

Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Weingarten (Baden)

ENERGIE*plan*



Inhaltsverzeichnis

1	Ziele, Inhalte und Vorgehen	3
2	Gesetzlicher Rahmen	4
3	Bestandsanalyse	5
3.1	Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp	5
3.2	Gebäudealtersverteilung	6
3.3	Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen	8
3.4	Großverbraucher	10
3.5	Leitungsgebundene Infrastruktur	10
3.6	Energie- und Treibhausgasbilanz	11
4	Potenzialanalyse	16
4.1	Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs	16
4.2	Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung	17
4.3	(Über-)Regionale Potenziale zur Wärmeversorgung	25
4.4	Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung	26
4.5	(Über-)Regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung	30
4.6	Kraft-Wärme-Kopplung	30
4.7	Potenzialübersicht erneuerbare Energien	30
5	Projektbeteiligte	32
6	Bild- und Literaturquellen	33

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

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 58 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch in Weingarten (Baden) aufweist. Anschließend ist der Stromsektor mit 24 % zu nennen, gefolgt vom Verkehrssektor¹ mit 18 %. 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.

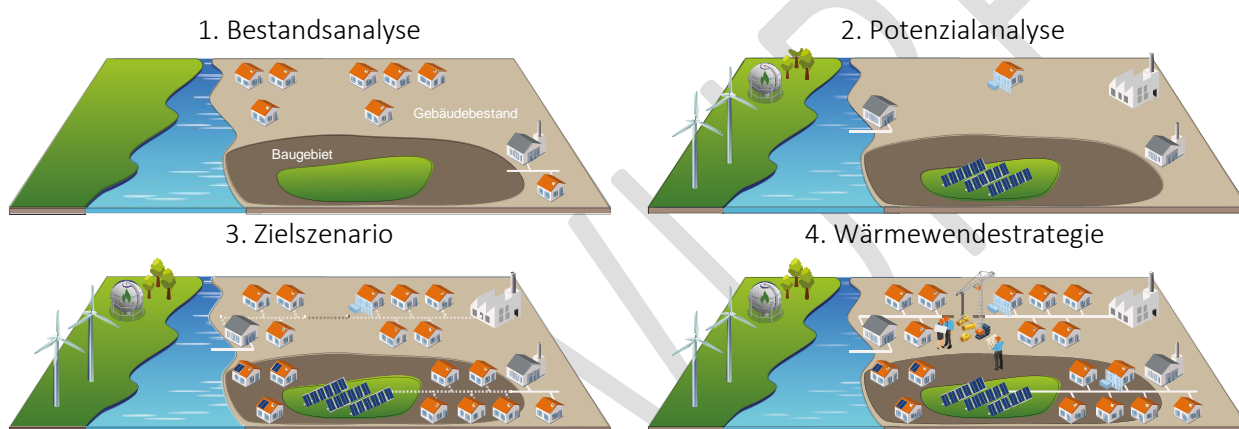


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung (KEA-BW & UM, 2021)

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.

¹ Der Autobahnabschnitt wurde an dieser Stelle nicht mit einbezogen.

2 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 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 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 zusätzlich zähler- oder gebäudescharfe Wärmeverbrauchsdaten erhoben.

Gemäß § 33 Abs. 5 KlimaG BW ist die Gemeinde Weingarten (Baden) 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 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.

3 Bestandsanalyse

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

Die Gemeinde Weingarten (Baden) mit rund 10.500 Einwohnern und einer Fläche von 29 km² liegt im nördlichen Landkreis Karlsruhe angrenzend an die umliegenden Kommunen Karlsruhe, Pfinztal, Walzbachtal, Bruchsal und Stutensee. Die Gemeinde umfasst neben dem Ort Weingarten selbst die beiden landwirtschaftlichen Siedlungen Sallenbusch und Sohl, welche sich in den Hügeln östlich und nordöstlich des Ortes befinden. Südlich von Weingarten befindet sich das Weingartener Moor. Nordwestlich des Ortskerns liegt der Ortsteil Waldbrücke. Im Süden, an der Gemarkungsgrenze, liegt der Weiler Werrabronn.

3.1 Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp

Die Daten der Gebäudekategorien und Wohngebäudetypen basieren auf dem Datensatz des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Weingarten (Baden) (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 Weingarten (Baden) sind rund 7.170 Gebäude vorhanden, wovon ca. 3.420 beheizt werden. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, stellen bei den beheizten Gebäuden die Wohngebäude mit einem Anteil von 82 % die dominierende Kategorie dar. Der zweitgrößte Sektor besteht aus gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, die einen Anteil von 12 % ausmachen. Rund 2 % der Gebäude sind öffentlichen Zwecken vorbehalten. Die übrigen Gebäude verteilen sich auf die übrigen Nutzungskategorien.

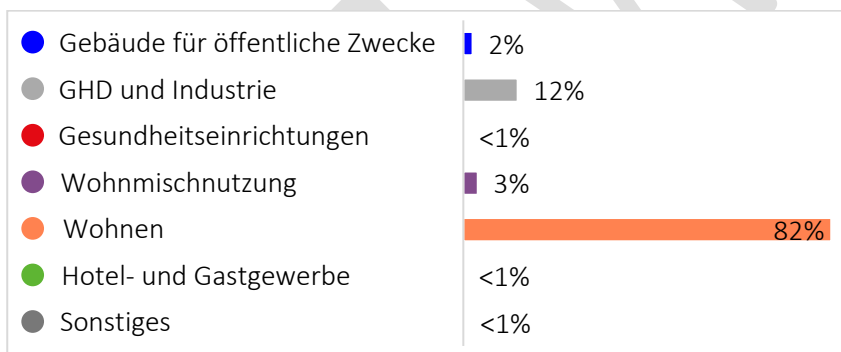


Abbildung 2: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 3 und 4. Für Weingarten (Baden) mit seinen rund 2.830 Wohngebäuden zeigt sich, dass weite Teile des Gemeindegebiets von Doppel- und Reihenhäusern sowie Ein- bis Zweifamilien- und Mehrfamilienhäusern geprägt sind. Die übrigen Typen weisen einen geringen Anteil auf und spielen somit eine untergeordnete Rolle.



Abbildung 3: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

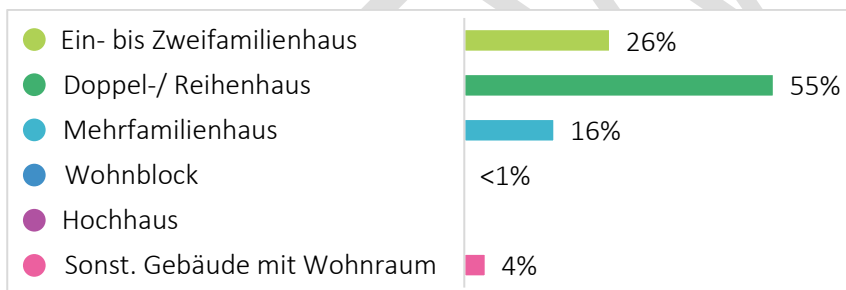


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

3.2 Gebäudealtersverteilung

Die Gebäudealtersverteilung basiert auf den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Weingarten (Baden) (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 Weingarten (Baden). 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 südlichen und westlichen 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 50 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen.



Abbildung 5: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

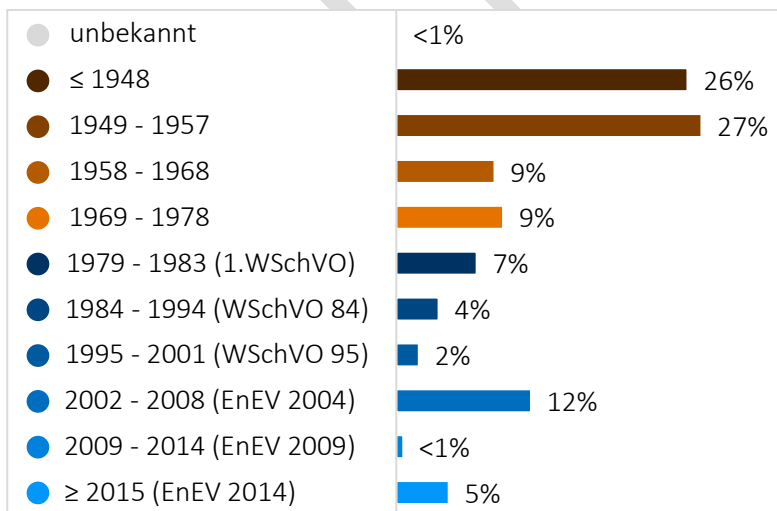


Abbildung 6: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

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.

3.3 Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen

In Abbildung 7 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 Daten aus den Kkehrbüchern der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger. (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 2022; bBSF, 2022)

In Summe umfassen die Kkehrbuchdaten rund 3.500 Feuerstätten an 2.700 Adressen. Auch nach manueller Nachbearbeitung der Daten konnte ein Anteil von 4 % 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 Gemeinde Weingarten (Baden).

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 Erdgas (44 %) und Öl (20 %) 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.

