

# Kommunale Wärmeplanung

## „Energieplan“



## Gemeinde Bietigheim

# 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	11
Energie- und Treibhausgasbilanz	12
Potenzialanalyse	18
Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs	18
Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung	19
(Über-)regionale Potenziale zur Wärmeversorgung	26
Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung	28
(Über-)regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung	31
Kraft-Wärme-Kopplung	31
Potenzialübersicht erneuerbare Energien	32
Projektbeteiligte	34
Bild- und Literaturquellen	35

## Ziele, Inhalte und Vorgehen

Die Erreichung der Klimaschutzziele Baden-Württembergs erfordert eine gleichzeitige Umsetzung einer Wärme-, Strom- und Mobilitätswende. Diesbezüglich ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der Wärmesektor mit 63 % den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf in Bietigheim aufweist. Anschließend ist der Verkehrssektor<sup>1</sup> mit 23 % zu nennen, gefolgt vom Stromsektor mit 19 %. Die Steuerung dieses Transformationsprozesses auf kommunaler Ebene, stellt somit das zentrale Element der kommunalen Wärmeplanung dar. Im Sinne des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist dieser Prozess laut §2 Abs. 16 als „ein strategischer Planungsprozess mit dem Ziel einer klimaneutralen kommunalen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040“ definiert. In diesem Rahmen erfolgt neben einer Darstellung des Status quo im Bestand auch ein Aufzeigen der Potenziale im Wärmesektor. Zusätzlich werden Optionen der klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr erläutert und entsprechende Maßnahmen zur Zielerreichung ausgearbeitet.

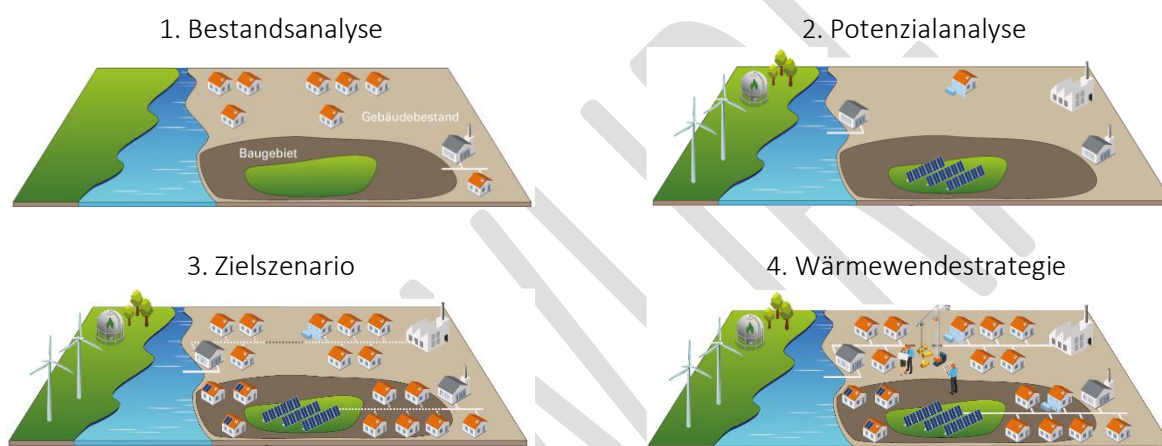


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung nach (KEA-BW & UM, 2021)

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

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

<sup>1</sup> Der Autobahnabschnitt von Bietigheim wurde in dieser Betrachtung nicht 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 Ausarbeitung erfolgte entsprechend der zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen gesetzlichen Anforderungen und entspricht damit dem Stand eines kommunalen Wärmeplans nach dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (§27 KlimaG BW). Somit genießt dieser auf Basis von §5 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) vom Bund nach dem Landesrecht Bestandsschutz. Eine Anpassung an die Bundesvorgaben muss erst im Rahmen der vorgesehenen ersten Fortschreibung, spätestens jedoch bis zum 1. Juli 2030, erfolgen. Allgemein wird erwartet, dass das Land Baden-Württemberg zum Jahr 2025 das KlimaG BW novelliert und an die Bundesvorgaben anpasst.

