

Kommunale Wärmeplanung

„Energieplan“



Gemeinde Karlsbad

Inhaltsverzeichnis

Ziele, Inhalte und Vorgehen	3
Gesetzlicher Rahmen	4
Bestandsanalyse	5
Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp	5
Gebäudealtersverteilung	6
Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen	8
Großverbraucher	10
Leitungsgebundene Infrastruktur	10
Energie- und Treibhausgasbilanz	11
Potenzialanalyse	17
Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs	17
Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung	18
(Über-)regionale Potenziale zur Wärmeversorgung	25
Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung	26
(Über-)regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung	28
Kraft-Wärme-Kopplung	28
Potenzialübersicht erneuerbare Energien	29
Projektbeteiligte	30
Bild- und Literaturquellen	31

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 54 % den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf in Karlsbad aufweist. Anschließend ist der Verkehrssektor¹ mit 26 % zu nennen, gefolgt vom Stromsektor mit 20 %. 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.

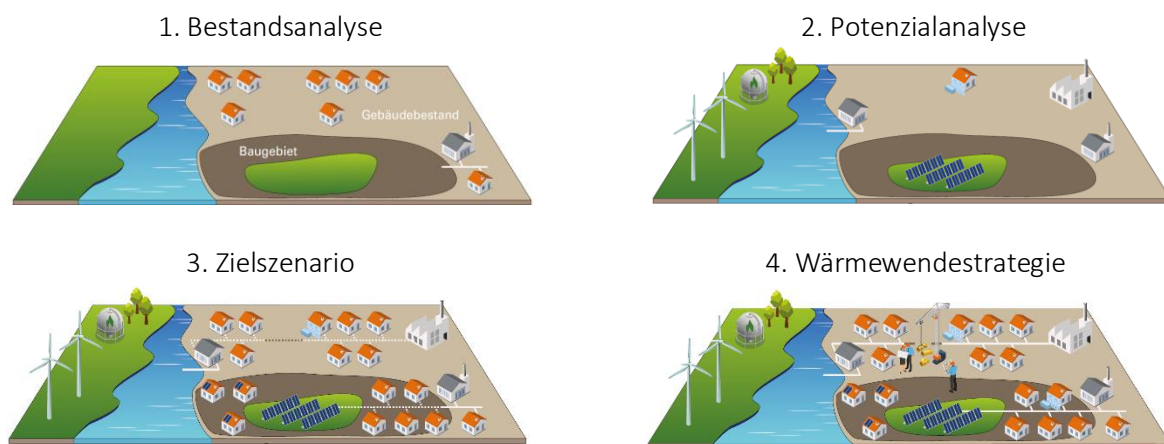


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung nach (KEA-BW & UM, 2021)

Die kommunale Wärmeplanung stellt keinen finalen Masterplan für die Wärmeversorgung einer Kommune dar. Sie betrachtet lediglich die Gebietsebene und nicht einzelne Gebäude, weshalb auch keine verbindliche Festlegung von Heizungssystemen für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer getroffen 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 2023 in enger Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung, des Gemeinderats, der Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe (UEA) sowie weiteren Akteuren.

¹ Der Autobahnabschnitt wurde an dieser Stelle nicht mit einbezogen.

Gesetzlicher Rahmen

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

In Bezug auf die Erhebung der erforderlichen Daten sieht §33 Abs. 6 KlimaG BW folgende 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 zudem zähler- oder gebäudescharfe Wärmeverbrauchsdaten erhoben.

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

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung löst nicht den Fall nach § 71 Abs. 8 GEG 2024 („Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes“) aus, da lediglich Eignungsgebiete ermittelt wurden, jedoch keine konkrete Entscheidung über den Bau von Wärmenetzen getroffen wurde. Gemäß §26 WPG ist eine zusätzliche Entscheidung der Gemeinde 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 Gemeinde 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.

Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgt eine umfassende Ermittlung des Gebäudebestandes, der Energieinfrastruktur sowie des Wärmebedarfs im gesamten Gemeindegebiet. Als Basisjahr für die Analysen dient aufgrund der Datenverfügbarkeit das Jahr 2022.

Die Gemeinde Karlsbad mit rund 16.000 Einwohnern und einer Fläche von 38 km² liegt im Südlichen Landkreis Karlsruhe. Das Gemeindegebiet umfasst die Ortsteile Auerbach, Ittersbach, Langensteinbach, Mutschelbach und Spielberg.

Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp

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

In der Gemeinde Karlsbad sind rund 5.000 Gebäude vorhanden, wovon 4.500 beheizt werden. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, stellen bei den beheizten Gebäuden die Wohngebäude mit einem Anteil von 87 % die dominierende Kategorie dar.

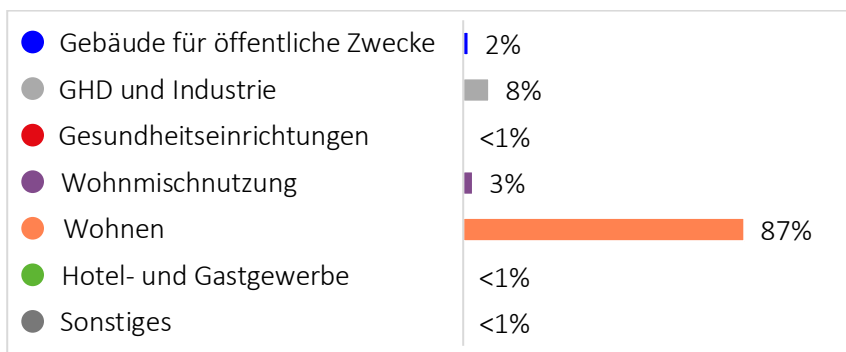


Abbildung 2: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 3 und 4. Für Karlsbad zeigt sich, dass weite Teile des Gemeindegebiets von Mehrfamilienhäusern (41 %) geprägt sind. Auch Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Doppelhaushälften sind sehr relevant. Die übrigen Typen weisen einen Anteil von weniger als einem Prozent auf und spielen somit eine untergeordnete Rolle.

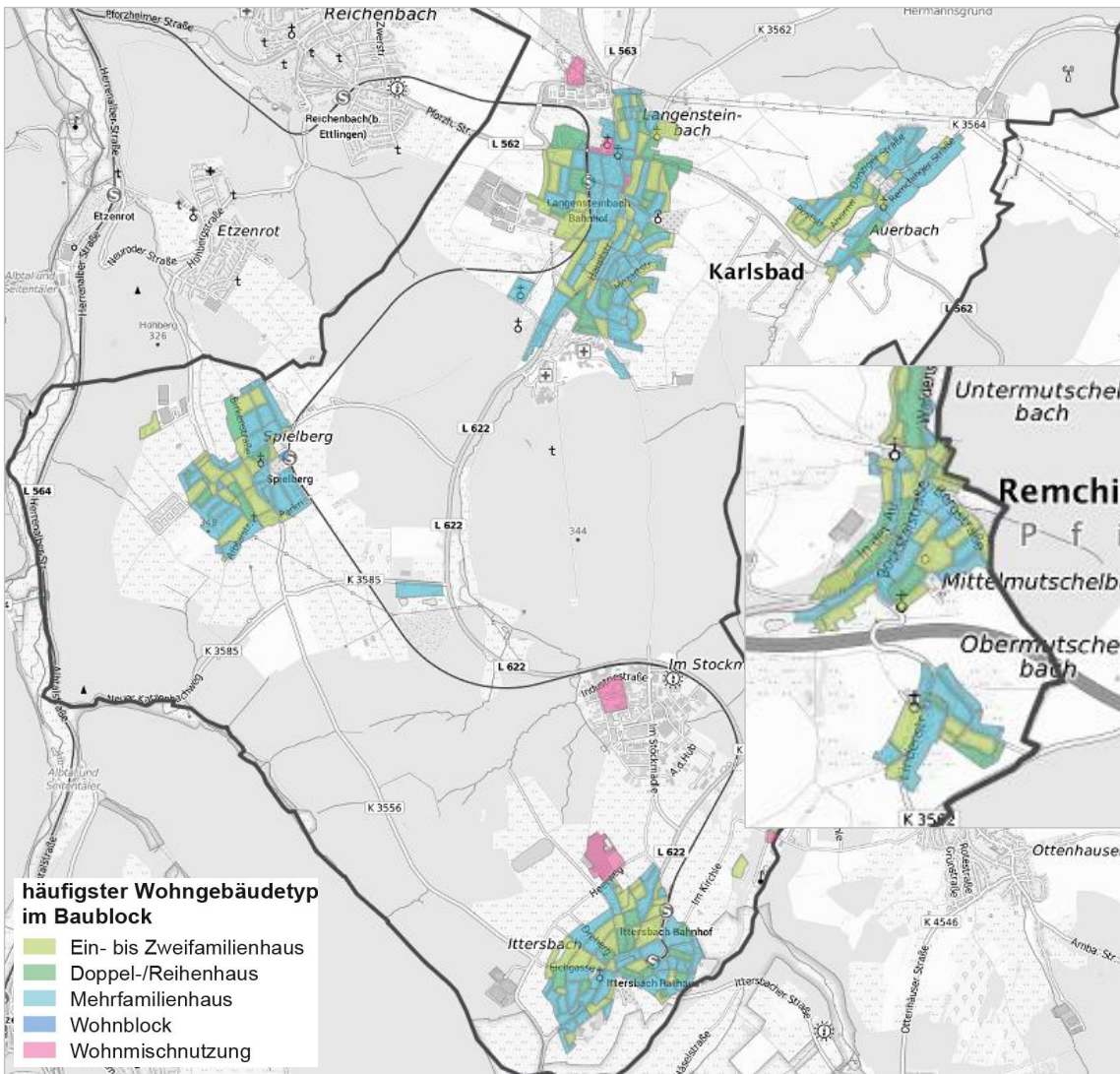


Abbildung 3: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

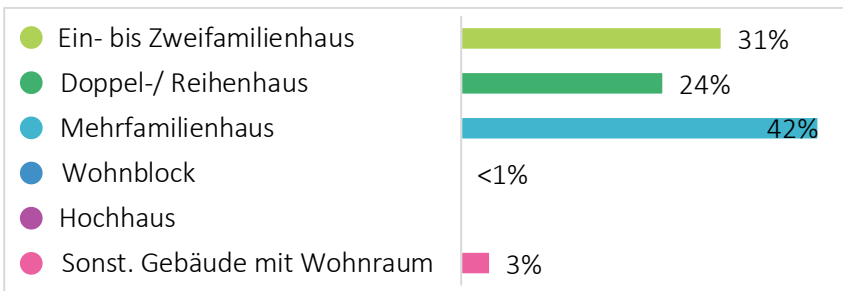


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

Gebäudealtersverteilung

Die Gebäudealtersverteilung basiert auf den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Karlsbad (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 Karlsbad. In Abbildung 5 ist die Gebäudealtersverteilung auf Baublockebene dargestellt. Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Gebäude vor der 1. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1979 errichtet wurde bzw. nur ein Bruchteil der Gebäude (mit Schwerpunkt in den Ortsrandlagen) aus den Jahren nach 2002 stammt, seit entsprechend höhere Anforderungen an die Gebäudehülle galten. Allerdings ist zu beobachten, dass einige der bestehenden Gebäude zwischenzeitlich teil- oder generalsaniert wurden und daher eine bessere Energieeffizienz aufweisen, als ihr Baujahr vermuten lässt. Wie die vergangenen Jahre jedoch

gezeigt haben, liegt die Sanierungsrate² mit weniger als 1 % deutlich unter den Erwartungen des Bundes zur Erreichung der Energieeffizienzziele (BBB, 2023). Innerhalb der Kommune sind ca. 100 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen.