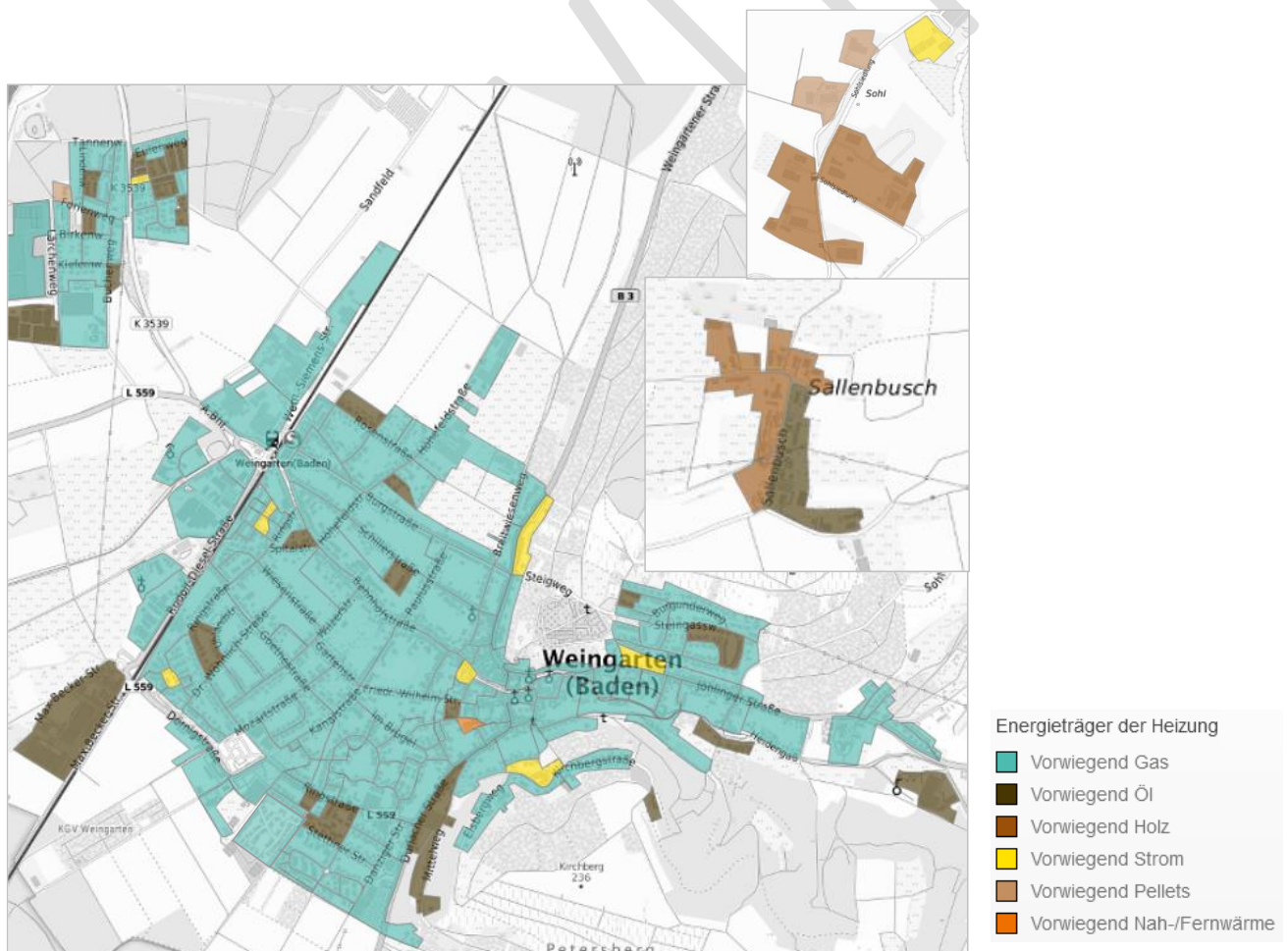


Abbildung 7: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene

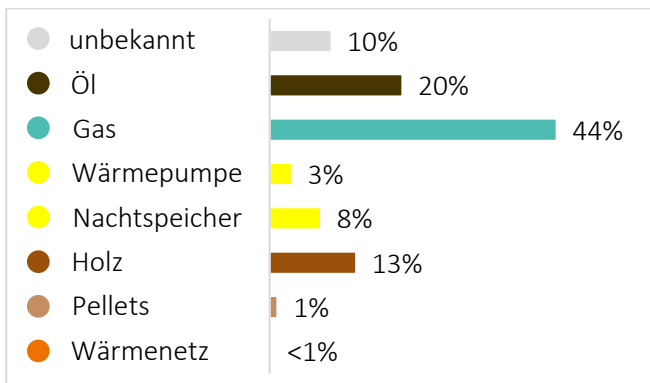


Abbildung 8: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

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 rund 38 % 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 16 Jahre alt sind, sind die Ölheizungen im Durchschnitt bereits rund 25 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. 17 % der aktuell eingebauten Hauptheizungsanlagen Einzelraumheizung sind. Diese bedingen bei einer Umstellung des Energieträgers einen erhöhten Aufwand.

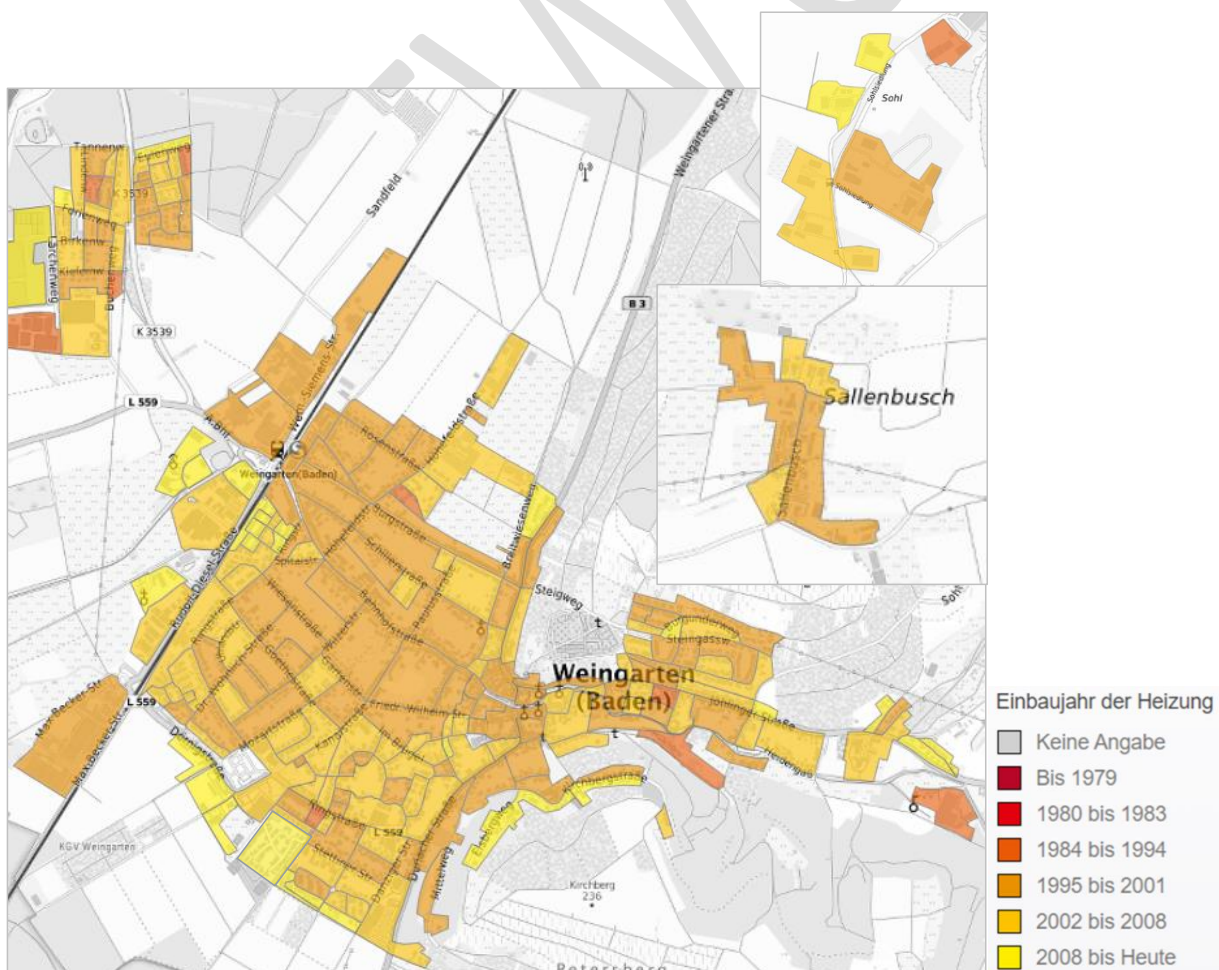


Abbildung 9: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

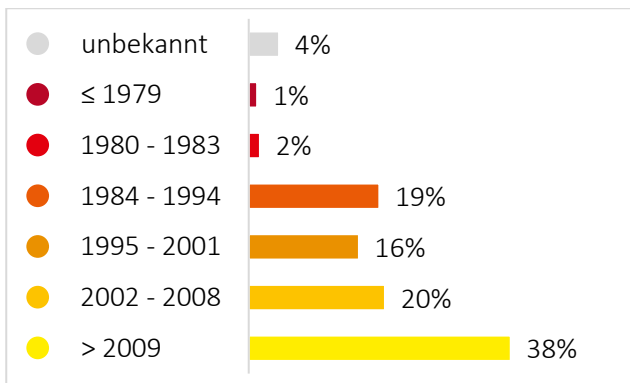


Abbildung 10: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen

3.4 Großverbraucher

In Weingarten (Baden) gibt es 47 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.

3.5 Leitungsgebundene Infrastruktur

Im Folgenden werden alle vorhandenen leitungsgebundenen Infrastrukturen der Gemeinde Weingarten (Baden) dargestellt, welche eine Rolle in der kommunalen Wärmeplanung spielen.

3.5.1 Gasnetz

Das Erdgasnetz in Weingarten (Baden) wurde im Schwerpunkt in den 1990er Jahren errichtet. Die Versorgung des Gemeindegebiets erfolgt gegenwärtig über das weitverzweigte Gasnetz dargestellt. Einzig die beiden landwirtschaftlichen Siedlungen Sallenbusch und Sohl sind nicht an das Gasnetz angeschlossen. Derzeit sind rund 1.610 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung von Weingarten (Baden) nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis 2030 laufenden Konzession ist die Netze-Gesellschaft Südwest mbH für den Betrieb des Erdgasnetz von Weingarten (Baden) zuständig. Transformationspläne, welche durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüft wurden, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor.

3.5.2 Wärmenetze

In der Gemeinde Weingarten (Baden) existiert bereits ein größeres bekanntes Wärmenetz. Die zugehörige Heizzentrale ist in der Turmbergschule untergebracht und versorgt im Schwerpunkt vor allem öffentliche Liegenschaften mit Wärme. Der Anteil erneuerbarer Energien in diesem Wärmenetz betrug im Jahr 2022 ca. 80 %.

3.5.3 Stromnetz

Das Stromnetz in Weingarten (Baden) versorgt heute das gesamte Gemeindegebiet. Im Rahmen der bis 2031 laufenden Konzession ist die Netze BW GmbH für den Betrieb des Stromnetzes der Gemeinde Weingarten (Baden) 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.

3.5.4 Abwassernetz

Das Abwassernetz der Gemeinde Weingarten (Baden) sorgt dafür, dass gegenwärtig die gesamte Gemeinde über dieses entwässert wird. Das Abwasser der Gemeinde Weingarten (Baden) wird in der Kläranlage des Abwasserzweckverband „Am Walzbach“ geklärt. Die Verbandskläranlage wird durch den Gemeindeverwaltungsverband mit den Mitgliedsgemeinden Weingarten (Baden) und Walzbachtal betrieben. Da sich diese nicht auf der Gemarkung von Weingarten (Baden) befindet, wird sie in der nachfolgenden territorialen Betrachtung mit einbezogen.

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 Territorialbilanz⁴ 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.

3.6.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Die Ermittlung des Wärmeverbrauchs 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 diese 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 (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 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.

Der Wärmeverbrauch der Gemeinde Weingarten (Baden) belief sich im Jahr 2022 auf rund 103.800 MWh (witterungsbereinigt⁵ auf 140.300 MWh), vgl. Abbildung 11. Der Anteil der mittels fossiler Energieträger erzeugten Wärme beträgt rund 82 %. Dabei deckt Erdgas mit etwa 46 % den größten Teil des Verbrauchs. Der Anteil der mittels Heizöl erzeugten Wärme beträgt 32 %. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Erzeugung effizienter Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) tragen zu einem Anteil von rund 16 % zur Wärmeerzeugung bei. Mit 13 % nimmt die Biomasse den größten Anteil ein. Die restlichen 3 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme. Über Strom werden 3 % 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 Weingarten (Baden) auf

⁴ 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)

⁵ 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)

18 % (BNetzA & BKartA, 2023). Eine weitere Aufteilung der Energieträger in dezentrale (Einzelheizungen) und zentrale (Wärmenetze) Wärmebereitstellung kann der Abbildung 12 entnommen werden.