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

Gemäß §33 Abs. 5 KlimaG BW ist die Gemeinde Bietigheim 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-Württembergs beispielsweise in Form einer kommunalen Satzung erfolgen. Erst mit dieser Entscheidung würde das Gebäudeenergiegesetz für Bestandsgebäude für die ausgewiesenen Gebiete aktiviert werden. Aus demselben Grund ist auch § 71j GEG 2024 „Übergangsfristen bei Neu- und Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes“ noch nicht anzuwenden. Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer können folglich auch nicht die in § 71j Abs. 4 GEG 2024 beschriebenen finanziellen Ansprüche geltend machen, wenn ein vertraglich zugesicherter Wärmenetzanschluss nicht umgesetzt wird. Eine solche verbindliche Situation kann beispielsweise erst entstehen, wenn sich ein Energieversorgungsunternehmen zum Bau eines Wärmenetzes verpflichtet und entsprechende Verträge mit potenziellen Kunden unterschrieben sind. Weiterhin wäre in diesem Fall noch ein Beschluss des Gemeinderats zur Festlegung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes erforderlich.

# Bestandsanalyse

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

Die Gemeinde Bietigheim mit rund 6.600 Einwohnern und einer Fläche von ca. 14 km<sup>2</sup> liegt im nördlichen Landkreis Karlsruhe.

## Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp

Die Daten der Gebäudekategorien und Wohngebäudetypen basieren auf dem Datensatz des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Bietigheim (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 Bietigheim sind 4.175 Gebäude, wovon 2.071 beheizt werden. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, stellen bei den beheizten Gebäuden die Wohngebäude mit einem Anteil von 85 % die dominierende Kategorie dar. Der zweitgrößte Sektor besteht aus gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, die einen Anteil von 11 % ausmachen. Rund 1 % der Gebäude sind öffentlichen Zwecken vorbehalten.

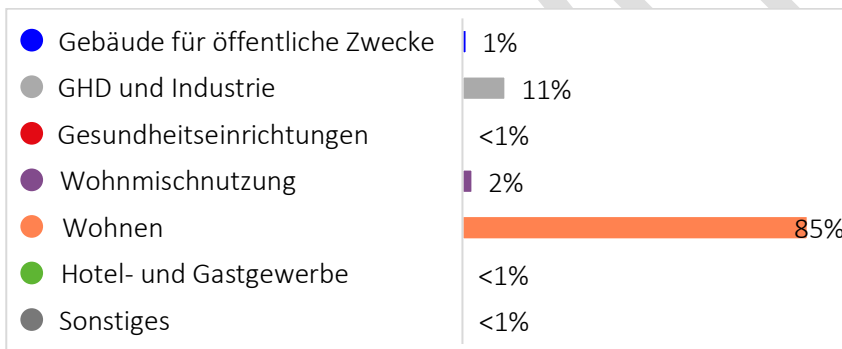


Abbildung 2: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien (beheizte Gebäude)

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 3 und 4. Für Bietigheim mit seinen 1.821 Wohngebäuden zeigt sich, dass weite Teile des Gemeindegebiets von Ein- bis Zweifamilienhäusern sowie Doppel- und Reihenhäusern geprägt sind. Das Weiteren sind ca. 10 % der Wohnbebauung Mehrfamilienhäuser. Die übrigen Typen weisen einen Anteil von weniger als ein Prozent auf und spielen somit eine untergeordnete Rolle.

