst die relevanten Akteure identifiziert und gemeinsam mit der Kommune über deren Einbindung entschieden. Im Folgenden werden die identifizierten Akteure sowie die jeweilige Form ihrer Einbindung dargestellt.

Tabelle 9: Übersicht der identifizierten Akteure in Kuppenheim

| Akteur | Detail | Einbindung |
|-------------------------|---|---|
| Verwaltung | Koordination durch Rechnungsamt | <ul style="list-style-type: none"> - Koordinator der Wärmeplanung - Datenabfrage - Regelmäßige bilaterale Gespräche - Mitarbeit bei allen Austausch- und Arbeitsterminen <ul style="list-style-type: none"> - 21.02.2024 Auftakt kommunale Wärmeplanung - 27.06.2024 Bestands- und Potenzialanalyse - 17.10.2024 Zielszenario und Wärmewendestrategie |
| Gemeinderat | Gemeinderat besteht aus 18 Mitgliedern | <ul style="list-style-type: none"> - Gemeinderatsworkshop am 05.12.2024 - Sitzungen Gemeinderat am 24.03.2024 Beschluss der kommunalen Wärmeplanung (voraussichtlich) |
| Öffentlichkeit | Einwohnerzahl: 8.400 | <ul style="list-style-type: none"> - Öffentliche Bekanntmachung gemäß §33 Abs. 6 KlimaG BW im Amtsblatt und auf der Homepage am 25.04.2024 - Partizipation durch Offenlagen <ul style="list-style-type: none"> - 10.07. – 07.08.2024 Entwurf Bestands- und Potenzialanalyse - 27.01 – 03.03.2024 Gesamtdokumentation |
| Lokale Energieversorger | eneREGIO GmbH | <ul style="list-style-type: none"> - Datenabfrage - Mitarbeit bei allen Austausch- und Arbeitsterminen <ul style="list-style-type: none"> - 21.02.2024 Auftakt kommunale Wärmeplanung - 27.06.2024 Bestands- und Potenzialanalyse - 17.10.2024 Zielszenario und Wärmewendestrategie - Interaktive Informationsveranstaltung am 15.07.2024 - Einzelgespräche - Gemeinderatsworkshop am 05.12.2024 |
| RegioEnergie | Zusammenschluss aus zehn Kommunen (https://regioenergienetzwerk.de/) | <ul style="list-style-type: none"> - Austausch zwischen den Kommunen im Rahmen regelmäßiger Abstimmungstermine des Netzwerks |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Wirtschaft | | <ul style="list-style-type: none"> - Öffentliche Bekanntmachung gemäß §33 Abs. 6 KlimaG BW im Amtsblatt und auf Homepage am 25.04.2024 - Datenabfrage - Partizipation durch Offenlagen <ul style="list-style-type: none"> - 10.07. – 07.08.2024 Entwurf Bestands- und Potenzialanalyse - 27.01 – 03.03.2024 Gesamtdokumentation - Interaktive Informationsveranstaltung am 15.07.2024 - Bilaterale Gespräche mit ausgewählten Unternehmen |
| Immobilienwirtschaft | | <ul style="list-style-type: none"> - Öffentliche Bekanntmachung gemäß §33 Abs. 6 KlimaG BW im Amtsblatt und auf Homepage am 25.04.2024 - Datenabfrage - Partizipation durch Offenlagen <ul style="list-style-type: none"> - 10.07. – 07.08.2024 Entwurf Bestands- und Potenzialanalyse - 27.01 – 03.03.2024 Gesamtdokumentation - Interaktive Informationsveranstaltung am 15.07.2024 - Bilaterale Gespräche mit ausgewählten Unternehmen |

Im weiteren Verlauf erfolgt eine Erläuterung der verschiedenen Beteiligungsformate

Offenlagen

Sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene ist die Partizipationsmöglichkeit aller Akteure mittels sogenannter Offenlagen als obligatorisch festgeschrieben. Im Rahmen dieser Offenlagen wird den Akteuren die Möglichkeit eingeräumt, Stellungnahmen zu den veröffentlichten Dokumenten abzugeben, welche innerhalb der kommunalen Wärmeplanung Berücksichtigung finden müssen. Hierfür wurden zwei Offenlagen von jeweils 30 Tagen durchgeführt. Die erste Offenlage umfasste die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse, während die zweite Offenlage die gesamte kommunale Wärmeplanung beinhaltet.