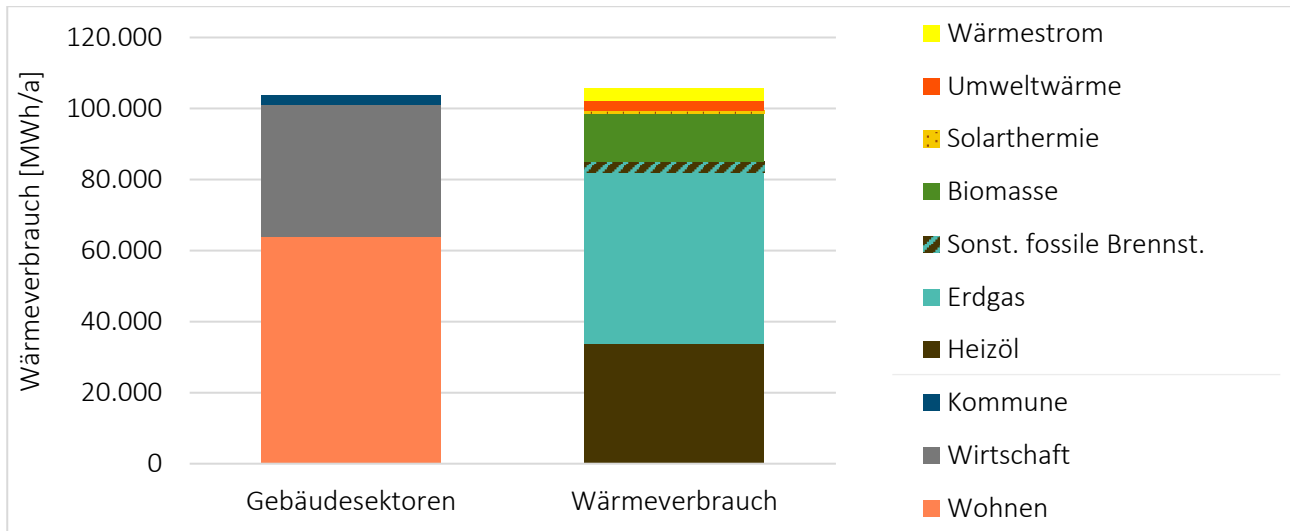


Abbildung 11: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

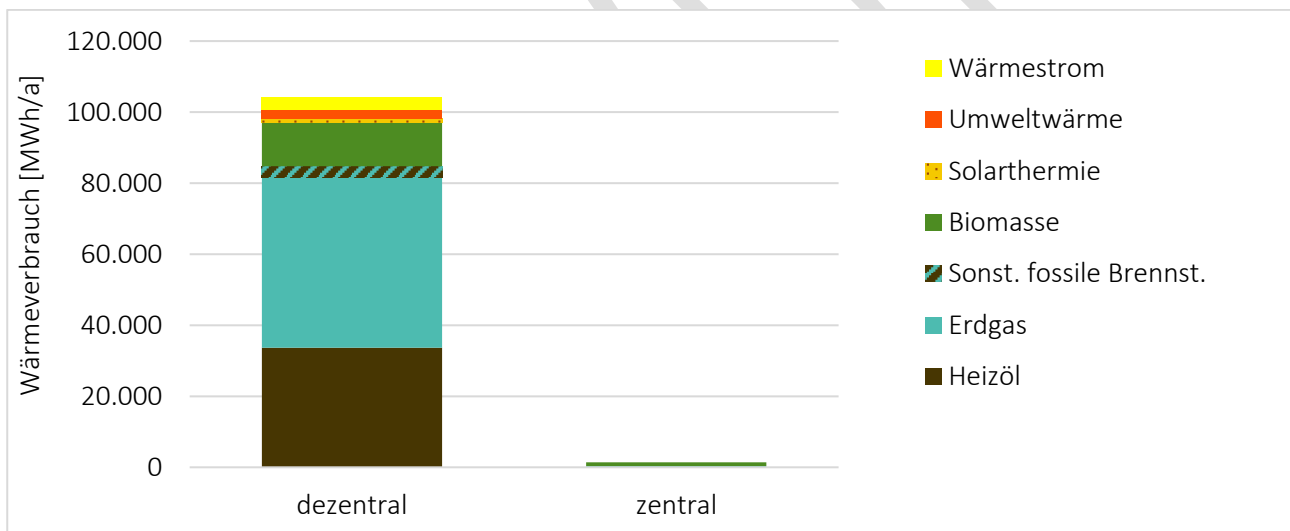


Abbildung 12: Verteilung der Energieträger auf dezentrale und zentrale Wärmebereitstellung auf Basis des tatsächlichen Wärmeverbrauchs im Jahr 2022

Bei genauer Betrachtung der Energieträgerverteilung auf die einzelnen Gebäudesektoren entfallen rund 62 % des Wärmeverbrauchs auf die Wohngebäude, 35 % auf die Sektoren GHD & Industrie sowie 3 % auf die kommunalen Liegenschaften. Eine geografische Verortung von Gebieten mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf können flächenbezogen der Abbildung 13 und bezogen auf die Wärmedichten⁶ der Abbildung 14 entnommen werden. Die Darstellung dient zur gezielten Identifizierung von Gebieten mit einem hohen Handlungsbedarf.

⁶ 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.

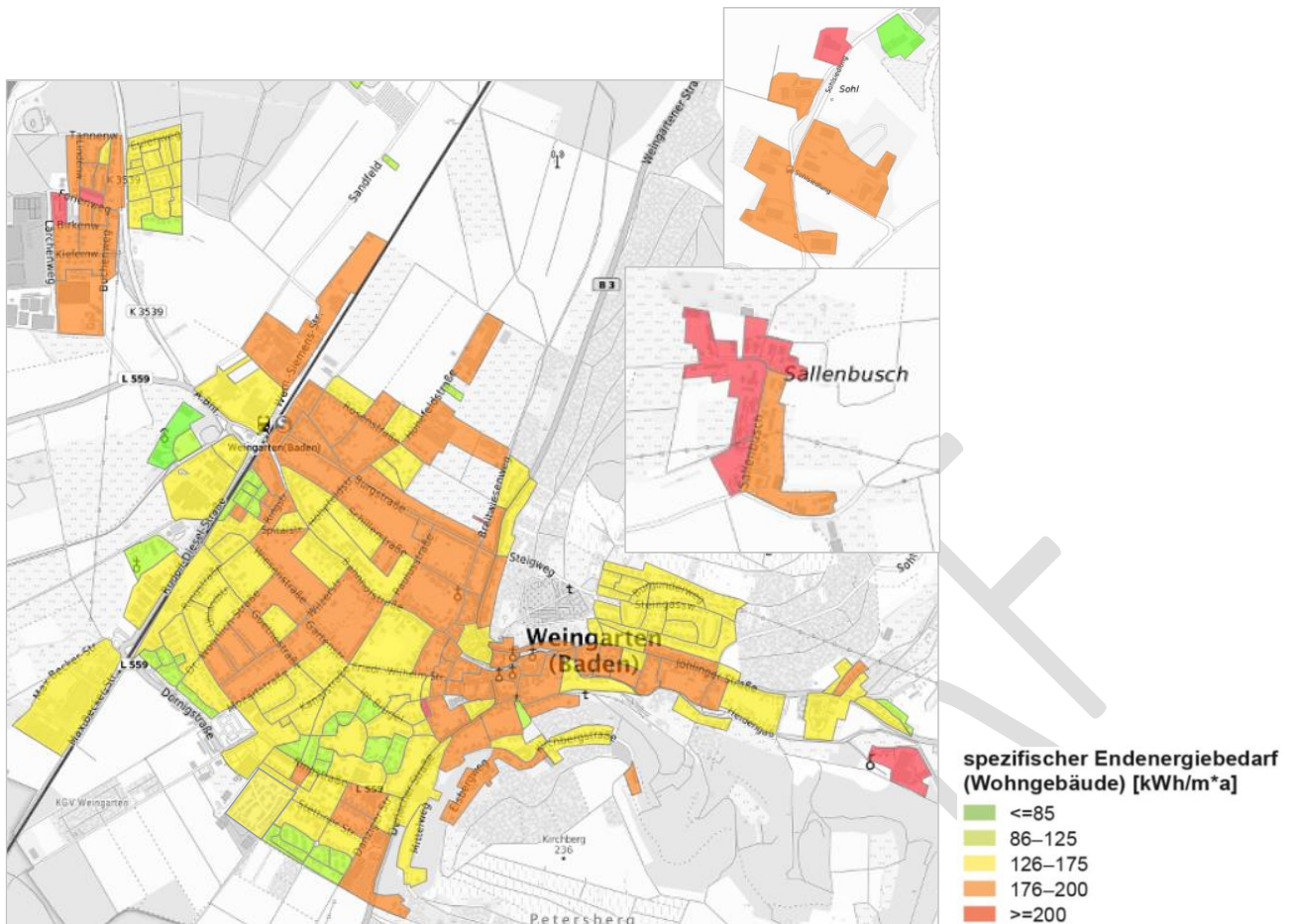


Abbildung 13: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme

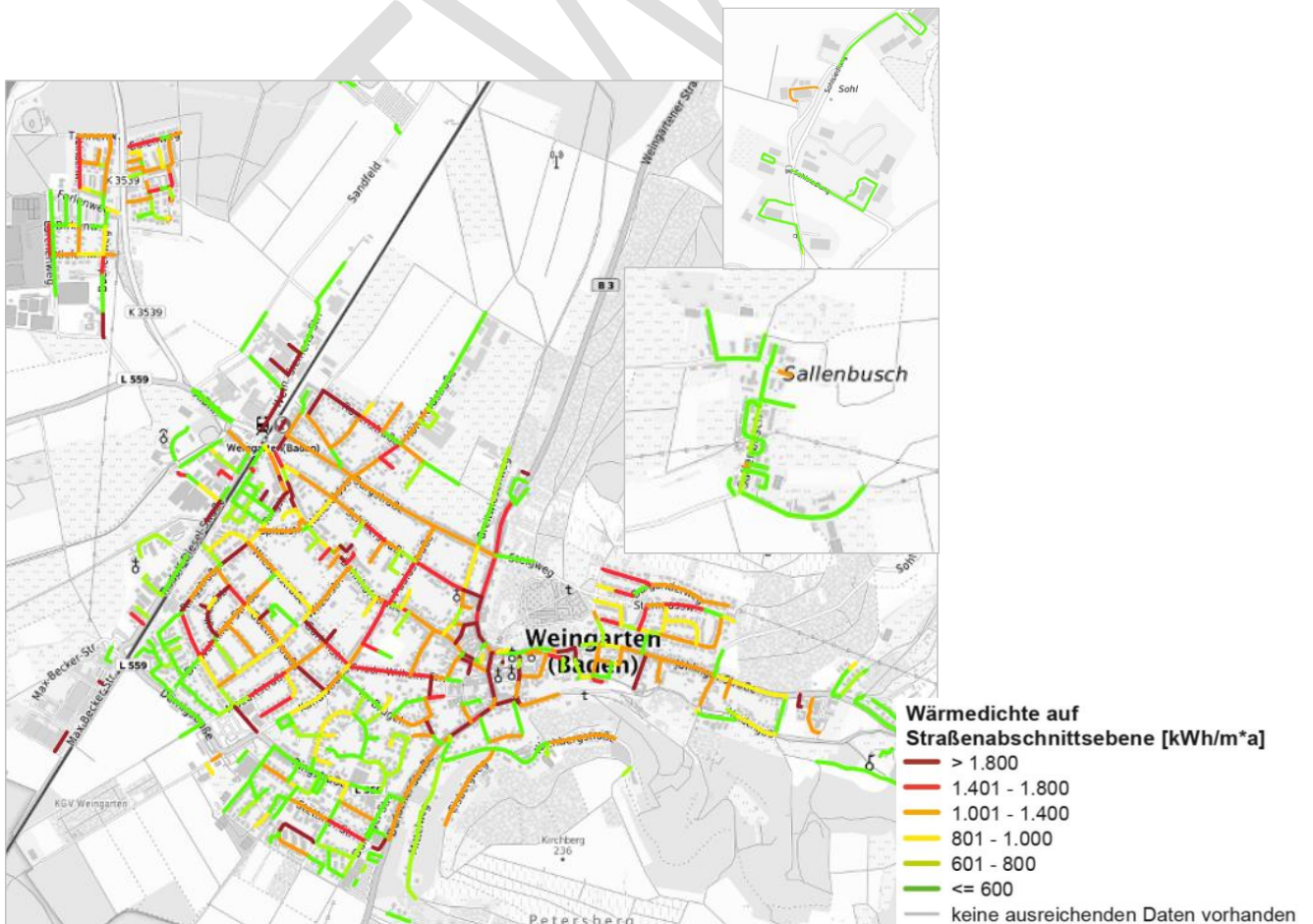


Abbildung 14: Räumliche Verortung der Wärmelinendichten

3.6.2 Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Weingarten (Baden) beträgt im Jahr 2022 ca. 42.000 MWh (witterungsbereinigt 47.200 MWh). Davon entfallen 61 % auf die Sektoren GHD & Industrie. Der Wohngebäudektor weist mit 36 % einen deutlich geringeren Verbrauch auf. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen 3 %. Der relative Anteil des Stroms am Gesamtenergieverbrauch der Gemeinde Weingarten (Baden) beträgt 24 %.

Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt heute zur Deckung von ca. 9 % des Stromverbrauchs der Gemeinde Weingarten (Baden) bei und wird vollständig durch Photovoltaikanlagen erzeugt. Bei den restlichen 91 % handelt es sich um Strom mit der Zusammensetzung des deutschen Strommixes. Da in diesem wiederum auch ein Anteil von 46,2 % (Stand 2022) erneuerbar zur Verfügung steht (AGEE-Stat, 2023), beträgt der relative Stromanteil aus erneuerbaren Energien in Weingarten (Baden) 51 %.

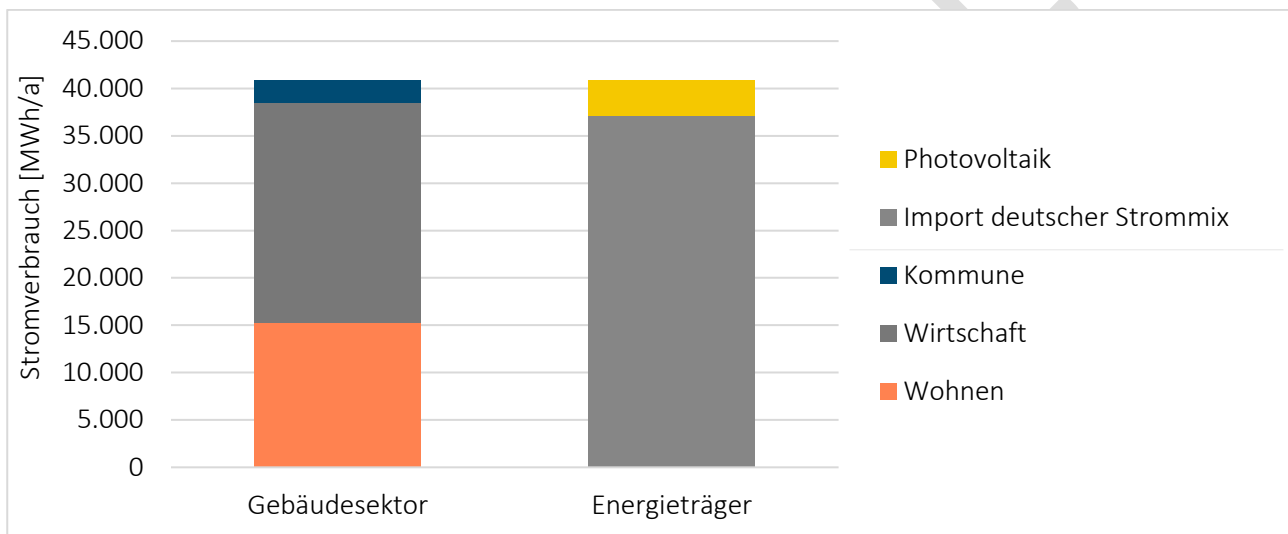


Abbildung 15: Bilanzierung des Endenergieverbrauchs Strom auf Basis der Gebäudesektoren und Energieträger

3.6.3 Energieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern

Im Jahr 2022 wurden im Verkehrssektor rund 31.300 MWh Kraftstoff und 1.100 MWh Strom verbraucht, was einem Anteil von ca. 18 % am Gesamtenergieverbrauch der Gemeinde Weingarten (Baden) 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 155 Mio. km (nur Autobahn) würde die Bilanz zu stark verzerren. Der Vollständigkeit halber sei hier aber darauf hingewiesen, dass sich durch diese Vorgehensweise der Energieverbrauch im Verkehrssektor von 222.200 MWh/a auf 32.400 MWh/a reduziert.

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

Insgesamt ergeben sich für Weingarten (Baden) Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Höhe von ca. 24.200 t_{CO₂-Äq}/a. Für den Stromsektor ergeben sich Treibhausgasemissionen von ca. 22.700 t_{CO₂-Äq}/a und für den

Kraftstoffsektor ungefähr 9.800 t_{CO₂-Äq}/a (68.900 t_{CO₂-Äq}/a mit Autobahn). Die sektorale Verteilung ist in Abbildung 16 dargestellt.

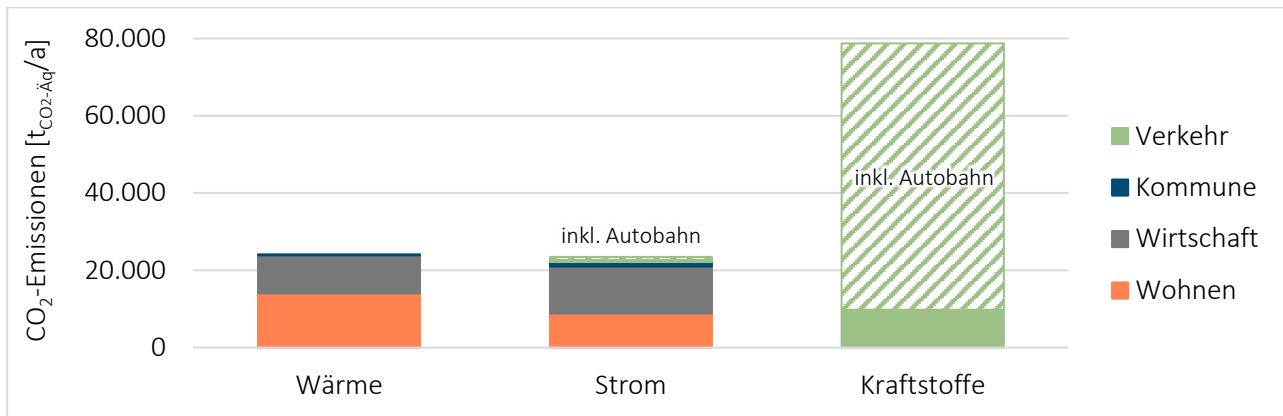


Abbildung 16: Energieträgerspezifische Emissionen in den Verbrauchssektoren Wärme, Strom und Kraftstoffe

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 1: Übersicht Energie- und Treibhausgasbilanz (Bestand)

	Wärme	Strom	Verkehr
Energieverbrauch	MWh/a		
Aktueller Verbrauch	103.800	42.000	31.300
Aktueller Verbrauch (witterungsbereinigt)	140.300	47.200	31.300
Treibhausgasemissionen	t _{CO₂-Äq} /a		
Aktueller Ausstoß	22.700	24.200	9.800
Energieerzeugung	MWh/a		
Bestand erneuerbare Energien (lokal erzeugt)	15.600	3.700	
Bedarfsdeckung	MWh/a		
Überschuss erneuerbare Energieerzeugung	-	-	
Defizit erneuerbare Energieerzeugung	- 88.100	- 38.300	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch	18 %	9 %	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch (inkl. deutscher Strommix)	-	51 %	

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 17. Dies gibt einen ersten Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial in Weingarten (Baden) 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.

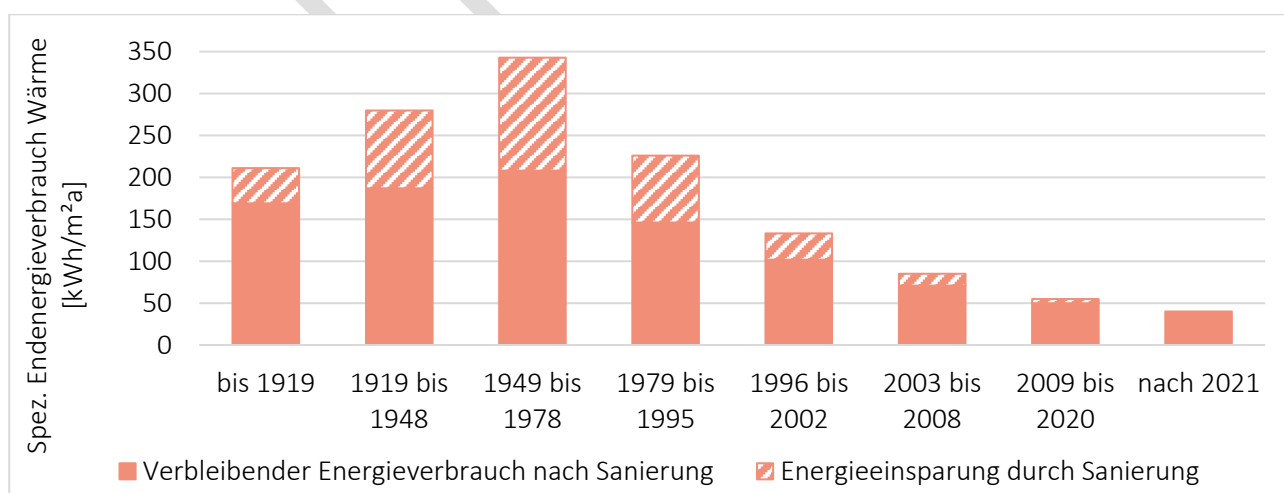


Abbildung 17: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen im Ist-Zustand und nach energetischer Sanierung für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

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 2040 ca. 820 von 2.830 Wohngebäuden energetisch saniert. Unter diesen Annahmen ergibt sich bis 2040 ein Einsparpotenzial von ca. 22.500 MWh/. Bei

einer Sanierungsrate von 1,3 %/a beträgt das Einsparpotenzial ca. 14.000 MWh/a (ca. 490 von 2.830 Wohngebäuden energetisch saniert) und bei einer Sanierungsrate von 0,8 %/a knapp 9.000 MWh/a (ca. 310 von 2.830 Wohngebäuden energetisch saniert). Basierend auf den Wohngebäudetypologien in Weingarten (Baden) könnte durch eine energetische Sanierung aller Bestandswohngebäude eine rechnerische Reduktion von maximal 54 % des aktuellen Wärmebedarfs erreicht werden.

4.1.2 Nichtwohngebäude

Der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden wird im Gegensatz zu Wohngebäuden in der Regel stärker durch die Nutzung als durch die Baualterklasse 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.

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 Gemeinde Weingarten (Baden) findet keine Wärmeerzeugung aus Abfällen in entsprechenden Verbrennungsanlagen statt. Aus heutiger Sicht werden 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 Gemeinde Weingarten (Baden) anfallende energetisch nutzbare Jahreseinschlag an Holz sowie Waldhackgut ermöglicht eine

energetische Bereitstellung von ca. 5.700 MWh/a. Grundlage hierfür sind Angaben des Revierförsters der Gemeinde 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 3.700 MWh/a. Insgesamt ergibt sich ein nachhaltig nutzbares Biomassepotenzial von ca. 9.300 MWh/a und damit eine bilanzielle Überschreitung des lokal genutzten Biomasseanteils. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 24 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden.