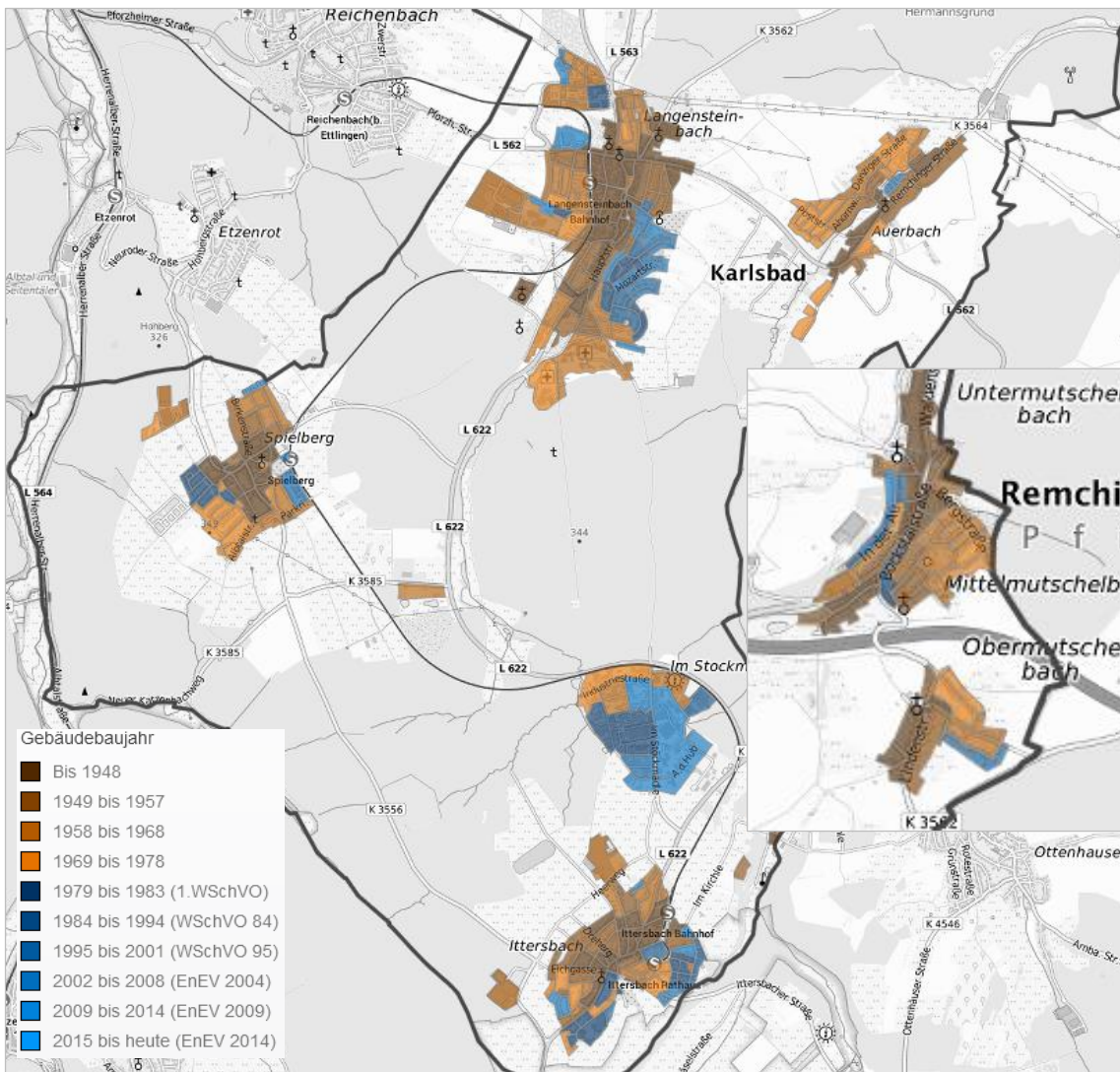


Abbildung 5: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

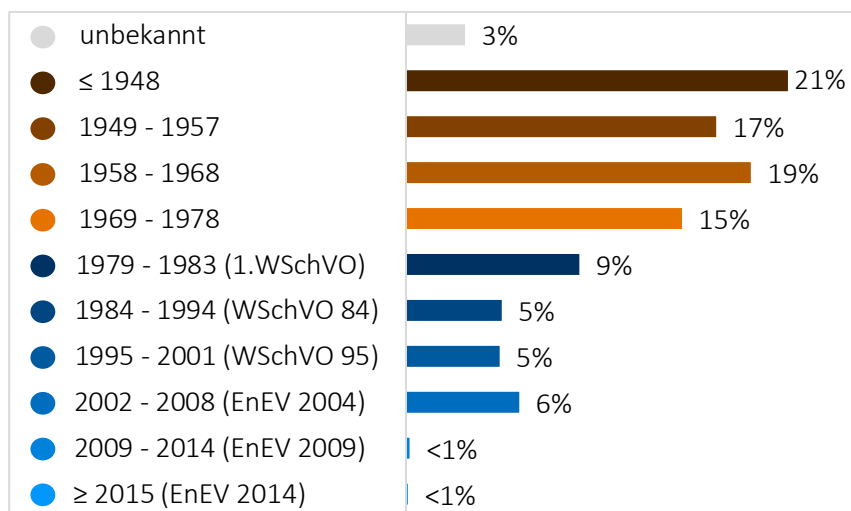


Abbildung 6: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

² 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.

Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen

In Abbildung 9 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 Kehrbüchern der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger. (GVP Gasversorgung Pforzheim Land GmbH, 2022; bBSF, 2022)

In Summe umfassen die Kehrbuchdaten 7.177 Feuerstätten an 4.279 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 wärmestromversorgten Gebäuden (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) ergibt sich hieraus eine umfassende Darstellung der eingesetzten Energieträger in der Gemeinde Karlsbad.

Die Darstellungen in Abbildung 7 und 8 zeigen, dass Erdgas im Bereich der Wohngebäude und des Gewerbes eine hohe Bedeutung hat. Der Großteil der Gebäude wird hauptsächlich mit Öl (41 %) und Erdgas (25 %) 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.

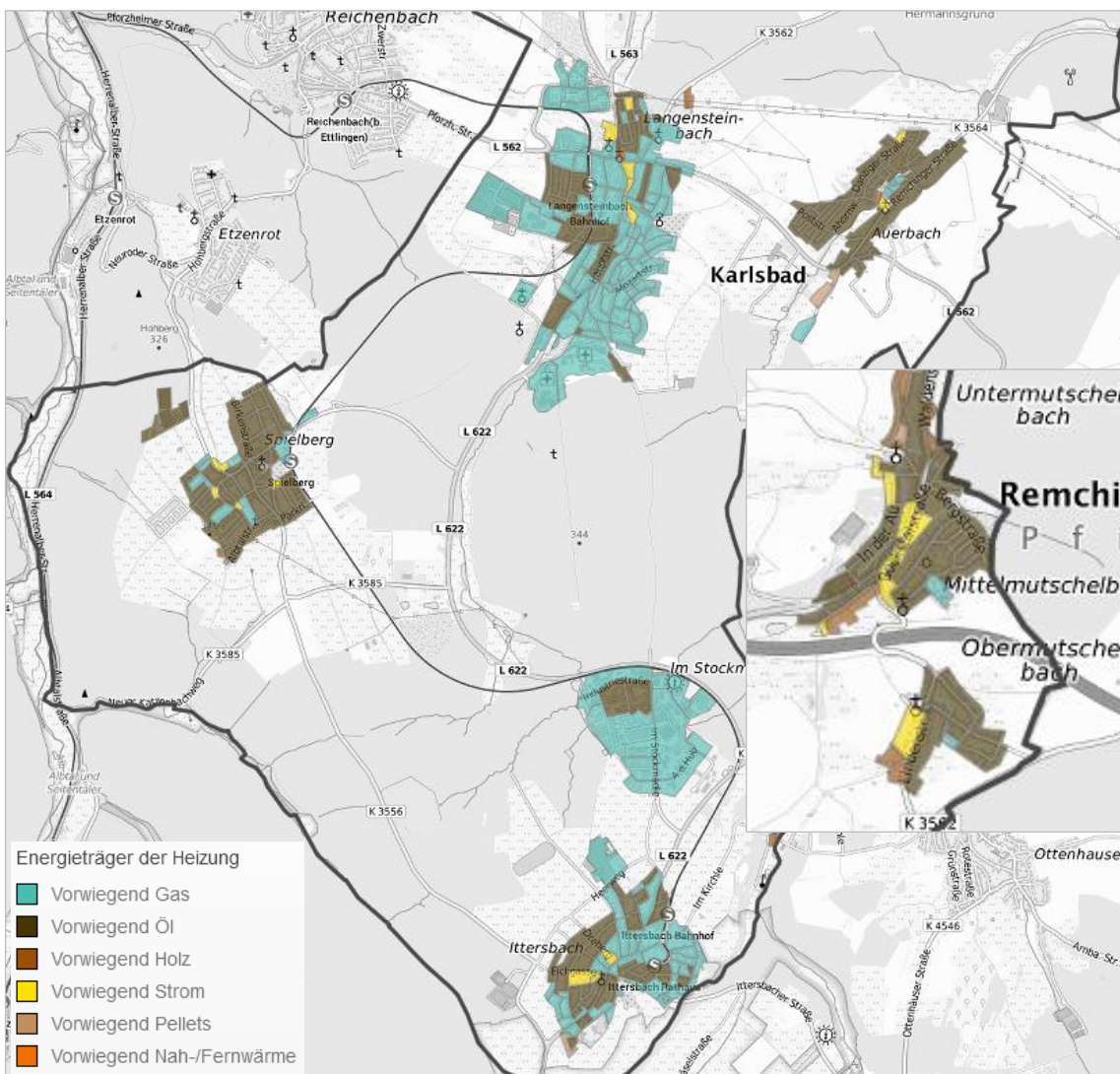


Abbildung 7: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene

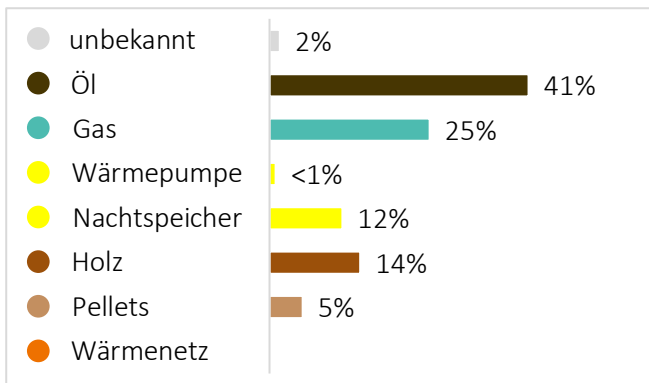


Abbildung 8: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde zudem die Altersverteilung der Feuerstätten untersucht. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten ergibt sich für die bekannten Einbaujahre ein mittleres Alter der Hauptheizungsanlagen von ca. 18 Jahren. Dabei sind 44 % 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 bereits rund 23 Jahre in Betrieb. Die Abbildungen 9 und 10 veranschaulichen die räumliche Verteilung der Feuerstätten-Altersklassen über das Gemeindegebiet sowie die bilanzielle Auswertung.