Informationsveranstaltung

An der zweistündigen Informationsveranstaltung nahmen 32 Teilnehmerinnen und Teilnehmer teil.

Agenda

- Begrüßung und Einführung durch den Bürgermeister
- Präsentation Stand der kommunalen Wärmeplanung durch den Auftragnehmer
- Interaktiver Teil: Gemeinsamer Austausch zu diversen Fragestellungen
- Resümee des interaktiven Teils
- Präsentation zum weiteren Vorgehen in der kommunalen Wärmeplanung

Ein wesentlicher Aspekt der Veranstaltung ist neben der Akteursinformation die Vernetzung der Akteure untereinander. Die Ergebnisse der Informationsveranstaltungen wurden in weiteren Abstimmungsterminen besprochen und der Kommune zur Verfügung gestellt.



Abbildung 48: Eindrücke aus der Informationsveranstaltung

Einzelgespräche

Eine Auswahl der Akteure wurde im Rahmen von Einzelgesprächen konsultiert. Im Rahmen dieser Einzelgespräche wurden u. a. die Planungen, Chancen und Herausforderungen der Akteure erörtert.

Gemeinderatsworkshop

In Zusammenarbeit mit dem Gemeinderat der Stadt Kuppenheim wurden die Maßnahmen der Wärmewendestrategie nach Priorität geordnet und Fragestellungen der kommunalen Wärmeplanung besprochen. Der Ablauf des Workshops kann wie folgt skizziert werden:

- Begrüßung und Einführung durch den Bürgermeister
- Präsentation Stand der kommunalen Wärmeplanung durch den Auftragnehmer
- Gemeinsamer Austausch zu diversen Fragestellungen
- Präsentation zum weiteren Vorgehen in der kommunalen Wärmeplanung

Zusammenfassung

Zusammenfassend wurden im Rahmen des Prozesses verschiedene Stakeholder in mehreren Gesprächen und Besprechungsterminen eingebunden. Die erste Offenlage mit den vorläufigen Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgte vom 10.07.2024 bis zum 08.07.2024.

7.4.2 Kommunikation nach Beschluss der kommunalen Wärmeplanung

Allen Akteuren wird auf einer Unterseite der gemeindeeigenen Website kontinuierlich die Möglichkeit geboten, sich über die kommunale Wärmeplanung zu informieren. Dazu werden seitens der Kommune aktuelle Informationen sowie alle relevanten Dokumente veröffentlicht. Des Weiteren wird ein zentrales FAQ zur Verfügung gestellt und bei Bedarf aktualisiert. Auch besteht die Möglichkeit, Anfragen direkt an die verwaltungsseitige Koordination der kommunalen Wärmeplanung zu richten. Die inhaltliche Ausgestaltung der entsprechenden Unterseite wurde der Stadt Kuppenheim gesondert zur Verfügung gestellt.

Die Anfragen der Akteure werden gesammelt und innerhalb des Sachstandsberichts sowie der Abstimmungstermine berücksichtigt. Dabei kann die Ausführung der Abstimmungstermine sowohl quartalsweise als auch halbjährlich erfolgen. Der Sachstandsbericht wird dem Gemeinderat jährlich vorgestellt.

7.5 Überprüfung des Fortschritts der Wärmeplanung (Controllingkonzept)

Das Controllingkonzept erläutert die Methoden zur Evaluierung der bereits erzielten Ergebnisse im Rahmen der Umsetzung. Zum einen kann hierfür der innerhalb der kommunalen Wärmeplanung erstellte digitale Zwilling der Kommune unter Berücksichtigung der Datenschutzanforderungen weiterverwendet werden. Dieser digitale Zwilling ermöglicht das Sammeln wichtiger Daten und Erkenntnisse an einem Ort sowie eine ganzheitliche Betrachtung. Außerdem ist die Erstellung eines jährlichen Sachstandsberichts von essenzieller Bedeutung. Der Sachstandsbericht wird entweder von der Verwaltung oder durch einen externen Dienstleister erarbeitet und durch den Koordinator der kommunalen Wärmeplanung (Rechnungsamt) koordiniert. Im Sachstandsbericht sollten folgende Inhalte dargestellt werden:

7.5.1 Anmerkungen, Ideen und Fragen der Akteure

Die Akteure können wie in der Kommunikationsstrategie beschrieben Ideen, Anmerkungen und Fragen direkt über die Homepage der Kommune einbringen. Der Koordinator der kommunalen Wärmeplanung (Rechnungsamt) verwaltet und delegiert diese Anfragen. Die Beantwortung erfolgt entweder über die FAQ auf der Homepage oder innerhalb des Sachstandsberichts. Weitergehende Anmerkungen und Ideen werden im Sachstandsbericht dargestellt. Das übergeordnete Ziel besteht darin, eine solide Planungsgrundlage für alle Akteure über den gesamten Prozess der kommunalen Wärmeplanung zu schaffen und offene Fragen zu beantworten.

7.5.2 Bericht und Bewertung der Maßnahmenumsetzung

Die Umsetzung von Maßnahmen besitzt im Rahmen des Wärmeplanungsprozesses höchste Priorität. Der Ausstoß von Treibhausgasen kann lediglich durch die Umsetzung der Maßnahmen verringert werden. Zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts wird nachfolgender Ansatz vorgeschlagen, welcher für jede geplante Maßnahme im Bericht dargestellt werden sollte:

Tabelle 10: Vorlage zur Bewertung der Maßnahmenumsetzung

| Frage | Antwort |
|--|---------|
| <u>In welchem Status befindet sich die Maßnahme?</u> <i>Idee/ geplant/ begonnen/ abgeschlossen/ abgebrochen</i> | |
| <u>Befindet sich die Maßnahme im Zeitplan?</u> | |

| | |
|--|--|
| <i>Falls Nein: Darstellung, welche Gründe für die Abweichung sorgen und wie die Maßnahme weiterverfolgt werden kann (idealerweise unter Einhaltung des Zeitplans)</i> | |
| <u>Welche nächsten Schritte stehen bei der Maßnahme an?</u> | |
| <u>Befindet sich die Maßnahme im prognostizierten finanziellen und personellen Rahmen?</u> | |
| <i>Falls Nein: Worin liegen die Gründe für diese Abweichung?</i> | |
| <u>Nach Abschluss einer Maßnahme</u> | |
| <i>Welche finanziellen und personellen Mittel wurden benötigt?</i> <ul style="list-style-type: none"> - Stimmt dies mit der prognostizierten Budgetplanung überein? - Falls Nein: Worin liegen die Gründe für die Abweichung? <i>Welche CO₂-Einsparung bewirkt die Maßnahme?</i> <ul style="list-style-type: none"> - Stimmt diese mit der prognostizierten Einsparung überein? - Falls Nein: Worin liegen die Gründe für die Abweichung? | |

7.5.3 Bewertung des Fortschritts der Wärmeplanung (Indikatoren)

Zur Evaluierung des Fortschritts der kommunalen Wärmeplanung werden insbesondere die Indikatoren der CO₂-Bilanzierung herangezogen, welche mittels BICO2 BW erstellt wurden. Die Fortschreibung der CO₂-Bilanz sollte spätestens alle zwei Jahre erfolgen. Als Datengrundlage dienen statistische Daten des Landes Baden-Württemberg sowie Datenabfragen bei Schornsteinfegern und Netzbetreibern.

Bei der Bewertung des Fortschritts werden u. a. die folgenden Indikatoren verwendet.