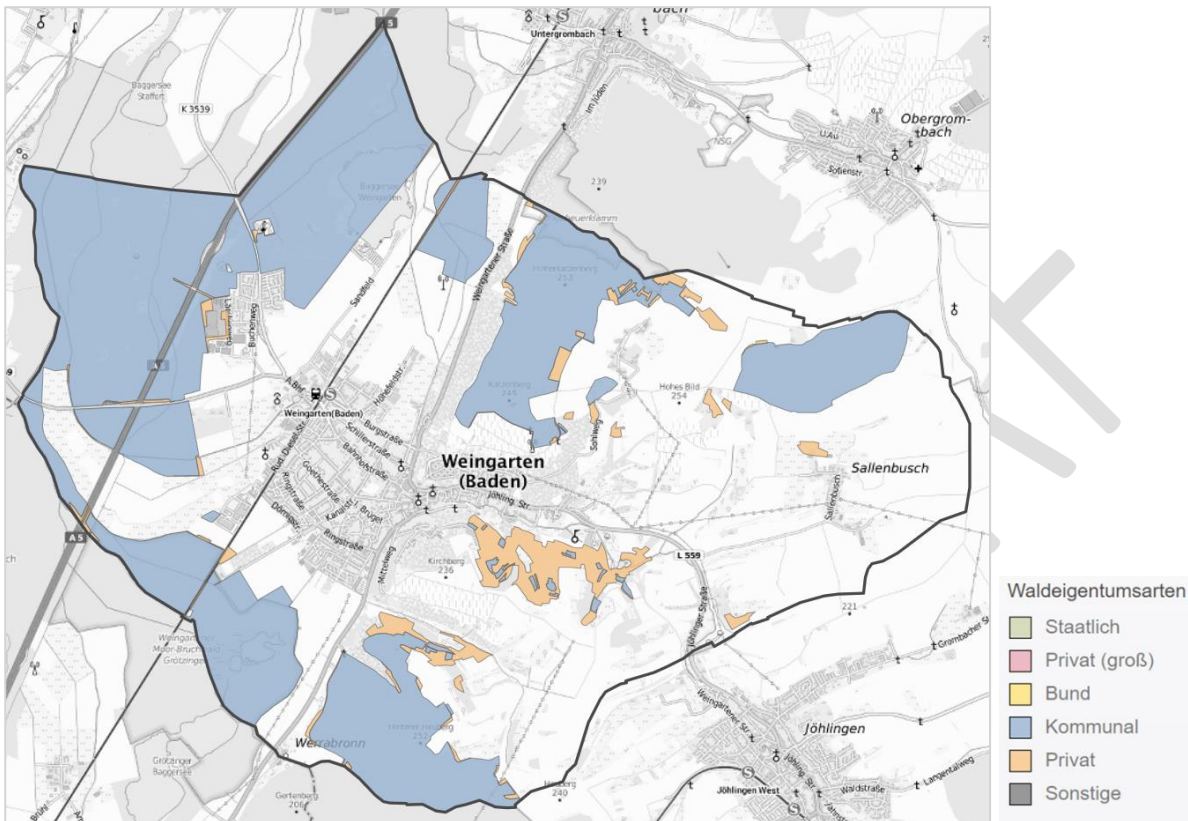


Abbildung 18: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021)

Als weitere Wärmequelle können schnellwachsende Energiepflanzen (Flächeneffizienz ca. $4 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \text{ a})$) aus dem Bereich der Anbaubiomasse wie beispielsweise Hölzer aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) eingesetzt werden. So würde z. B. ein Holzkessel mit einer Erzeugungsmenge von rund 1.100 MWh/a^7 eine Anbaufläche von 26 ha bei einem Energieertrag von $41,7 \text{ MWh}/(\text{ha a})$ bzw. $10 \text{ t}/(\text{ha a})$ benötigen. Da bisher in Weingarten (Baden) keine Festlegung auf spezifische Flächen erfolgte, kann es an dieser Stelle nur bei dieser allgemein gehaltenen Betrachtung bleiben. (Kaltschmitt, Hartmann, & Hofbauer, 2016; acatech; Leopoldina; Akademienunion, 2019)

4.2.3 Deponie-, Klär- & Grubengas

Auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) findet keine Wärmeerzeugung 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 Gemeindegebiet von Weingarten (Baden) erfolgt zurzeit keine Wärmeerzeugung auf Basis von ‚grünen‘ Gasen. Es werden derzeit auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

⁷ Vergleichbar mit dem Biomasseoutput aus dem Netz Turmbergschule.

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 einer Unternehmensbefragung bei Industrie- und Gewerbeobjekten. Aktuell genutzte Potenziale im Niedertemperaturbereich (kleiner 80 °C) werden aktuell schon in unbekannter Höhe in internen Prozessen verwendet. Zusätzlich konnte ein Potenzial im Hochtemperaturbereich (größer 300 °C) in Höhe von rund 600 MWh/a ermittelt werden. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Abwärmequellen nicht möglich. Eine weitergehende Evaluierung und Langfristbetrachtung dieses Potenzials muss aber zwingend erfolgen.

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 900 MWh/a. Für Weingarten (Baden) wurde ein Gesamtpotenzial auf den Dachflächen von knapp 5.700 MWh/a identifiziert, vgl. Abbildung 19. Die überwiegende solare Nutzung erfolgt durch Photovoltaik.

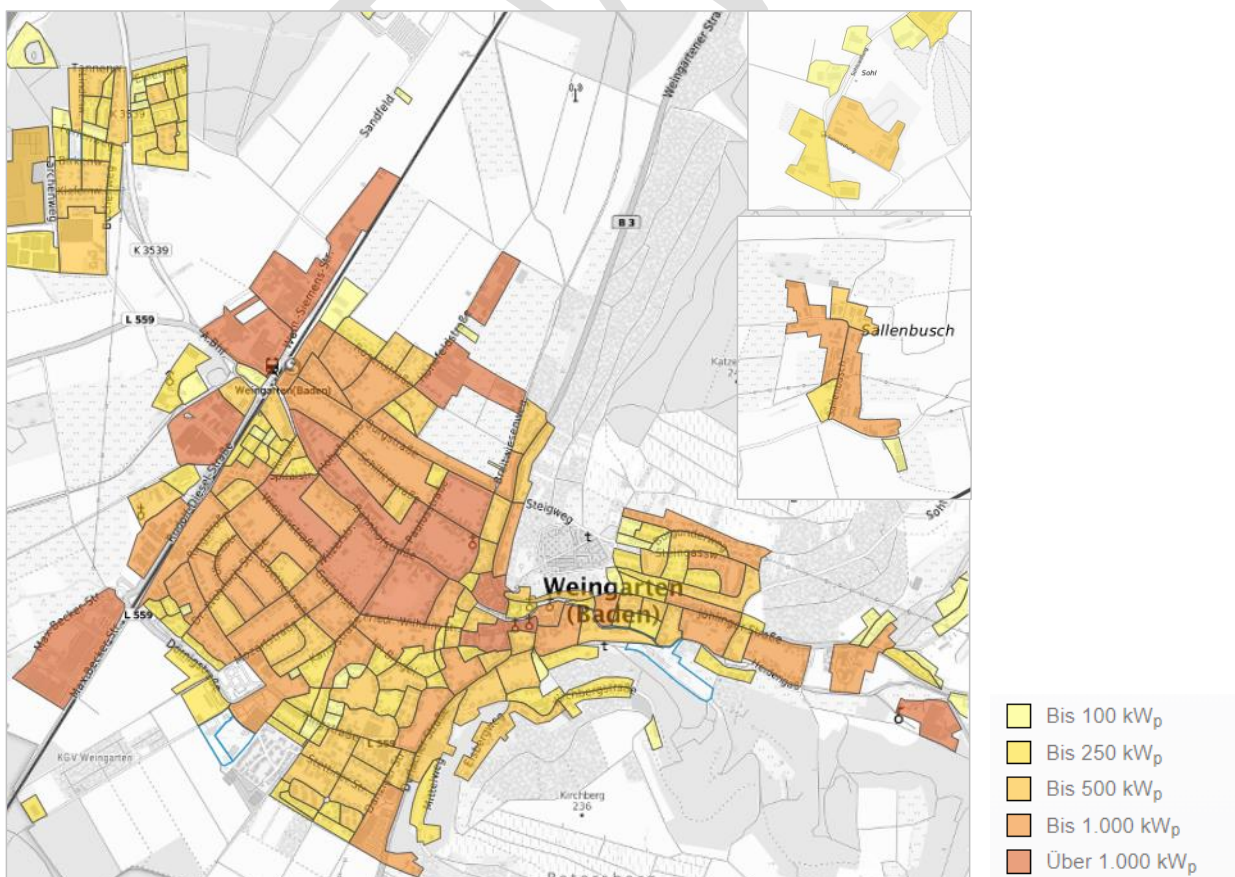


Abbildung 19: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie

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 Weingarten (Baden) sind aktuell keine Freiflächen-solarthermieanlagen in Betrieb. Aufgrund eines Gemeinderatsbeschlusses vom 24.09.2018 (Vorlage Nr.: 0420/2018), welcher die Ausweisung von Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Vorrangflächen ablehnt, erfolgte im Rahmen der Potenzialanalyse keine Identifizierung konkreter Flächen.

Zusammenfassend können die Dach- und ausgewiesenen Freiflächen aufgrund des ermittelten Potenzials rechnerisch 13 % des aktuellen Wärmebedarfs decken.

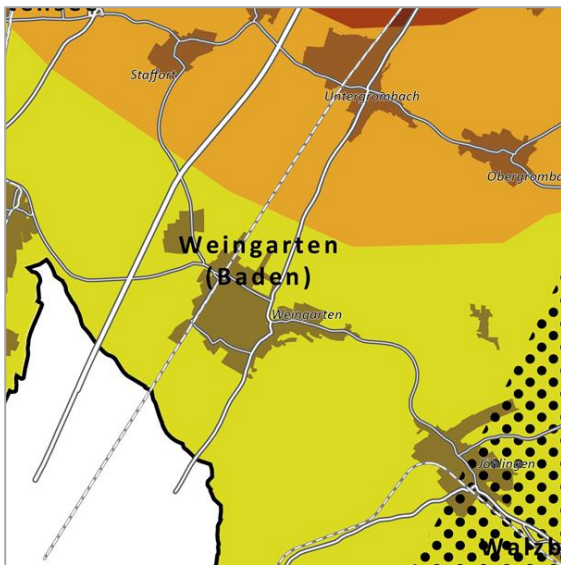
4.2.7 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie unterscheidet sich im Vergleich zu der oberflächennahen Geothermie vor allem darin, dass deutlich größere Bohrtiefen (mindestens 400 m) erreicht werden und damit deutlich höhere Energieerträge erzielt werden können. Der Oberrheingraben stellt in diesem Zusammenhang eine geologisch bedeutende Struktur dar, in der der Einsatz von Tiefengeothermie aufgrund der signifikant hohen Untergrundtemperaturen als vielversprechend erachtet wird. Die Gemeinde Weingarten (Baden) befindet sich, wie ein Großteil des Landkreises Karlsruhe, im Gebiet des Oberrheingrabens, sodass auch in Weingarten (Baden) von einem Potenzial zur Nutzung von Tiefengeothermie auszugehen ist.

Eine Nutzung der tiefengeothermischen Potenziale findet in Weingarten (Baden) derzeit jedoch nicht statt.

In Abbildung 20 ist die erwartete Temperatur auf der Gemarkung von Weingarten (Baden) in einer Tiefe von 2.500 m dargestellt. Daraus ist zu erkennen, dass eine Untergrundtemperatur im mäßig hohen Bereich von etwa 120 °C zu erwarten ist. Dieses Temperaturniveau reicht grundsätzlich für eine reine Wärmeauskopplung in Wärmenetze aus. Auch eine Stromauskopplung ist nicht prinzipiell ausgeschlossen, erreicht aber bei den erwartbaren Temperaturen einen geringen Wirkungsgrad. Grundsätzlich ist dieses Potenzial nicht konkret abschätzbar und als nahezu unendlich anzusehen.

Für das Gebiet um Weingarten (Baden) verfügen mehrere Akteure über entsprechende rechtskräftige Bergbauberechtigungen auf Erdwärme, vgl. Abbildung 21. Aktuell existieren aber 3D-seismische Daten nur von Norden aus kommend bis zum Südufer des Baggersees. Ohne vorhandene detaillierte Informationen zur thermodynamischen Leistungsfähigkeit des Untergrunds am möglichen Standort können die Potenziale nur grob eingeordnet werden. Durch Gespräche zwischen der Gemeindeverwaltung und einem der Inhaber der Aufsuchungserlaubnis in diesem Gebiet konnte ein vorläufiges Potenzial von 12 bis 15 MW Wärmeentzugsleistung und einem Jahresertrag von ca. 105.000 MWh für eine zu errichtende Anlage unverbindlich abgeschätzt werden. Hierbei gilt erneut anzuführen, dass diese Zahlen erst mittels weiterer Untersuchungen validiert werden müssen und es sich somit um vorläufige Zahlen handelt. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass eine realistische Erschließung der Tiefengeothermie nur durch einen ausreichenden Wärmeabsatz, wobei Großabnehmer (z. B. Industrie) wesentlich sind, und den Aufbau von Wärmenetzen gelingen kann. Die Tiefengeothermie muss daher interkommunal gedacht werden, was in Kapitel 4.3 genauer erläutert wird.