Des Weiteren ist den Datengrundlagen zu entnehmen, dass ca. 16 % der aktuell eingebauten Hauptheizungsanlagen Einzelraumheizung sind. Diese benötigen bei einer Umstellung des Energieträgers einen erhöhten Aufwand. Im Schwerpunkt liegen die Einzelraumheizungen in den Ortsteilen Spielberg und Mutschelbach.

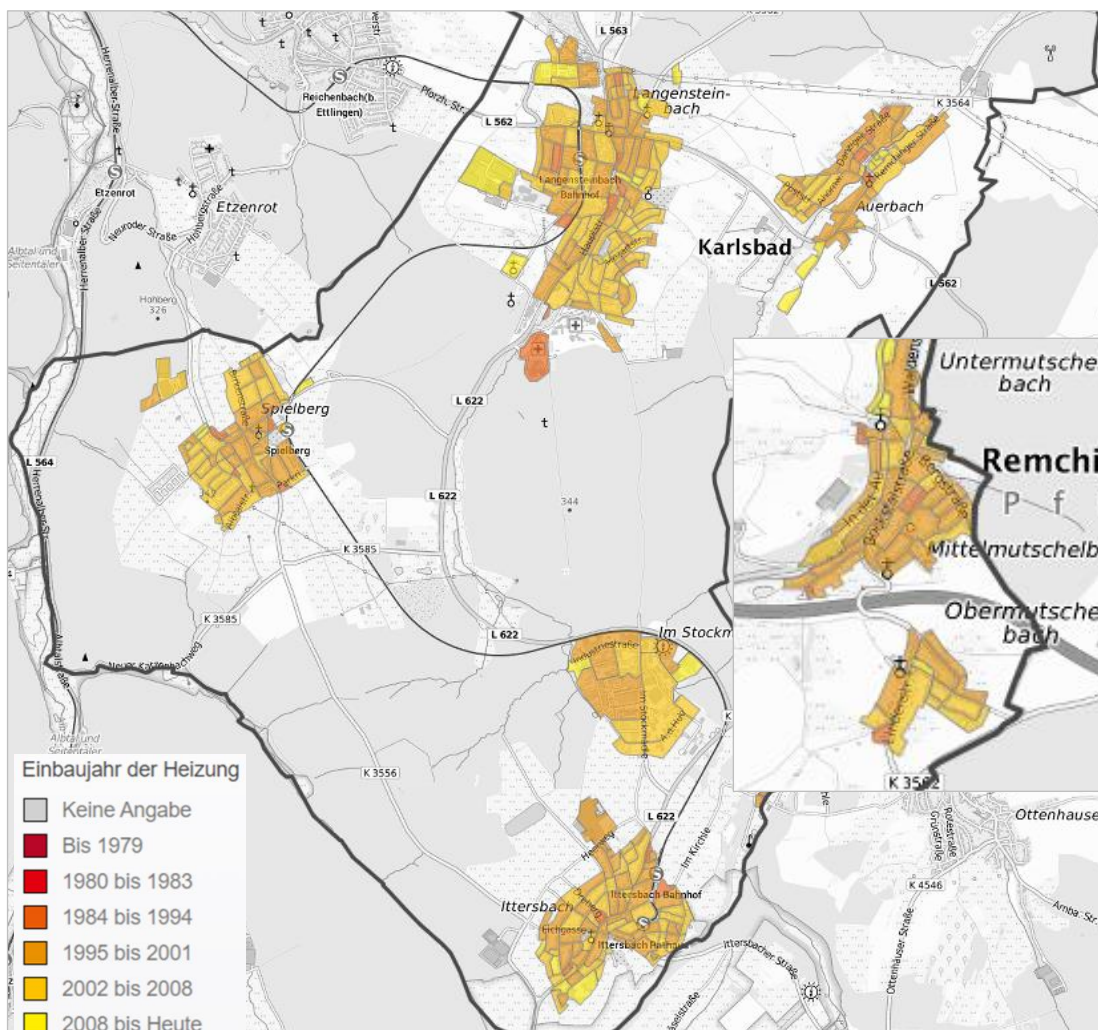


Abbildung 9: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

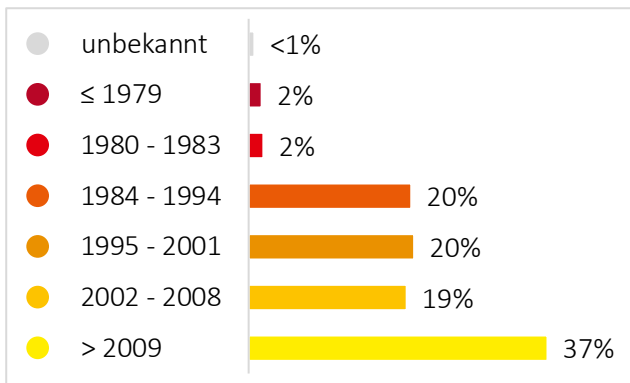


Abbildung 10: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen

Großverbraucher

In Karlsbad gibt es 38 identifizierte Großverbraucher³ mit einem Verbrauch von mehr als 100 MWh/a. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Großverbraucher nicht möglich.

Leitungsgebundene Infrastruktur

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

Gasnetz

Das Erdgasnetz in Ittersbach wurde im Schwerpunkt zwischen 1992 und 2002 errichtet, in Langensteinbach zwischen 1987 und 1997 sowie in Spielberg zwischen 2005 und 2015. Die Versorgung dieser Ortsteile erfolgt gegenwärtig über das weitverzweigte Gasnetz. Die weiteren Ortsteile sind nicht mit einem Erdgasnetz erschlossen. Derzeit sind rund 1.000 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung von Karlsbad nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis 2025 laufenden Konzession ist die Gasversorgung Pforzheim Land GmbH für den Betrieb des Erdgasnetz von Karlsbad zuständig. Transformationspläne, welche durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüft wurden, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor.

Wärmenetze

In der Gemeinde Karlsbad existieren zwei bekannte Gebäudenetze⁴. Im Bereich des Schulzentrums Langensteinbach befindet sich ein Wärmenetz, das die öffentliche Liegenschaften mit Wärme versorgt. Auch im Bereich der Schule Ittersbach ist ein kleines Gebäudenetz zur Versorgung von Schule, Kindergarten und Sporthalle vorhanden.

Stromnetz

Das Stromnetz in Karlsbad versorgt heute das gesamte Gemeindegebiet. Im Rahmen der bis 2030 laufenden Konzession ist die Netz BW für den Betrieb des Stromnetzes der Gemeinde Karlsbad zuständig. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lagen keine Ausbauplanungen und Schwachstellenanalysen für das betreffende Netz vor.

³ Die Zuordnung als Großverbraucher wurde in Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung definiert.

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

Abwassernetz

Das Abwassernetz der Gemeinde Karlsbad sorgt dafür, dass gegenwärtig die gesamte Gemeinde über dieses entwässert wird. Die folgende Abbildung veranschaulicht das nach Nennweiten differenzierte Kanalnetz. Das Abwasser der Gemeinde Karlsbad wird sowohl über die Kläranlage des Abwasserverbands Albtal in Waldbronn, die Kläranlage in Kleinsteinbach (Pfinztal) sowie die Kläranlage in Ittersbach geklärt. Da sich die beiden ersten Anlagen nicht auf der Gemarkung von Karlsbad befinden, werden sie, anders als die in Ittersbach, in dieser territorialen Betrachtung nicht mit einbezogen.



Abbildung 11: Räumliche Verortung des Abwassernetzes (Gemeinde Karlsbad, 2023)

Energie- und Treibhausgasbilanz

Für eine fundierte Bewertung der Ist-Situation sowie zur Entwicklung von Klimaschutzziele ist die Ermittlung von Informationen über die aktuelle Wärmeversorgung und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen zwingend erforderlich. Die Bilanzierung einer endenergiebasierten Territorialbilanz⁵ erfolgt mit Hilfe des Bilanzierungstools BICO2 BW, welches auf dem BSKO-Standard basiert. 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.

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

Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

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

Bei Gebäuden, die über leitungsgebundene Energieträger (Erdgas, Strom und Wärme) versorgt werden, liegen die konkreten Verbrauchswerte seitens der Energienetzbetreiber vor und werden in die Berechnung mit einbezogen (GVP Gasversorgung Pforzheim Land GmbH, 2022; Netze BW GmbH, 2022). 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. Von den angeschriebenen Unternehmen antworteten vier.

Der Wärmeverbrauch der Gemeinde Karlsbad belief sich im Jahr 2022 auf rund 145.000 MWh (witterungsbereinigt⁶ auf 202.000 MWh), vgl. Abbildung 12. Der Anteil der mittels fossiler Energieträger erzeugten Wärme beträgt rund 73 %. Dabei deckt Erdgas mit etwa 39 % den größten Teil des Bedarfs. Der Anteil der mittels Heizöl erzeugten Wärme beträgt 29 %. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Erzeugung effizienter Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) tragen zu einem Anteil von rund 27 % zur Wärmeerzeugung bei. Mit 20 % nimmt die Biomasse den größten Anteil ein. Die restlichen 7 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme. Über Strom werden 5,5 % der Energie zur Wärmeversorgung bereitgestellt. Unter Einbezug des Anteils von Biogas im deutschen Erdgasnetz (0,7 %) und dem erneuerbaren Anteil im deutschen Strommix beläuft sich der relative Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmemix in Karlsbad auf 27 % (BNetzA & BKartA, 2023).

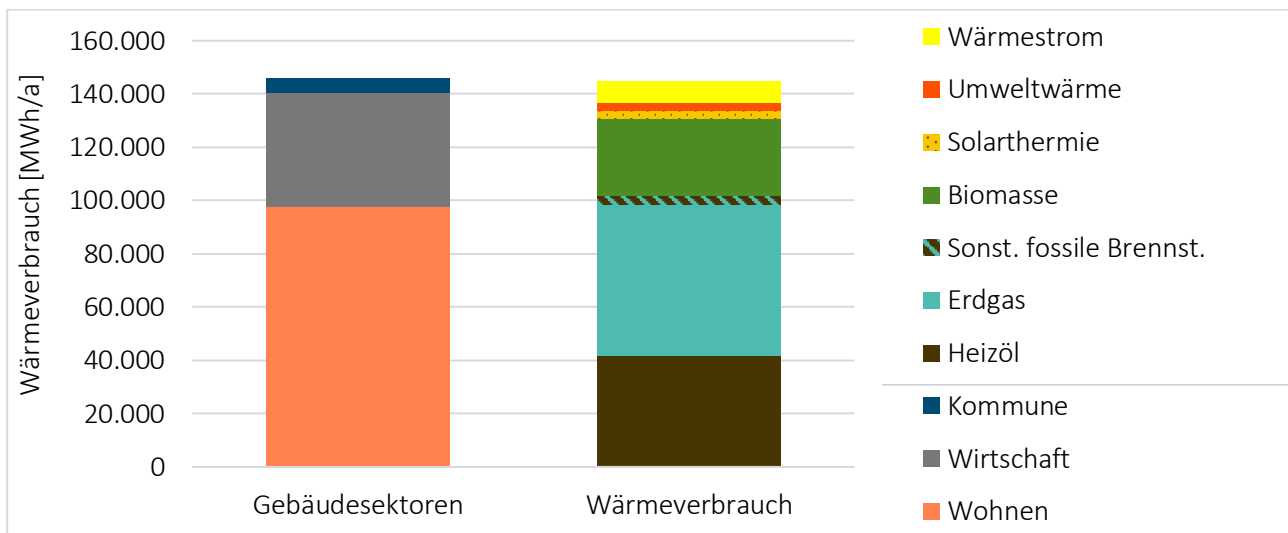


Abbildung 12: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

Bei genauer Betrachtung der Energieträgerverteilung auf die einzelnen Gebäudesektoren entfallen rund 67 % des Wärmeverbrauchs auf die Wohngebäude, 25 % auf die Sektoren GHD & Industrie sowie 4 % auf die kommunalen Liegenschaften. Auffällig ist hierbei, dass Heizöl überwiegend im Wohngebäudebereich eingesetzt wird, während Erdgas in den Sektoren GHD & Industrie sowie in den kommunalen Gebäuden prozentual den

⁶ Witterungsbedingt können Wärmeverbräuche in den Bilanzen von Jahr zu Jahr um bis zu 25 % schwanken. Um diese Effekte zu reduzieren, können die Wärmeverbräuche einer Bilanz witterungsbereinigt werden. So sind auch Fortschreibungen von Bilanzen über einen längeren Zeitraum miteinander vergleichbar. (Gugel, Hertle, Dünnebeil, & Herhoffer, 2020)

größten Anteil hat. Eine geografische Verortung von Gebieten mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf können flächenbezogen der Abbildung 13 und bezogen auf die Wärmedichten⁷ der Abbildung 14 entnommen werden. Die Darstellung dient zur gezielten Identifizierung von Gebieten mit einem hohen Handlungsbedarf.