Tabelle 11: Übersicht möglicher Indikatoren zur Fortschrittüberprüfung

| Indikator | Datenherkunft |
|--|---|
| CO ₂ -Bilanz | BICO2 BW |
| Energieverbrauch Gesamt | BICO2 BW |
| Energieverbrauch Wärme | BICO2 BW |
| Energieverbrauch Strom | BICO2 BW |
| Anzahl Ölheizungen | Schornsteinfeger |
| Anzahl Gasheizungen | Schornsteinfeger |
| Anzahl Wärmepumpen | Stromnetzbetreiber |
| Abgerechnete Wärmemenge und Energieträgerzusammensetzung in Wärmenetzen | Wärmenetzbetreiber |
| Installierte Photovoltaikleistung (getrennt nach Balkonkraftwerken, baulichen Anlagen sowie Freiflächen) | Stromnetzbetreiber, Marktstammdatenregister |

| | |
|--|---|
| Installierte Windenergieleistung | Stromnetzbetreiber, Marktstammdatenregister |
| Kommunaler Energieverbrauch Wärme/Strom inkl. Energieträgerzusammensetzung | Kommune |

Sofern die Ziele der kommunalen Wärmeplanung und die CO₂-Bilanz übereinstimmen, kann die Strategie unverändert weiterverfolgt werden. Bei Abweichungen sind die Gründe hierfür zu analysieren. Mittels BICO2 BW erfolgt eine konsistente und langfristige Fortschreibung der CO₂-Bilanzen, wodurch eine Vergleichbarkeit der Indikatoren gewährleistet wird.

ENTWURF

8 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

Ansprechpartner: 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:



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.

9 Anhang – Eignungsgebietssteckbriefe

ENTWURF

10 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>

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>

BMWK (Hrsg.). (2023). *Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie - NWS 2023*. Abgerufen am 16. November 2024 von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Downloads/Fortschreibung.html>

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

BNetzA, & BKartA. (2023). *Monitoringbericht 2023 von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt*. Abgerufen am 23. Mai 2024 von <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Monitoringberichte/start.html>

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

DWD. (2024). *Zeitreihen und Trends EN*. Abgerufen am 25. Juni 2024 von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>

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

eneREGIO GmbH. (2023). EEG-Anlagen.

eneREGIO GmbH. (2023). Übersichtspläne Gasnetz.

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

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. (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.

KWW. (Juni 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)*. Abgerufen am 30. August 2024 von <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>

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. (2021). *Ermitteltes PV-Potenzial auf Baggerseen*. Abgerufen am 29. November 2023 von <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/sonderflächen/ermitteltes-pv-potenzial-auf-baggerseen>

LUBW; LGL; BKG. (2022). *Abfluss BW, Längsquerschnitt MQ/MNQ*. Abgerufen am 20. März 2024

LUBW; LGL; BKG. (31. Mai 2023). *Fließgewässernetz (AWGN)*. Abgerufen am 29. Mai 2024 von <https://rips-metadaten.lubw.de/trefferanzeige?docuuiid=7251515f-6aed-4555-8319-ab6314155ab1>

LUBW; LGL; BKG. (31. Mai 2023). *Stehendes Gewässer (AWGN)*. Abgerufen am 29. Mai 2024 von <https://rips-metadaten.lubw.de/trefferanzeige?docuuiid=7ef11b78-cd06-4cb8-8c26-9f45d410d09c>

- RP Freiburg; LGRB. (2021). LGRB-Kartenviewer – Layer GEOTH: Untergrundtemp. 2500 m u. Gelände. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 24. Mai 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- 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
- Semmling, E., Peters, A., Marth, H., Kahlenborn, W., & de Haan, P. (Juni 2016). *Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden?* (Umweltbundesamt, Herausgeber) Abgerufen am 21. Juni 2024 von www.umweltbundesamt.de/publikationen/rebound-effekte-wie-koennen-sie-effektiv-begrenzt
- Statistisches Bundesamt. (28. Juli 2023). *Wohnungsbestand nach Anzahl und Quadratmeter Wohnfläche*. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/wohnungsbestand-deutschland.html>
- 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). Abgerufen am 19. November 2024 von <https://www.terranets-bw.de/unsere-netze/wasserstoff>
- UM BW. (2024). *Energiekonzept für Baden-Württemberg*. Stuttgart. Abgerufen am 01. Oktober 2024 von <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/alle-meldungen/meldung/pid/energiekonzept-fuer-baden-wuerttemberg-1>
- 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>