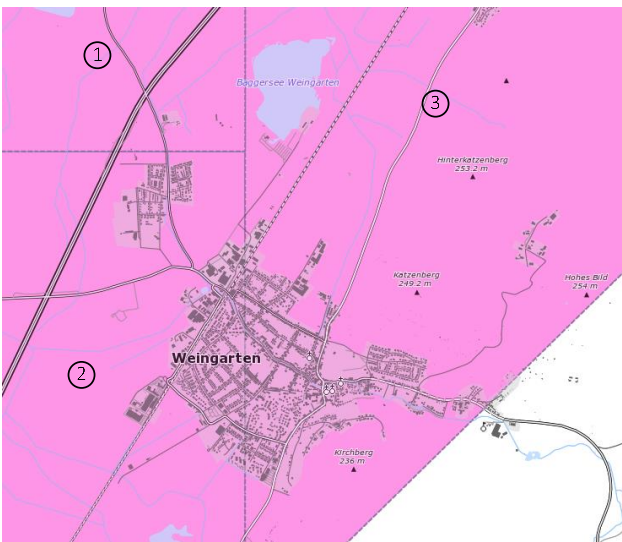
-  Geologisch nicht nutzbarer Bereich
-  105° <= 110° (niedriges Potenzial)
-  110° <= 115° (niedrigeres Potenzial)
-  115° <= 120° (mittleres Potenzial)
-  120° <= 125° (mäßig hohes Potenzial)
-  125° <= 130° (hohes Potenzial)
-  130° <= 135° (sehr hohes Potenzial)

Abbildung 20: Untergrundtemperatur in 2.500 m Tiefe (RP Freiburg; LGRB, 2021)



	Feldname	Inhaber	Befristung
1	KIT - Campus Nord II	Arbeitsgemeinschaft Karlsruher Institut für Technologie (KIT) / EnBW Energie BW	30.06.2026
2	Karlsruhe-Süd II	Deutsche ErdWärme GmbH	31.07.2027
3	Karlsdorf III	EnBW Energie BW	31.08.2026

Abbildung 21: Bergbauberechtigungen auf Erdwärme (RP Freiburg; LGRB, 2021)

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 Wärmeverteilungssystem. 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 Weingarten (Baden) 139 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeerzeugung von rund 2.600 MWh/a im Einsatz. (Netze BW GmbH, 2022)

4.2.8.1 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, werden 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. Aufgrund des vorliegenden Abwassernetzes ist ersichtlich, dass Kanalstränge mit einem entsprechenden Mindestkanaldurchmesser in Weingarten (Baden) vorhanden sind. Informationen bzgl. der Durchflussmengen liegen aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor. Aus diesen Gründen müsste eine detailliertere Betrachtung des Potenzials im Nachgang erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung der Abwasserwärme besteht auch im Auslauf der Kläranlage. 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 ergibt sich ein Potenzial von 5.100 MWh/a.

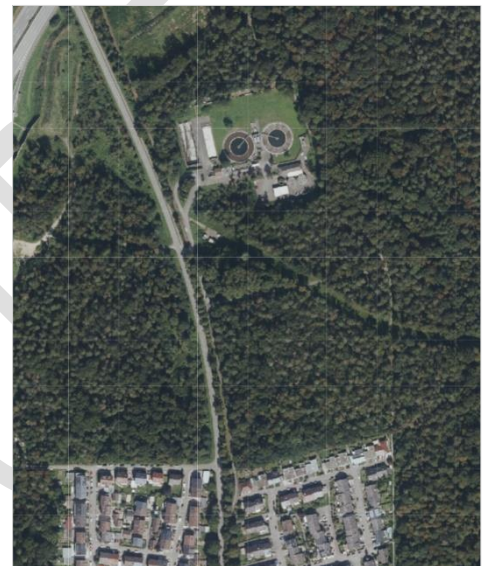


Abbildung 22: Kläranlagenstandort
Abwasserzweckverband „Am Walzbach“

4.2.8.2 Oberflächengewässer

Auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) findet derzeit keine Wärmeerzeugung aus Oberflächengewässern statt.

Da in Weingarten (Baden) jedoch ein Baggersee von relevanter Größe vorhanden ist, wird dieser als auch der Walzbach (Pfinz-EZG) im Folgenden betrachtet. Für die Nutzung des Wasserwärmepotenzials wird angenommen, dass dem Wasser die Wärme über Wärmeübertrager entzogen und anschließend über entsprechende Wärmenetze zur Verfügung gestellt wird. Die nutzbare Wärmemenge steht dabei in direktem Zusammenhang mit der dauerhaft geführten Wassermenge sowie dem Jahresgang der Wassertemperatur und damit der möglichen Abkühlung des Wassers. Auch für diese Nutzung ist eine entsprechende wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

Der Walzbach (Pfinz-EZG) weist im Bereich Weingarten (Baden) einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 349 m³/h auf (LUBW; LGL; BKG, 2022). Hierdurch könnte durch den Einsatz von Wärmepumpen eine rechnerische Wärmemenge von ca. 540 MWh bereitgestellt werden. Aufgrund einer verstärkten Abkühlung des Gewässers bei der erforderlichen Wassermenge ist eine Nutzung der Flusswasserwärme im Walzbach (Pfinz-EZG) für größere Anlagen nicht sinnvoll.

Im Rahmen des Förderprogramms Klimaschutz mit System „Regionale Wärmeausbaustrategie im Landkreis Karlsruhe“ wurde von der tewag Technologie - Erdwärmeanlagen - Umweltschutz GmbH im Auftrag des Landkreises Karlsruhe eine Studie zur möglichen Nutzung der Seewärme im Landkreis Karlsruhe erstellt. Darin wurde u. a. für den Baggersee Weingarten eine potenzielle Entzugsleistung von 4,0 MW bei einem Wärmepotenzial von 7.900 MWh/a ermittelt (tewag, 2022). Hierbei ist zu beachten, dass bei der Seethermie vor allem regulatorische Hemmnisse wie z. B. fehlende Vorgaben der Genehmigungsbehörden eine zeitnahe Nutzung des erheblichen Wärmepotenzials erschweren.

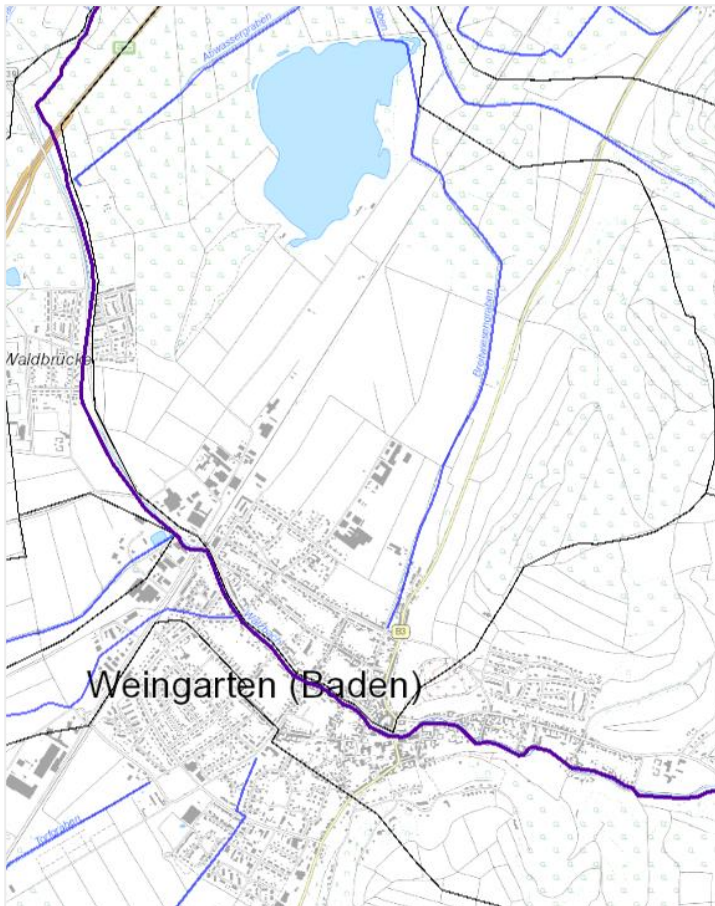
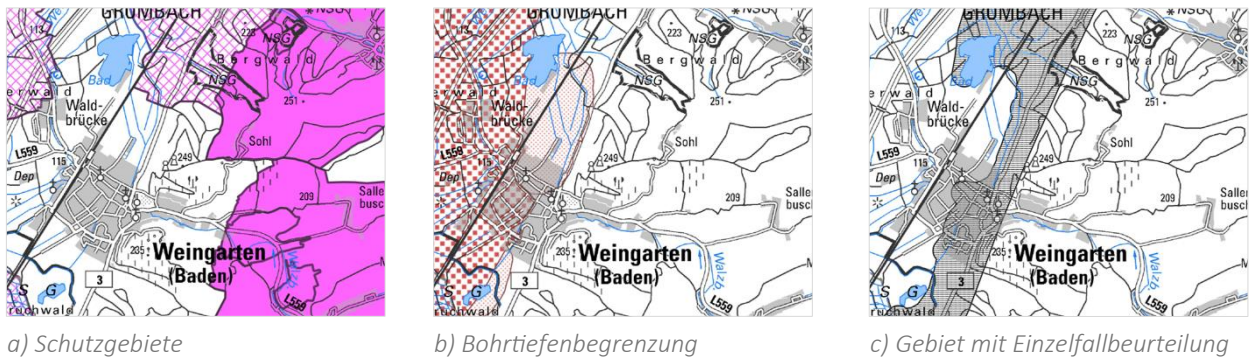


Abbildung 23: Räumliche Verortung von Fließgewässern und stehenden Gewässern (LUBW; LGL; BKG, 2023; LUBW; LGL; BKG, 2023)

4.2.8.3 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 Weingarten (Baden) wurden bisher 107 bekannte Bohrungen für 53 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. In Weingarten (Baden) bestehen im Großteil der bebauten Gebiete keine grundsätzlichen Ausschlussgründe. Eine Einzelfallprüfung ist jedoch regelmäßig erforderlich, vgl. Abbildung 24. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)



Bau von Erdwärmesonden

- aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht erlaubt
- aus hydrogeologischer Sicht möglich (i.d.R. nur mit Wasser zu betreiben)
- im Einzelfall zu beurteilen
- aus hydrogeologischer Sicht bis zur angegebenen Bohrtiefenbegrenzung möglich (i.d.R. nur mit Wasser zu betreiben)
- aus hydrogeologischer Sicht nicht möglich (Ausnahmen nur im Rahmen eines Erlaubnisverfahrens nach fachlicher Prüfung)

ISONG: Begrenzung der Bohrtiefe

- Tiefe [m u.G.]
- bis 50
 - 50 bis 100
 - 100 bis 200
 - 200 bis 400

Abbildung 24: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmesondenutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021)

Auf Basis einer landesweiten flurstückscharfen Auswertung der KEA-BW zum Erdwärmesondenpotenzial ergibt sich für die Gemeinde Weingarten (Baden) ein theoretisches Gesamtpotenzial im Bereich zwischen 6.100 und 21.600 MWh/a (KEA-BW, 2022).