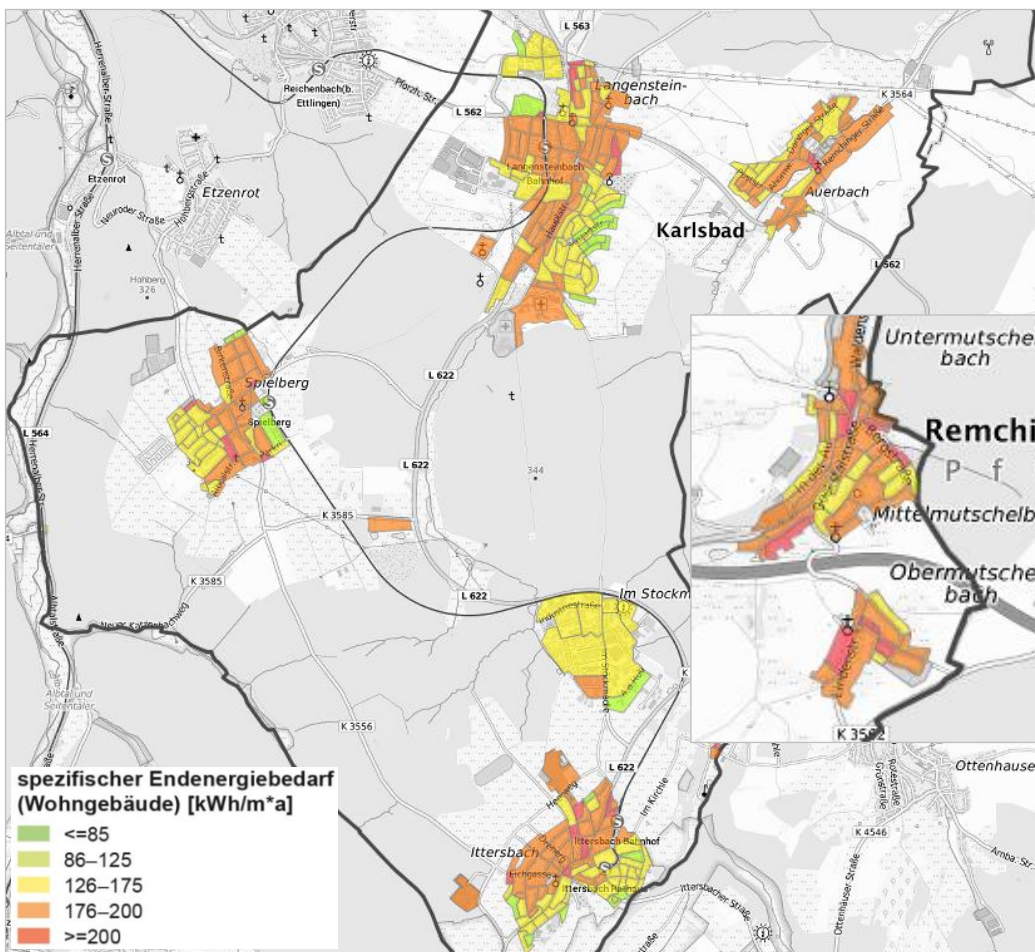


Abbildung 13: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme

⁷ Wärmedichten zeigen den Wärmebedarf als Quotient aus Wärmemenge, die innerhalb eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher abgesetzt wird, und dem laufenden Straßenmeter auf. Diese dienen z. B. als Planungsgrundlage für den Ausbau von Wärmenetzen.

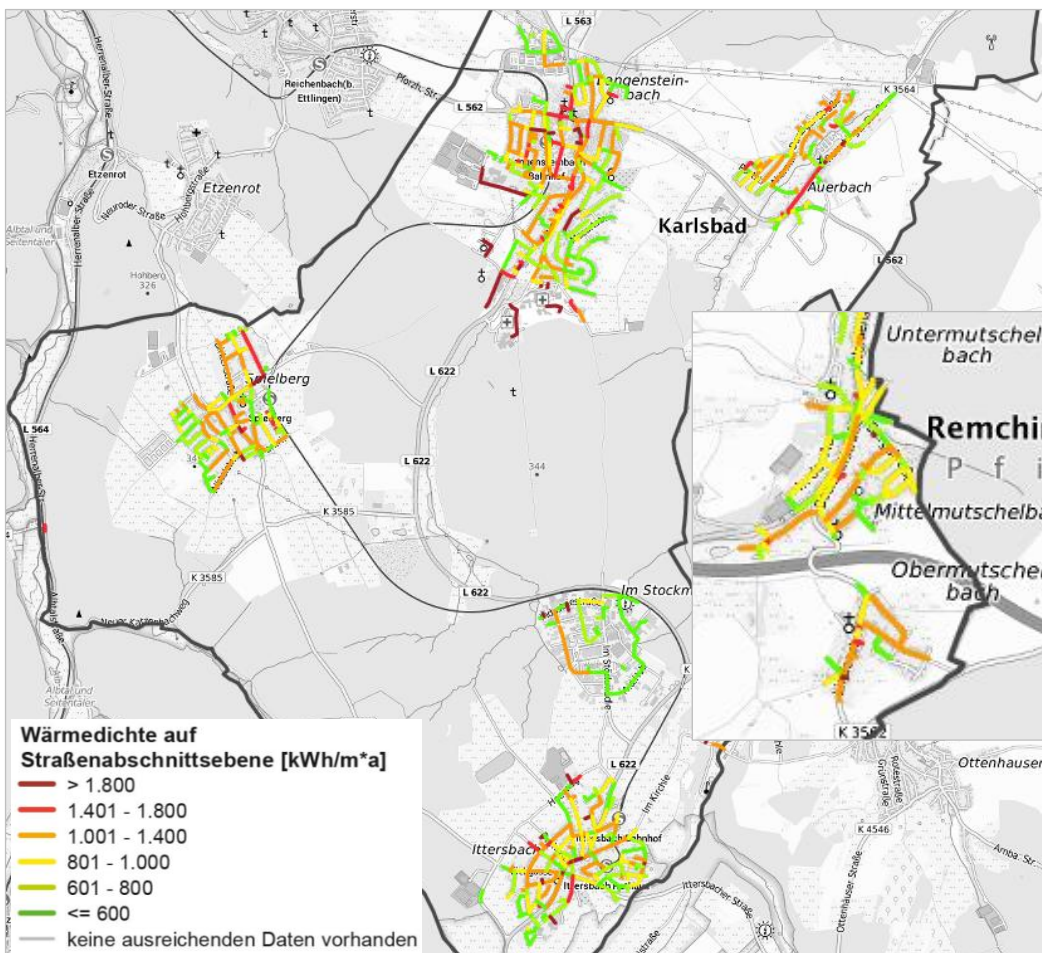


Abbildung 14: Räumliche Verortung der Wärmeliniedichten

Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Karlsbad beträgt im Jahr 2022 ca. 52.000 MWh (witterungsbereinigt 61.000 MWh). Davon entfällt die Hälfte (41 %) auf den Wohngebüdesektor. Die Sektoren GHD & Industrie weisen insgesamt mit 54 % einen leicht höheren Verbrauch auf. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen 2 %. Der relative Anteil des Stroms am Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Karlsbad beträgt 20 %.

Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt heute zur Deckung von ca. 11 % des Strombedarfs der Gemeinde Karlsbad bei und wird nahezu vollständig durch Photovoltaik-Anlagen sowie Deponie-, Klär- und Grubengas erzeugt. Ein marginaler Anteil (<1 %) wird zusätzlich durch Wasserkraft bereitgestellt. Bei den restlichen 89 % handelt es sich um Strom mit der Zusammensetzung des deutschen Strommixes. Da in diesem wiederum auch ein Anteil 52 % (Stand 2022) erneuerbar zur Verfügung steht (AGEE-Stat, 2023), beträgt der relative Stromanteil aus erneuerbaren Energien in Karlsbad 52 %.

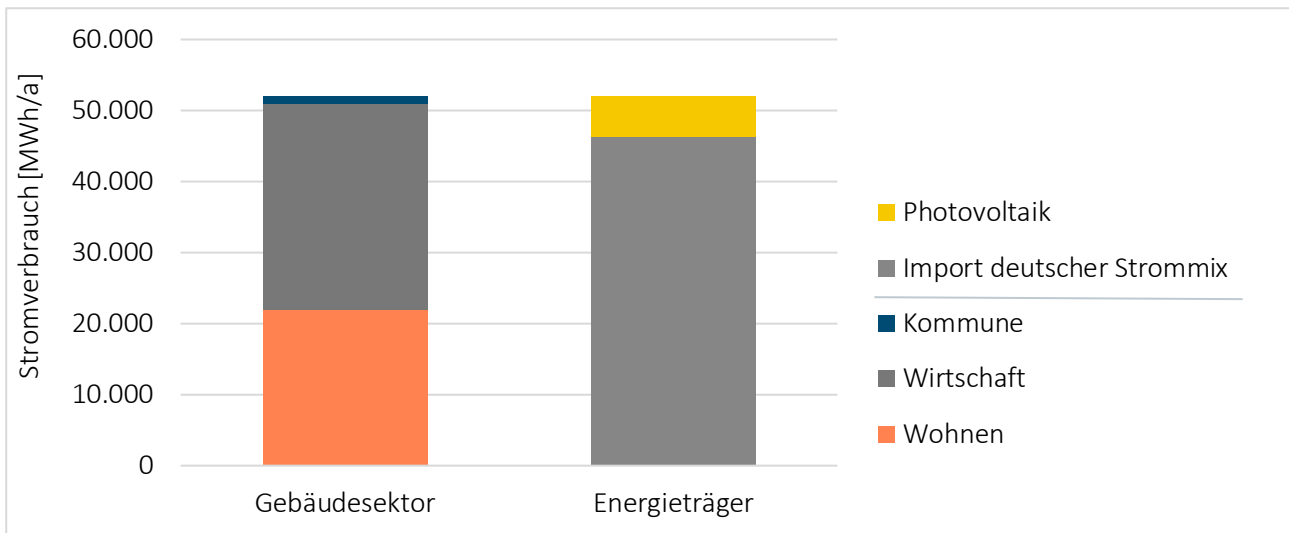


Abbildung 15: Bilanzierung des Endenergiebedarfs Strom auf Basis der Gebäudesektoren und Energieträger

Energieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern

Im Jahr 2022 wurden im Verkehrssektor rund 71.000 MWh Kraftstoff und unter 100 MWh Strom verbraucht, was einem Anteil von ca. 26 % am Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Karlsbad entspricht. Der Kraftstoff stammt dabei zum Großteil aus fossilen Energieträgern. Für alle Berechnungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde der durch die Autobahn verursachte Verkehrsanteil herausgerechnet, da dieser von der Gemeindeverwaltung nicht beeinflusst werden kann. Die Fahrleistung von 82 Mio. km (nur Autobahn) würde die Bilanz zu stark verzerren. Der Vollständigkeit halber sei hier aber darauf hingewiesen, dass sich durch diese Vorgehensweise der Energiebedarf im Verkehrssektor von ca. 173.000 MWh/a auf rund 71.000 MWh/a reduziert.