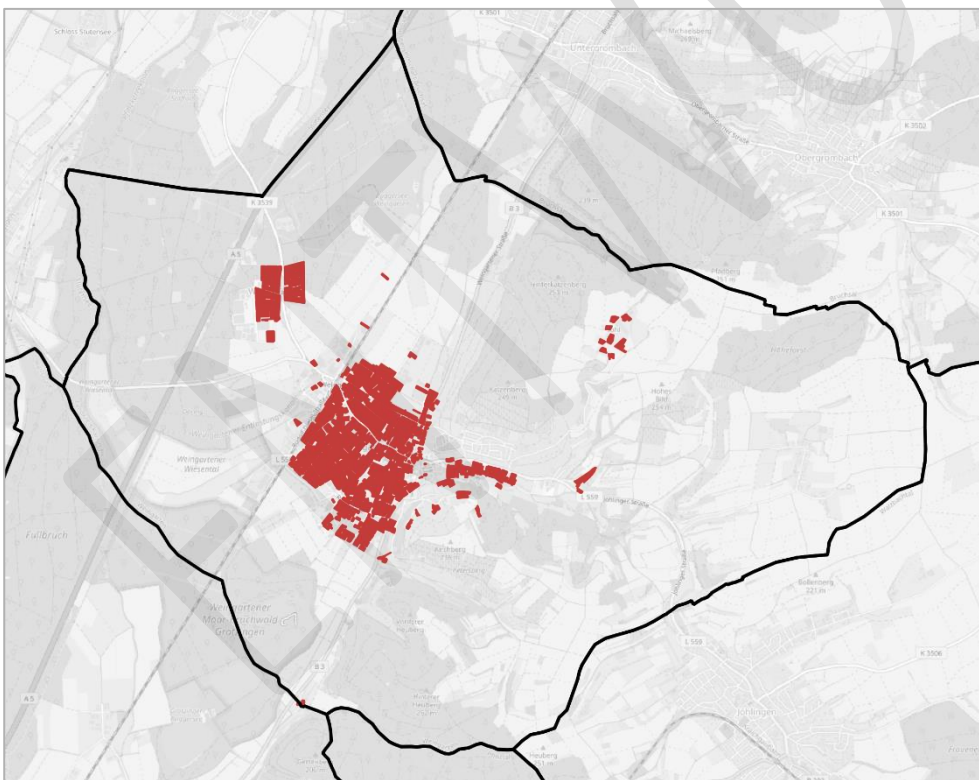


Abbildung 25: Räumliche Verortung des theoretischen Maximalpotenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden (entziehbare Energie) (KEA-BW, 2022)

4.2.8.4 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 53 Anlagen, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzen, verbleiben 86 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 28 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden. Hinzu kommt das nicht bezifferbare Potenzial 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 Gemeinde Weingarten (Baden) vorhanden sind.
- Wenn Hochtemperatur-Wärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse in der Industrie auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) vorhanden sind.
- Wenn eine Spitzenlastbereitstellung für Großverbraucher und Heizwerke erforderlich ist.
- Wenn eine Gasnetzinfrastuktur 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 von Weingarten (Baden) erkennen. So zeigt die Terranets BW (Gasfernleitungsnetzbetreiber u. a. Baden-Württemberg) mit deren Plan zur Transformation die Cluster zum Ausbau des Wasserstoffnetzes. 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 Weingarten (Baden) ist, wie die Potenzialanalyse zeigt, nicht möglich.

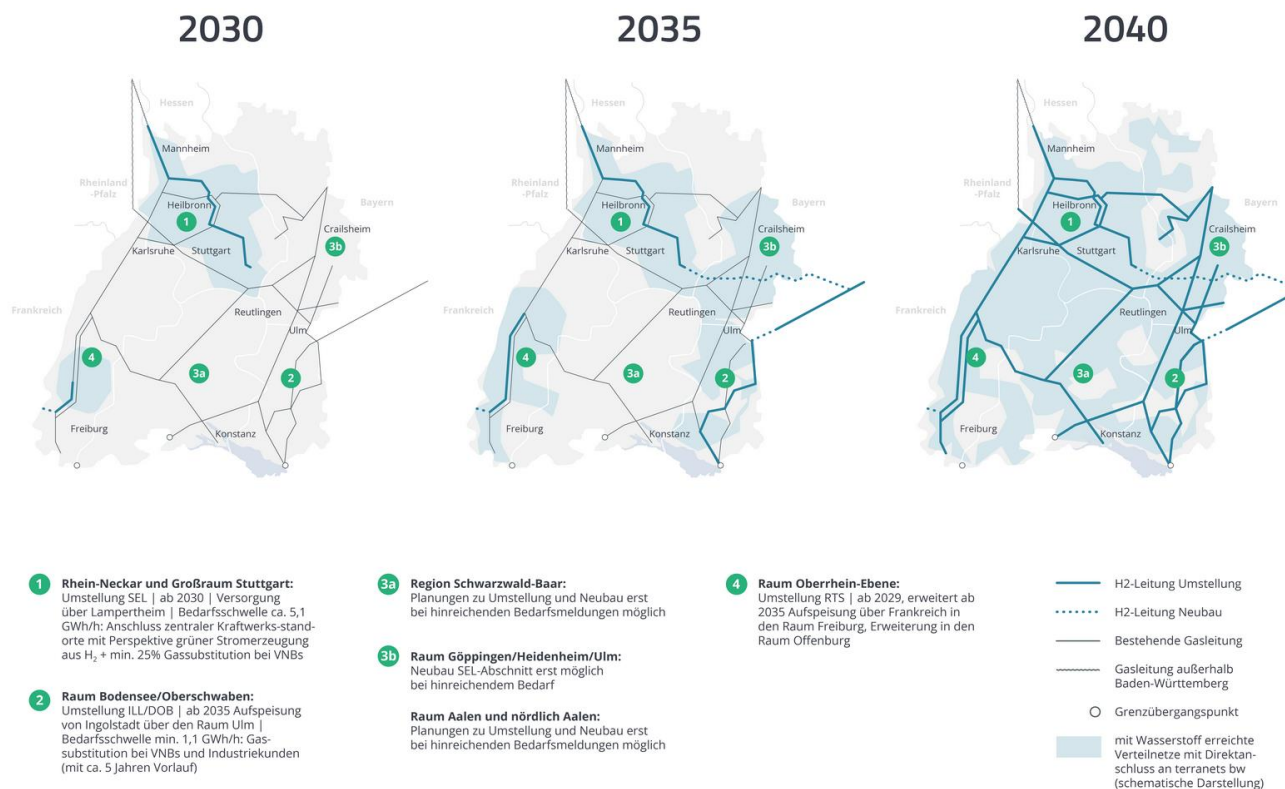


Abbildung 26: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW (TerranetsBW, 2024)

4.3.2 Tiefengeothermie

Grundsätzlich besteht auf der Gemarkung Weingarten (Baden) die Möglichkeit, Tiefengeothermie zu nutzen, vgl. Abbildung 20. Auch in den umliegenden Gemeinden ist ein 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 Wärmeverbünde 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.

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 erfolgt auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) keine bekannte Stromerzeugung aus Biomasse. Aufgrund begrenzter Biomasseressourcen wird sich dieser Anteil aus heutiger Sicht in Zukunft nicht weiter erhöhen.

4.4.2 Deponie-, Klär- und Grubengas

Auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) findet keine Stromerzeugung auf Basis von Deponie-, Klär- oder Grubengas statt. Es werden derzeit auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

4.4.3 Photovoltaik

Das größte Stromerzeugungspotenzial in Weingarten (Baden) liegt in der Photovoltaik, welche grundsätzlich auf Gebäudedächern, Freiflächen, Gewerbeflächen und Parkplatzüberdachungen installiert werden kann.

Zum Stand 2022 sind in Weingarten (Baden) 453 Anlagen mit einer Netto-Nennleistung von 4.255 kW_p und einer Stromerzeugung in Höhe von 3.700 MWh/a in Betrieb. Diese Anzahl setzt sich aus 421 Dachanlagen (4.205 kW_p) und 26 Balkonanlagen (25 kW_p) zusammen. 6 Anlagen (25 kW_p) sind nicht zuzuordnen.

4.4.3.1 Dächer

Die potenzielle Gesamtleistung auf den Dächern von Weingarten (Baden) beträgt ca. 91.200 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 Weingarten (Baden) können insgesamt ca. 87.900 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 41 % 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.

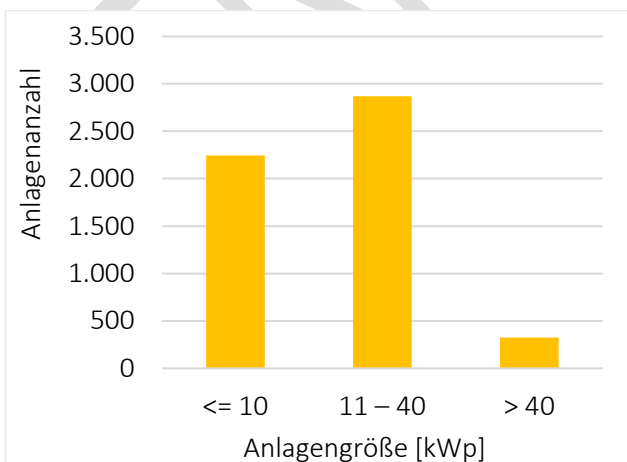


Abbildung 27: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

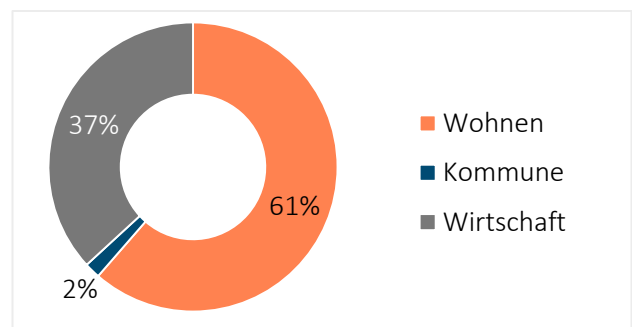


Abbildung 28: Solarpotenzial nach Sektoren

4.4.3.2 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 Gemeinde Weingarten (Baden) mit dem Baggersee Weingarten (FSA 2) ein Vorranggebiet für regionalbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen, vgl. Abbildung 29 (RVMO, 2024). Im Rahmen der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange zur Teilfortschreibung hat die Gemeindeverwaltung eine Stellungnahme abgegeben. Für die vom Regionalverband ausgewiesenen Flächen ergibt sich überschlägig ein PV-Freiflächenpotenzial von 5.900 MWh/a.

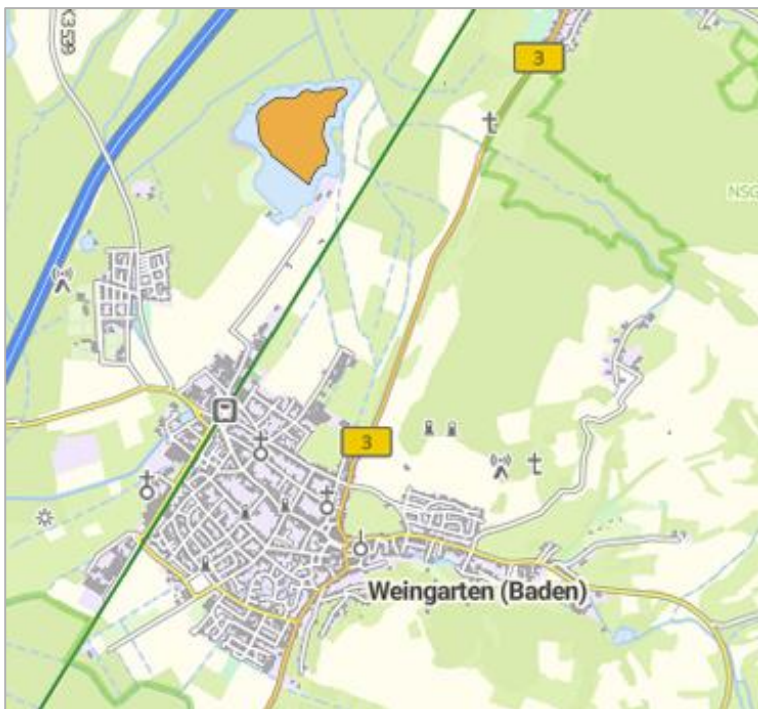


Abbildung 29: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen (RVMO, 2024)

Mit der Ausschöpfung des gesamten technischen Solarstrompotenzials (Dächer und Freiflächen) besteht ein Potenzial von ca. 93.700 MWh/a. Dieses führt zu einer rechnerisch maximalen Deckung des aktuellen Strombedarfs von 223 %.