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 2022 anfallenden Treibhausgasemissionen dar. Das Ziel einer dekarbonisierten Wärmeversorgung impliziert dabei eine Reduktion der Emissionen auf ein Niveau nahe Null.

Insgesamt ergeben sich für Karlsbad Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Höhe von ca. 29.000 t_{CO₂-Äq}/a. Für den Stromsektor ergeben sich Treibhausgasemissionen von ca. 31.000 t_{CO₂-Äq}/a und für den Kraftstoffsektor ungefähr 22.000 t_{CO₂-Äq}/a (54.000 t_{CO₂-Äq}/a mit Autobahn). Die sektorale Verteilung ist in Abbildung 16 dargestellt.

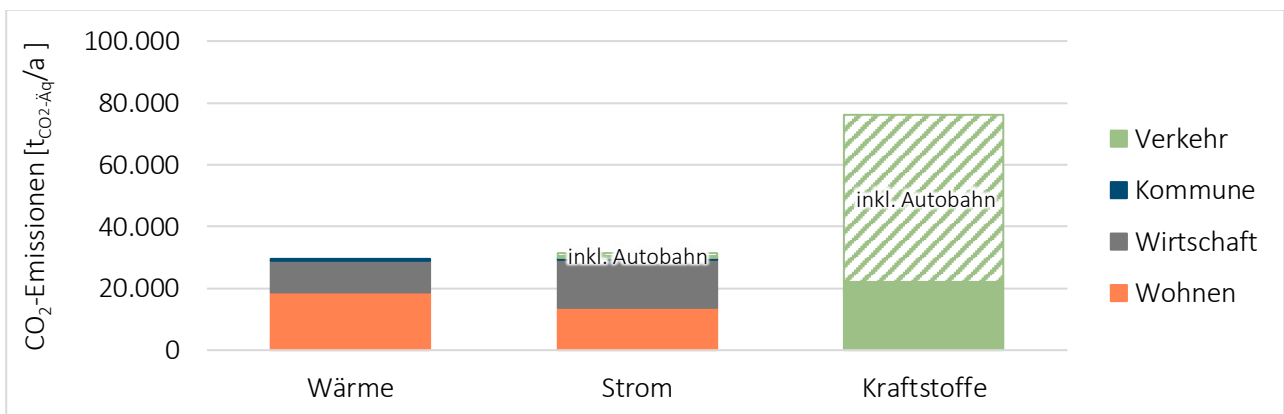


Abbildung 16: Energieträgerspezifische Emissionen in den Verbrauchssektoren Wärme, Strom und Kraftstoffe

Gesamtenergiebilanz

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

Tabelle 1: Übersicht Energie- und Treibhausgasbilanz (Bestand)

	Wärme	Strom	Verkehr
Energieverbrauch	MWh/a		
Aktueller Verbrauch	146.000	53.000	71.000
Aktueller Verbrauch (witterungsbereinigt)	201.000	64.000	71.000
Treibhausgasemissionen	t _{CO2-Äq} /a		
Aktueller Ausstoß	29.000	30.000	22.000
Energieerzeugung	MWh/a		
Bestand erneuerbare Energien (lokal erzeugt)	7.000	6.000	
Bedarfsdeckung	MWh/a		
Überschuss erneuerbare Energieerzeugung	-	-	
Defizit erneuerbare Energieerzeugung	139.000	47.000	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch	7 %	11 %	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch (inkl. deutscher Strommix)	-	52 %	

Potenzialanalyse

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

Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Realisierung und Umsetzung von Effizienz- und Einsparpotenzialen im Rahmen der Energiewende ist in allen Energiesektoren technisch möglich. So kann der spezifische Wärmebedarf im Gebäudebestand durch Effizienzmaßnahmen drastisch gesenkt werden. Gerade im Gebäudebereich weichen die Erfolge jedoch stark von den Zielvorstellungen ab. Die 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 % ($\approx 1,2 \text{ %/a}$) (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2023).

Wohngebäude

Je nach Gebäudealter und Bausubstanz ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten, das eigene Wohngebäude „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für jedes einzelne Bestandsgebäude das Einsparpotenzial (nach Bauteilkatalog) berechnet, vgl. Abbildung 17. Dies gibt einen ersten Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial in Karlsbad ist. Hieraus können sich in vielen Fällen auch wirtschaftliche Anreize ergeben, die in der Regel eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Umsetzung darstellen. Insbesondere die zukünftig steigende CO₂-Besteuerung, das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie die für 2025 geplante Novellierung des Klimaschutz- und Klimaanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) werden erheblichen Einfluss auf Investitionen in Energieeffizienz und -einsparung haben.

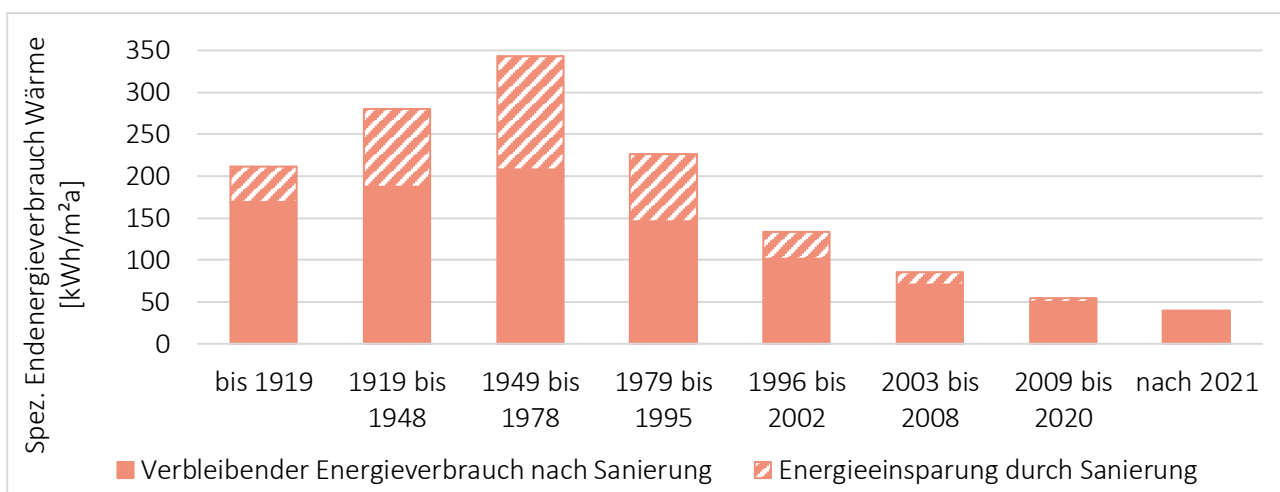


Abbildung 17: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen im Ist-Zustand und nach energetischer Sanierung für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

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 2035 1.250 von 5.000 Wohngebäuden energetisch saniert. Unter diesen Annahmen ergibt sich bis 2040 ein Einsparpotenzial von ca. 35.000 MWh/a (34 % des Gesamtwärmebedarfs). Bei einer Sanierungsrate von 1,3 %/a beträgt das Einsparpotenzial ca. 22.000 MWh/a (21 % des Gesamtwärmebedarfs, 750 von 5.000 Wohngebäuden energetisch saniert) und bei einer Sanierungsrate von 0,8 %/a knapp 14.000 MWh/a (13 % des Gesamtwärmebedarfs, 475 von 5.000 Wohngebäuden energetisch saniert). Basierend auf den Wohngebäudetypologien in Karlsbad könnte durch eine energetische Sanierung aller Bestandswohngebäude eine rechnerische Reduktion von maximal 57 % des aktuellen Wärmebedarfs erreicht werden.

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 Energieeinsparungen durch zukünftige Effizienzsteigerungen und der Anstieg des Prozesswärmebedarfs durch Wirtschaftswachstum die Waage halten. Unter dieser Annahme wird also im Mittel keine Veränderung des Prozesswärmebedarfs erwartet.

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

Abfall

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

Biomasse

Ein weiteres Potenzial zur regenerativen Erzeugung von Strom und Wärme liegt in der Nutzung biogener Reststoffe. Der unter nachhaltigen Gesichtspunkten lokal in den Wäldern auf dem Gebiet der Gemeinde Karlsbad

anfallende energetisch nutzbare Jahreseinschlag an Holz sowie Waldhackgut ermöglicht eine energetische Bereitstellung von ca. 3.975 MWh/a. Grundlage hierfür sind Angaben des Revierförstern der Gemeinde über den Holzeinschlag der letzten Jahre sowie die Größe der Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021). Insgesamt ergibt sich damit eine bilanzielle Überschreitung des lokal genutzten Biomasseanteils. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 20 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden.

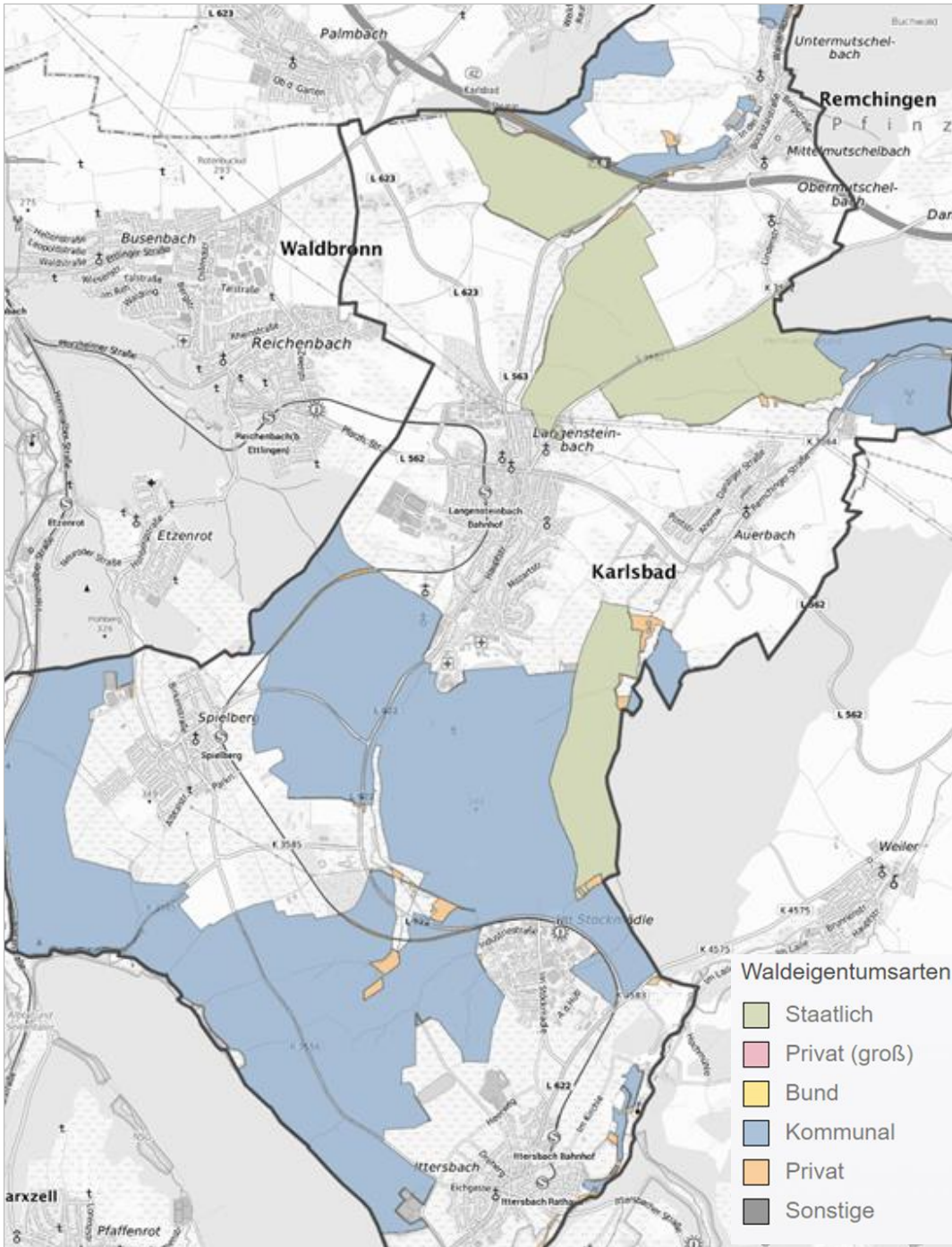


Abbildung 18: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021)

Deponie-, Klär- & Grubengas

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

„Grüne“ Gase

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

Industrielle Abwärme

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

Die im Folgenden dargestellten Potenziale zur Abwärmenutzung basieren auf Unternehmensbefragung bei Industrie- und Gewerbeobjekten im Rahmen der Bestandsaufnahme, vgl. S. 12. Aktuell werden Teilpotenziale zur internen Verwendung wieder in Prozesse oder zur Heizwärme verwendet. Frei verfügbare Potenziale konnten keine ermittelt werden. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Unternehmensinformationen nicht möglich.

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.

Dachflächen

Die derzeitige Nutzung dieses Potenzials beträgt rund 3.000 MWh/a. Für Karlsbad wurde ein Gesamtpotenzial auf den Dachflächen von knapp 11.500 MWh/a identifiziert, vgl. Abbildung 19. Die überwiegende solare Nutzung erfolgt durch Photovoltaik.

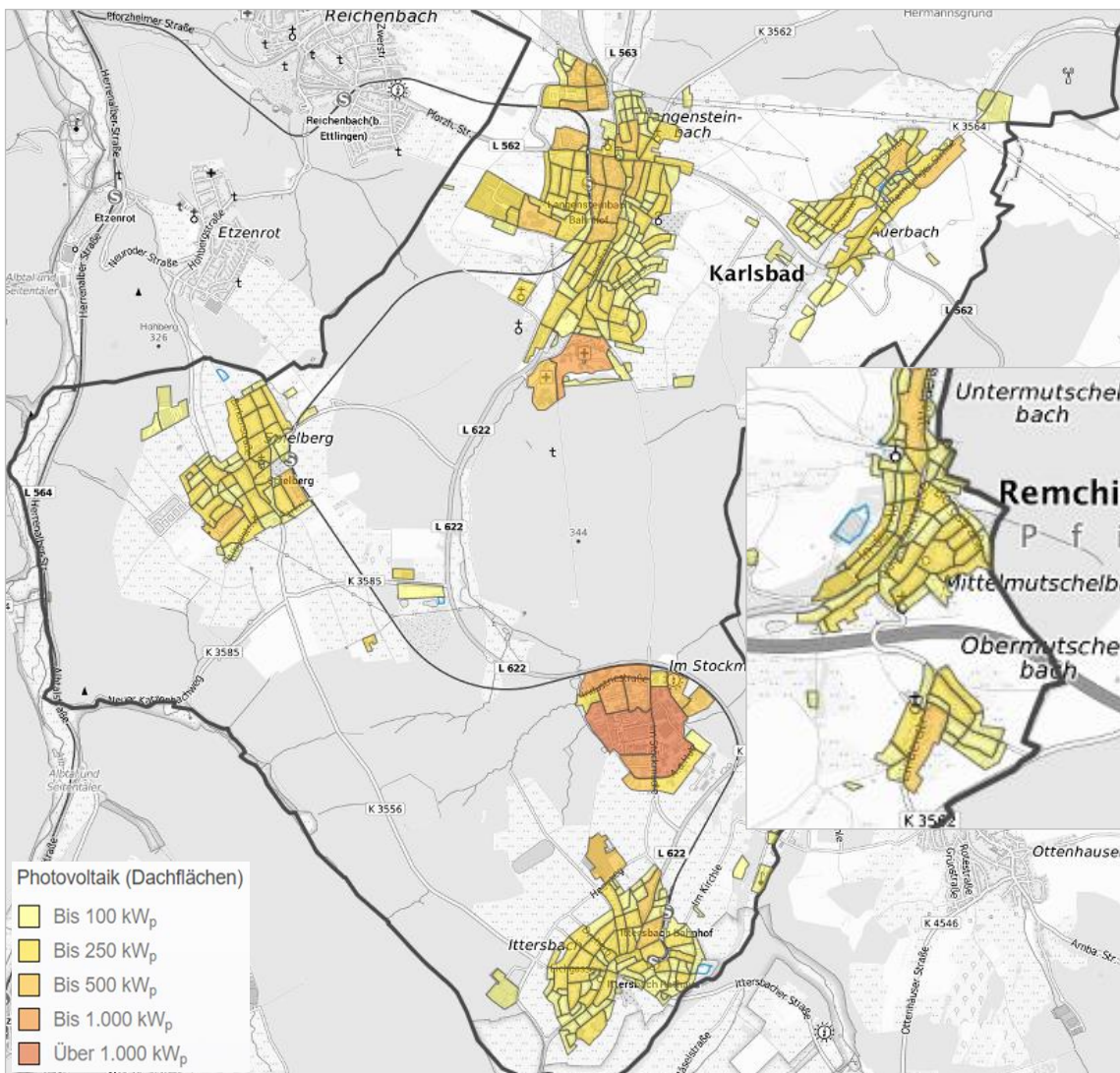


Abbildung 19: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie

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 Karlsbad sind aktuell keine Freiflächen-solarthermianlagen in Betrieb. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden auch keine konkreten Flächen identifiziert.

Zusammenfassend können die Dachflächen aufgrund des ermittelten Potenzials rechnerisch 8 % des aktuellen Wärmebedarfs decken.

Tiefengeothermie

Hinsichtlich der Tiefengeothermie sind auf dem Gebiet der Gemeinde Karlsbad wie auch im übrigen Oberrheingraben grundsätzlich 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.

In Karlsbad findet derzeit keine Nutzung der Tiefengeothermie statt. Aufgrund der aktuell vorliegenden Informationen ist auch zukünftig nicht mit Potenzialen aus Tiefengeothermie zu rechnen.

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 Karlsbad 194 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeerzeugung von rund 3.300 MWh/a im Einsatz (Netze BW GmbH, 2022).

Abwasser

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

Um einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmenutzung im Abwasserkanal zu ermöglichen, wird im Rahmen der Netzbetrachtung üblicherweise ein erforderlicher mittlerer Trockenwetterabfluss von ca. 15 l/s sowie ein Mindestkanaldurchmesser von DN 700 angesetzt. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass zur Nutzung der Abwasserwärme aus dem Kanalnetz nur eine geringe Temperaturabsenkung von maximal 0,5 bis 1 Kelvin möglich ist, um die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht negativ zu beeinflussen. Das Kanalnetz ist differenziert nach Nennweiten in Abbildung 11 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass in Karlsbad grundsätzlich Kanalstränge mit entsprechenden Durchmessern vorhanden sind. Da aber keine Informationen zum mittleren Trockenwetterabfluss vorliegen ist keine abschließende Aussage hinsichtlich der nutzbaren Potenziale möglich.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung der Abwasserwärme besteht grundsätzlich auch im Auslauf der Kläranlage. Da in Im Vergleich zur Nutzung im Kanal sind hier aufgrund der größeren Durchflussmengen und der Möglichkeit einer stärkeren Temperaturabsenkung größere Potenziale erschließbar. Auf Basis vorhandener Messungen im Kläranlagenauslauf der Anlage in Ittersbach ergibt sich ein Potenzial von 4.300 MWh/a.

Oberflächengewässer

Auf dem Gebiet der Gemeinde Karlsbad findet derzeit keine Wärmeerzeugung aus Oberflächengewässern statt. Da in Karlsbad jedoch auch kein Baggersee von relevanter Größe vorhanden ist, wird dies im Folgende nicht weiter betrachtet. Relevante Bäche in Karlsbad sind der Bocksbach (83 l/s) und der Auerbach (unbekannte Durchflussmenge). Damit sind beide Bäche nicht für größere Wärmeentnahme geeignet.