4.4.4 Tiefengeothermie

Eine Nutzung der tiefengeothermischen Potenziale findet in Weingarten (Baden) derzeit nicht statt. Aufgrund der aktuell vorliegenden Informationen wird zunächst von einer rein wärmegeführten Anlage ausgegangen, sodass hier kein Stromerzeugungspotenzial angesetzt wird.

4.4.5 Wasserkraft

Auf dem Gebiet der Gemeinde Weingarten (Baden) findet laut Marktstammdatenregister keine Stromerzeugung mittels Wasserkraft statt (BNetzA, 2024). Aus heutiger Sicht werden auch keine Potenziale in diesem Bereich gesehen.

4.4.6 Windenergie

Auf der Gemarkung der Gemeinde Weingarten (Baden) findet derzeit keine Stromerzeugung durch Windkraftanlagen statt.

Nach § 20 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 Weingarten (Baden) im Bereich Steigleitern (WE 17) ein Vorranggebiet für Windenergieanlagen (RVMO, 2024), vgl. Abbildung 30. Der Gemeinderat beschloss wiederum am 06.05.2024 (Vorlage Nr.: 1407/2021/1), für den vom Regionalverband im Rahmen der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange vorgeschlagenen Standort zur Ausweisung eines Vorranggebiets für Windenergieanlagen auf der Gemarkung Weingarten (Baden) wie folgt Stellung zu beziehen: „Das Vorranggebiet für die Nutzung von Windenergie auf der Gemarkung der Gemeinde Weingarten (Baden) soll dahingehend reduziert werden, dass das Vorranggebiet auf die Fläche begrenzt wird, welche bisher im Teilflächennutzungsplan „Windenergie“ des Nachbarschaftsverbands Karlsruhe ausgewiesen ist.“. Ausgehend von der Tatsache, dass der gesamte Bereich derzeit aber noch als Vorranggebiet für Windenergieanlagen im Planentwurf des Regionalverbands enthalten ist, wird dieses Potenzial auf den folgenden Seiten der Potenzialanalyse dargestellt. Im weiteren Verlauf kann auf Änderungen des Regionalverbands noch eingegangen werden. Aufgrund vorhandener Informationen der Gemeindeverwaltung ist aktuell für diesen Bereich von einer maximalen Belegung mit fünf Anlagen auszugehen, wodurch sich ein zusätzliches Strompotenzial von rund 81.000 MWh/a ergeben würde. Rechnerisch ergibt sich hieraus, dass 193 % des aktuellen Strombedarfs gedeckt werden könnten.

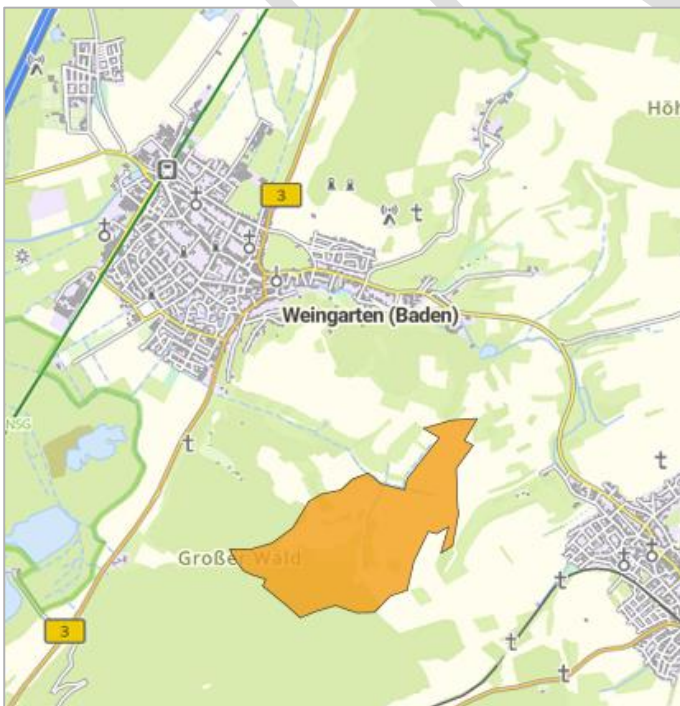


Abbildung 30: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Windenergieanlagen (RVMO, 2024)

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 Kleinanlagen 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 Weingarten (Baden) im Jahr 2022 ca. 530 MWh Strom und eine unbekannte Menge Wärme aus KWK-Anlagen bereitgestellt. Als Energieträger wurden hierfür Erdgas und Heizöl eingesetzt. Zukünftige Potenziale können derzeit nicht ermittelt werden. (Netze BW GmbH, 2022; BNetzA, 2024; bBSF, 2022)

4.7 Potenzialübersicht erneuerbare Energien

Wie die folgende Abbildung zeigt, liegen die größten Potenziale zur erneuerbaren Energieversorgung in Weingarten (Baden) bei der Nutzung der Tiefengeothermie (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. Kapitel 3.6) zeigt, dass der heutige Energiebedarf im Wärmesektor bilanziell nicht vollständig durch lokale erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Im Stromsektor ist grundsätzlich eine bilanzielle Überdeckung des heutigen Verbrauchs bei einem Ausbau der erneuerbaren Energien möglich. Weiterhin muss beachtet werden, dass zur Nutzung der Umweltwärme der zukünftige Strombedarf weiter ansteigen wird. Auf diesen Aspekt wird tiefergehend im Rahmen der weitergehenden Bearbeitung eingegangen.

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.

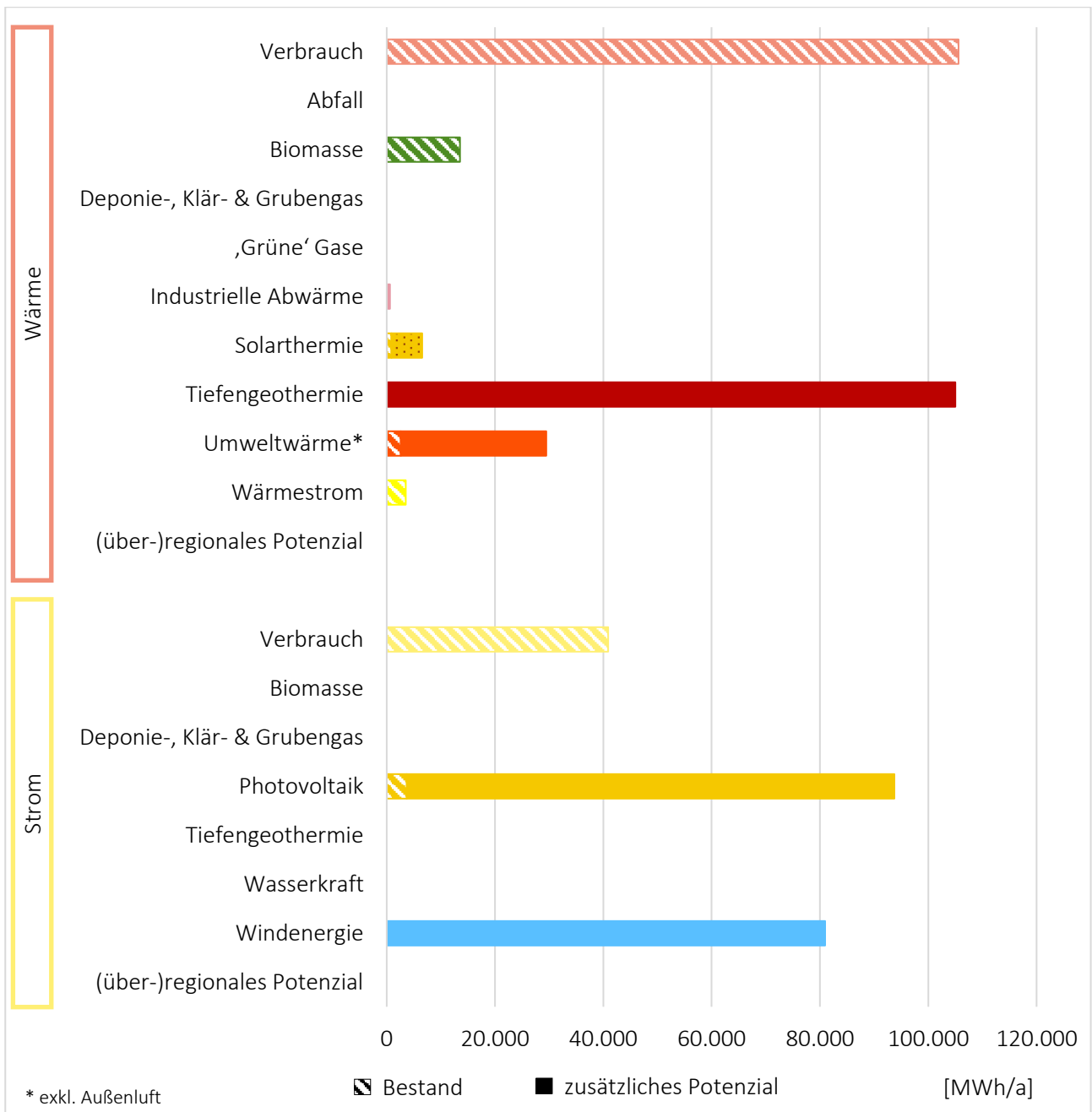


Abbildung 31: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Summe aus Bestand und zusätzlichem Potenzial)

5 Projektbeteiligte



Gemeinde Weingarten
Marktplatz 2, 76356 Weingarten
www.weingarten-baden.de



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

0721 – 936 99600
info@uea-kreisaka.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 Weingarten (Baden)“ wurde unter dem Förderkennzeichen BWKWP24103 durch Zuwendungen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) im Rahmen der Projektträgerschaft Umweltforschung – Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) gefördert.

6 Bild- und Literaturquellen

- acatech; Leopoldina; Akademienunion. (2019). *Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik. Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung*. Abgerufen am 20. November 2024 von <https://www.acatech.de/publikation/biomasse-im-spannungsfeld-zwischen-energie-und-klimapolitik-strategien-fuer-eine-nachhaltige-bioenergienutzung/>
- 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 bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger nach §33 Abs. 2 KlimaG BW*.
- BMWK. (2022). *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)*. vom 22. November 2021 mit Änderung vom 18. Oktober 2022. Abgerufen am 28. Mai 2024 von <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>
- BNetzA. (2024). *Marktstammdatenregister (MaStR)*. Abgerufen am 02. Oktober 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>
- DWD. (2024). *Zeitreihen und Trends EN*. Abgerufen am 25. Juni 2024 von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>
- 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.
- Gugel, B., Hertle, H., Dünnebeil, F., & Herhoffer, V. (Juni 2020). Weiterentwicklung des kommunalen Bilanzierungsstandards für THG-Emissionen. (Umweltbundesamt, Hrsg.) *Climate Change (19/2020)*. Abgerufen am 13. Juni 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-des-kommunalen>
- 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/>

Kaltschmitt, M., Hartmann, H., & Hofbauer, H. (Hrsg.). (2016). *Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren* (Bd. 3. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

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. (2022). *Abfluss BW, Längsquerschnitt MQ/MNQ*. Abgerufen am 02. Oktober 2024

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*.

Netze-Gesellschaft Südwest mbH. (2022). *Datenübermittlung zur Erstellung kommunaler Wärmepläne nach § 7e KSG BW*.

Netze-Gesellschaft Südwest mbH. (2022). *Übersichtspläne Gasnetz*.

RP Freiburg; LGRB. (2021). *LGRB-Kartenviewer – Layer BRS: Bergbauberechtigungen auf Erdwärme, rechtskräftig*. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 20. November 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>

- 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 02. Oktober 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- RVMO. (2024). Teilfortschreibung Solarenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 15. 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>
- tewag. (2022). *Untersuchung der tewag Technologie - Erdwärmeanlagen - Umweltschutz GmbH im Auftrag des Landkreises Karlsruhe im Rahmen des Förderprogramms Klimaschutz mit System „Regionale Wärmeausbaustrategie im Landkreis Karlsruhe“*.
- 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>