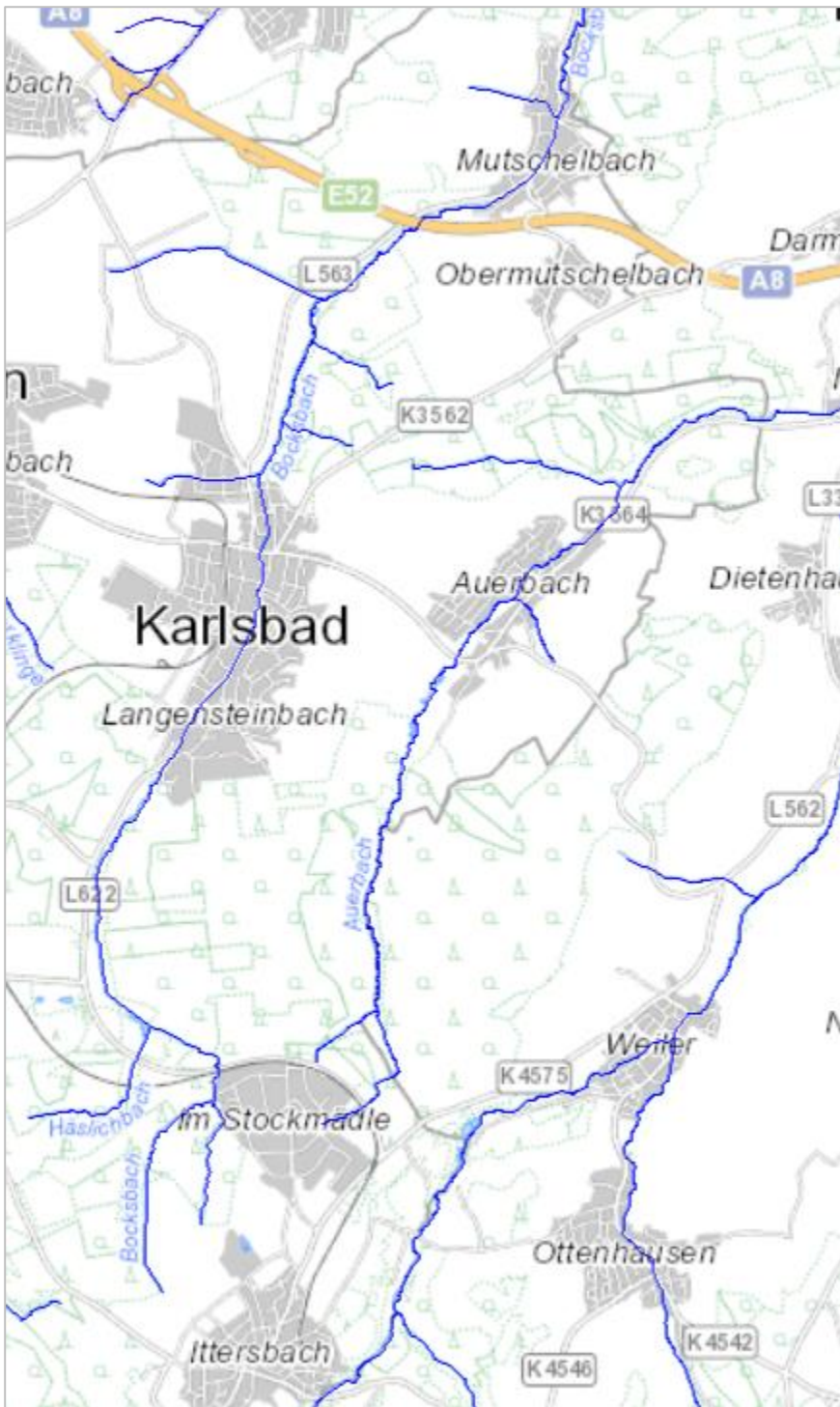
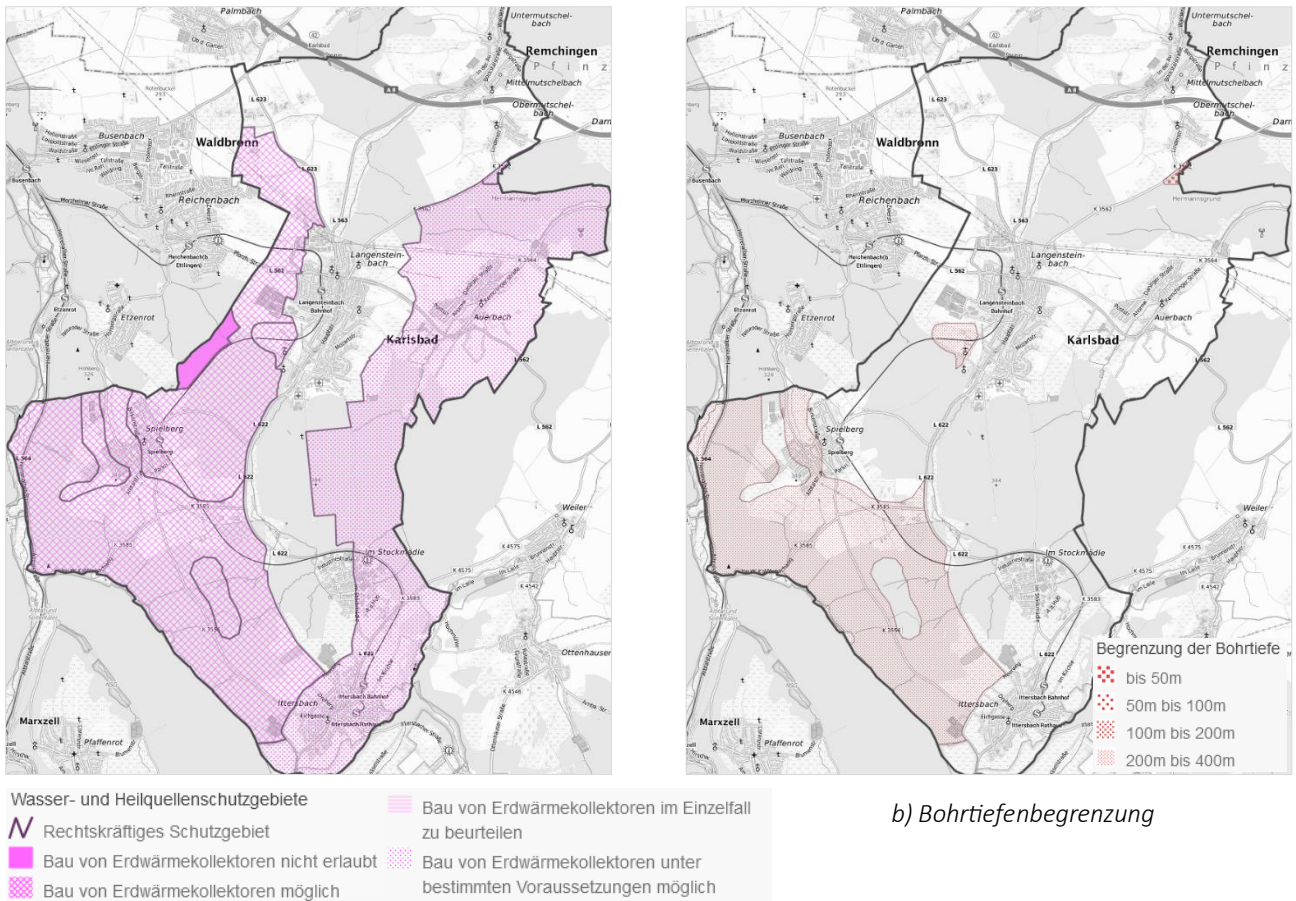


Abbildung 20: Räumliche Verortung von Fließgewässern und stehenden Gewässern (LUBW; LGL; BKG, 2023; LUBW; LGL; BKG, 2023)

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 Gemeinde Karlsbad wurden bisher 106 bekannte Bohrungen für 65 Anlagen zur Nutzung von Grundwasser oder Erdwärmesonden niedergebracht (RP Freiburg; LGRB, 2021).

Ein Ausschluss einzelner Gebiete für die Erdwärmenutzung 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, vgl. Abbildung 21. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)



a) Schutzgebiete

b) Bohrtiefenbegrenzung

Abbildung 21: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmenutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021)

Auf Basis einer landesweiten flurstückscharfen Auswertung der KEA-BW zum Erdwärmesondenpotenzial ergibt sich für die Gemeinde Karlsbad ein theoretisches Gesamtpotenzial im Bereich zwischen 27.000 und 68.000 MWh/a (KEA-BW, 2022).



Abbildung 22: 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 Wärmeerzeugung genutzt werden. Hier können eher rechtliche Rahmenbedingungen und Gebäudespezifika zu Ausschlusskriterien führen.

Abzüglich der 65 Anlagen, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzen, verbleiben 129 aktuell in Betrieb befindliche Wärmepumpen mit einer Nutzung der Außenluft.

Zusammenfassend können mit Umweltwärme über die ausgewiesenen Potenziale des Abwassers, der Oberflächengewässer sowie des Erdreichs rechnerisch 38 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden. Hinzu kommt das nicht bezifferbare Potenzial der Außenluft.

(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 zumutbaren Alternativen zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Weiterhin sollten eine vorhandene und nutzbare Gasinfrastruktur vorhanden sein sowie industrielle Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse bzw. eine Notwendigkeit

von Spitzenlastversorgung bei Großverbrauchern und Heizwerken deren Einsatz begründen. 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 Gemeinde Karlsbad vorhanden sind.
- Wenn Hochtemperatur-Wärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse in der Industrie auf dem Gebiet der Gemeinde Karlsbad vorhanden sind.
- Wenn eine Spitzenlastbereitstellung für Großverbraucher und Heizwerke erforderlich ist.
- Wenn eine Gasnetzinfrastuktur vorhanden ist.

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

Biomasse

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

Deponie-, Klär- und Grubengas

Im Gemeindegebiet von Karlsbad wird aktuell kein Strom aus Deponie- Klär- und Grubengasen erzeugt. Weitere Potenziale sind nicht vorhanden.

Photovoltaik

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

Zum Stand Ende 2022 sind in Karlsbad 743 Anlagen mit einer Netto-Nennleistung von 8.620 kW_p und einer Stromerzeugung in Höhe von 5.700 MWh/a in Betrieb. Diese Anzahl setzt sich aus 695 Dachanlagen (8.511 kW_p) und 40 Balkonanlagen (46 kW_p) zusammen. Acht Anlagen (64 kW_p) sind nicht zuzuordnen.

Dächer

Die potenzielle Gesamtleistung auf den Dächern von Karlsbad beträgt ca. 45.100 kW_p. Die grundsätzliche Eignung der Gebäudedächer ist analog zur Solarthermie der Abbildung 19 zu entnehmen. Mit der Ausschöpfung des Solarpotenzials auf den Dächern auf der Gemarkung von Karlsbad können insgesamt ca. 39.000 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 87 % 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.

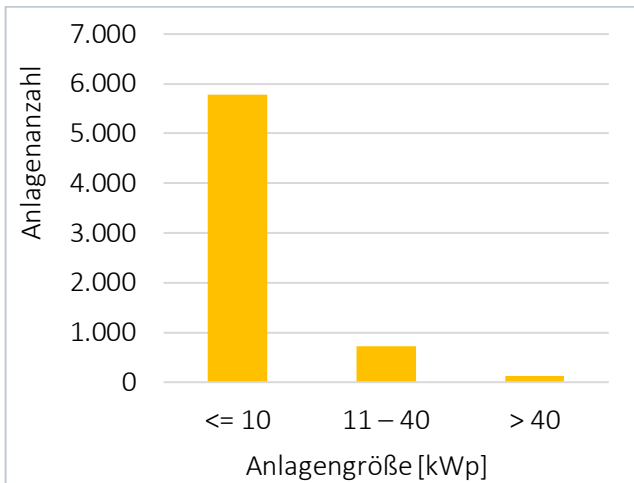


Abbildung 23: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

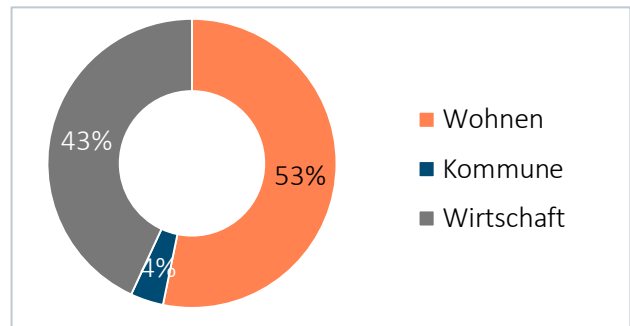


Abbildung 24: Solarpotenzial nach Sektoren

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 ergeben sich für die Gemeinde Karlsbad vier Vorranggebiete für regionalbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen (RVMO, 2024). Im Rahmen der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange zur Teilfortschreibung hat der Gemeinderat am 20.03.2024 (60/1609/2024) beschlossen, eine positive Stellungnahme zu den Gebieten ‚Kreiserddeponie Ittersbach - FSA_87‘ sowie ‚Hamberg - FSA_62‘ abzugeben. Konkret bedeutet dies, dass die Gemeinde mit der Ausweisung von zwei der vier Vorranggebiete in Karlsbad einverstanden ist. Die Flächen ‚Welsche Wiesen - FSA_27‘ und ‚Wingertsberg - FSA_76‘ wurden in derselben Sitzung vom Gemeinderat abgelehnt. Für die vom Regionalverband ausgewiesenen und vom Gemeinderat akzeptierte Flächen würde sich ein rechnerisches PV-Freiflächenpotenzial in Höhe von ca. 15.800 MWh/a ergeben.

Mit der Ausschöpfung des gesamten technischen Solarstrompotenzials (Dächer und Freiflächen) besteht ein Potenzial in Höhe von ca. 54.000 MWh/a. Dieses führt zu einer bilanziell und rechnerisch maximalen Deckung des aktuellen Strombedarfs in Höhe von 100 %.

Tiefengeothermie

In Karlsbad findet derzeit keine Nutzung der Tiefengeothermie statt. Aufgrund der aktuell vorliegenden Informationen ist auch zukünftig nicht mit Potenzialen aus Tiefengeothermie zu rechnen.

Wasserkraft

Im Gemeindegebiet von Karlsbad befinden sich keine Wasserkraftanlage. Da auch keine Potenziale existieren, wird aufgrund fehlender Ausbaumöglichkeiten nicht weiter betrachtet. (LUBW, LGL, & BKG, 2016)

Windenergie

Auf der Gemarkung der Gemeinde Karlsbad 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.

Nach derzeitigem Planungsstand (März 2024) ergibt sich hieraus auf der Gemarkung Karlsbad vier Vorranggebiete für Windenergieanlagen (RVMO, 2024). Der Gemeinderat beschloss wiederum am 05.06.2024 (VÖ/039/2024), die vom Regionalverband im Rahmen der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange vorgeschlagenen Standort für die Ausweisung eines Vorranggebiets für Windenergieanlagen auf der Gemarkung Karlsbad im Bereich ‚Hagbuckel - WE_21‘ zu favorisieren. Die Fläche ‚Köpfleswald - WE_23‘ wurde ebenfalls nicht abgelehnt. Die Flächen ‚Rappenbusch - WE_19‘ und ‚Steinig - WE_20‘ sind aus Karlsbader Sicht nicht geeignet. Für die vom Regionalverband ausgewiesenen und vom Gemeinderat akzeptierte Flächen könnte sich bei optimaler Ausnutzung ein rechnerisches Potenzial von rund 170.000 MWh/a ergeben. Dieses müsste aber weitergehend betrachtet und konkretisiert werden. Dieses führt zu einer bilanziell und rechnerisch maximalen Deckung des aktuellen Strombedarfs in Höhe von 320 %.

(Über-)regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung

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

Kraft-Wärme-Kopplung

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

Im weiteren Transformationsprozess kann die KWK-Technologie als Brückentechnologie im Rahmen regelbarer Erzeugungstechnologien beim Übergang zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielen: Zum einen ermöglicht sie eine relativ gute und schnelle Umsetzung von Erzeugungs- und Verteilereinheiten, 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 identifizieren werden. Demnach wurden in Karlsbad im Jahr 2022 ca. 230 MWh Strom und eine nicht bezifferbare Menge Wärme aus KWK-Anlagen bereitgestellt. Zukünftige Potenziale können derzeit nicht ermittelt werden. (Netze BW GmbH, 2022; BNetzA, 2024; bBSF, 2022)

Potenzialübersicht erneuerbare Energien

Wie die folgende Abbildung zeigt, liegen die größten Potenziale zur erneuerbaren Energieversorgung in Karlsbad bei der Nutzung der Umweltenergie (Wärme) sowie der Photovoltaik (Strom). Hierbei ist zu beachten, dass diese Angaben die Summe aus bereits genutztem (Bestand) und noch zu erschließendem Potenzial und somit das Gesamtpotenzial darstellen. Der Vergleich mit der Verbrauchsbilanz (vgl. Seite 16) zeigt, dass der heutige Energiebedarf im Wärmesektor bilanziell nicht vollständig durch lokale erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Im Stromsektor ist grundsätzlich eine Überdeckung des heutigen Bedarfs bei einem 100%igen 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.

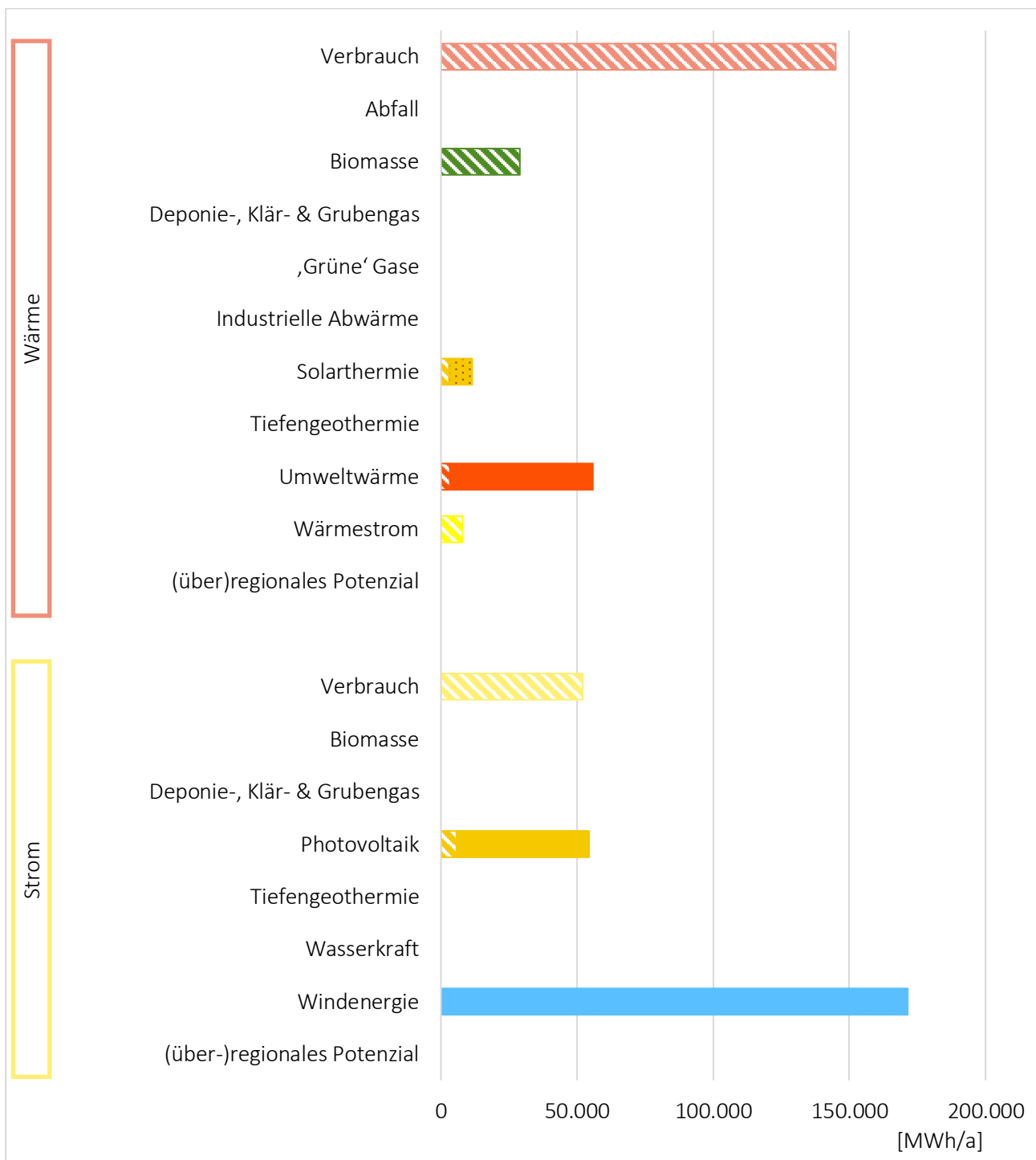


Abbildung 25: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Summe aus Bestand und zusätzlichem Potenzial)

Projektbeteiligte



Gemeinde Karlsbad
Hirtenstraße 14, 76307 Karlsbad
www.karlsbad.de



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

0721 – 936 99600
info@uea-kreiska.de



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

0721 – 945 40 590
info@smartgeomatics.de

Fördermittelgeber



Das Vorhaben „Freiwillige kommunale Wärmeplanung in Karlsbad“ wurde unter dem Förderkennzeichen BWKWP23120 durch Zuwendungen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) im Rahmen der Projektträgerschaft Umweltforschung – Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) gefördert.

Bild- und Literaturquellen

- 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. (2022). *Datenabgabe der bevollmächtigter Bezirksschornsteinfeger nach §33 Abs. 2 KlimaG BW*.
- BMWK. (2022). *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)*. vom 22. November 2021 mit Änderung vom 18. Oktober 2022. Abgerufen am 28. Mai 2024 von <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>
- BNetzA. (2024). *Markstammdatenregister (MaStR)*. Abgerufen am 20. März 2024 von <https://www.markstammdatenregister.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>
- Gemeinde Karlsbad. (2023). *Übersichtsplan Abwassernetz*.
- Gugel, B., Hertle, H., Dünnebeil, F., & Herhoffer, V. (Juni 2020). Weiterentwicklung des kommunalen Bilanzierungsstandards für THG-Emissionen. (UBA, Hrsg.) *Climate Change*(19/2020). Abgerufen am 13. Juni 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-des-kommunalen>
- GVP Gasversorgung Pforzheim Land GmbH. (2022). *Datenübermittlung zur Erstellung kommunaler Wärmepläne nach § 7e KSG BW*.
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gebauer, C., Gugel, B., Heuer, C., Kutzner, F., & Vogt, R. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg. Abgerufen am 13. 06 2024 von <https://www.ifeu.de/publikation/empfehlungen-zur-methodik-der-kommunalen-treibhausgasbilanzierung-fuer-den-energie-und-verkehrssektor-in-deutschland/>
- IWU. (2022). *Gebäudetypologie und Daten zum Gebäudebestand*. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebaeudetypologie/>
- KEA BW. (2022). *Statusbericht kommunaler Klimaschutz in Baden-Württemberg. Zweite Fortschreibung - 2022*. Karlsruhe. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/statusbericht-kommunaler-klimaschutz>

- KEA-BW. (2022). *Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (KEA-BW, Hrsg.) Karlsruhe.
- KEA-BW. (Juni 2023). Technikcatalog zur Kommunalen Wärmeplanung. *Version 1.1*. Abgerufen am 09. Februar 2024 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikcatalog>
- KEA-BW, & UM. (2021). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*. (UM, Hrsg.) Stuttgart.
- LFV; LGL BW. (10. Juni 2021). Waldeigentumsarten.
- LGL. (2024). Open GeoData. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL). Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data/>
- LUBW, LGL, & BKG. (2016). Bestehende Wasserkraftanlagen und deren Ausbaupotenziale. Abgerufen am 29. November 2023
- LUBW; LGL; BKG. (31. Mai 2023). Fließgewässernetz (AWGN). Abgerufen am 29. Mai 2024 von <https://rips-metadaten.lubw.de/trefferanzeige?docuuid=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?docuuid=7ef11b78-cd06-4cb8-8c26-9f45d410d09c>
- Netze BW GmbH. (2022). EEG-Anlagen.
- Netze BW GmbH. (2022). Energieverbrauch nach Gebäuden gem. Klimaschutzgesetz §7e.
- RP Freiburg; LGRB. (2021). LGRB-Kartenviewer – Layer ISONG Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 24. Mai 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- RVMO. (2024). Teilfortschreibung Solarenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 2024. Januar 2024 von <https://rvmo.raumordnung-online.de/verfahren/solarenergie-rvmo/public/detail>
- RVMO. (2024). Teilfortschreibung Windenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 25. Januar 2024
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (13. Juli 2023). Klimabilanz 2022: Treibhausgas-Emissionen um 0,4 % gesunken. Wiederanstieg im Energiesektor durch die erhöhte Stromerzeugung aus Steinkohle, deutliche Rückgänge im Sektor Industrie. Abgerufen am 22. Mai 2024 von <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>
- 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>