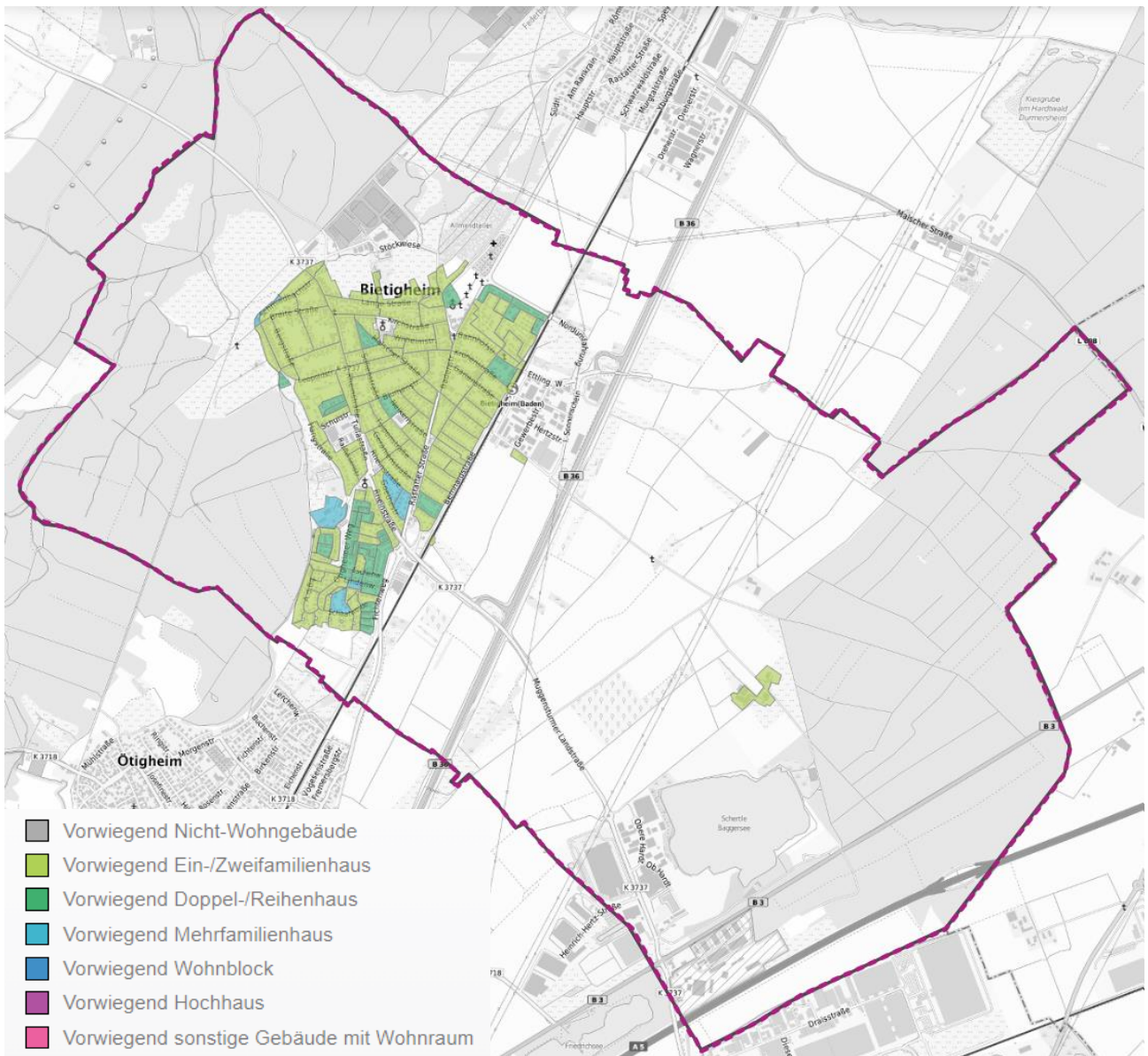


Abbildung 3: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

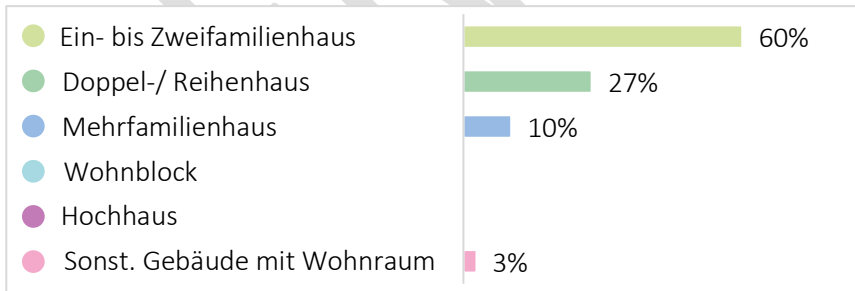


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

## Gebäudealtersverteilung

Die Gebäudealtersverteilung basiert auf den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Bietigheim (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 Bietigheim. In Abbildung 5 ist die Gebäudealtersverteilung auf Baublockebene dargestellt. Es wird ersichtlich, dass ein Großteil der Gebäude vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 errichtet wurden bzw. nur ein Bruchteil der Gebäude (mit Schwerpunkt in den Ortsrandlagen) aus den Jahren nach **ENERGIEplan**

2002 stammt, als 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 gezeigt haben, liegt die Sanierungsrate mit weniger als 1 % deutlich unter den Erwartungen des Bundes zur Erreichung der Energieeffizienzziele (BBB, 2023). Innerhalb der Kommune sind 23 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen.

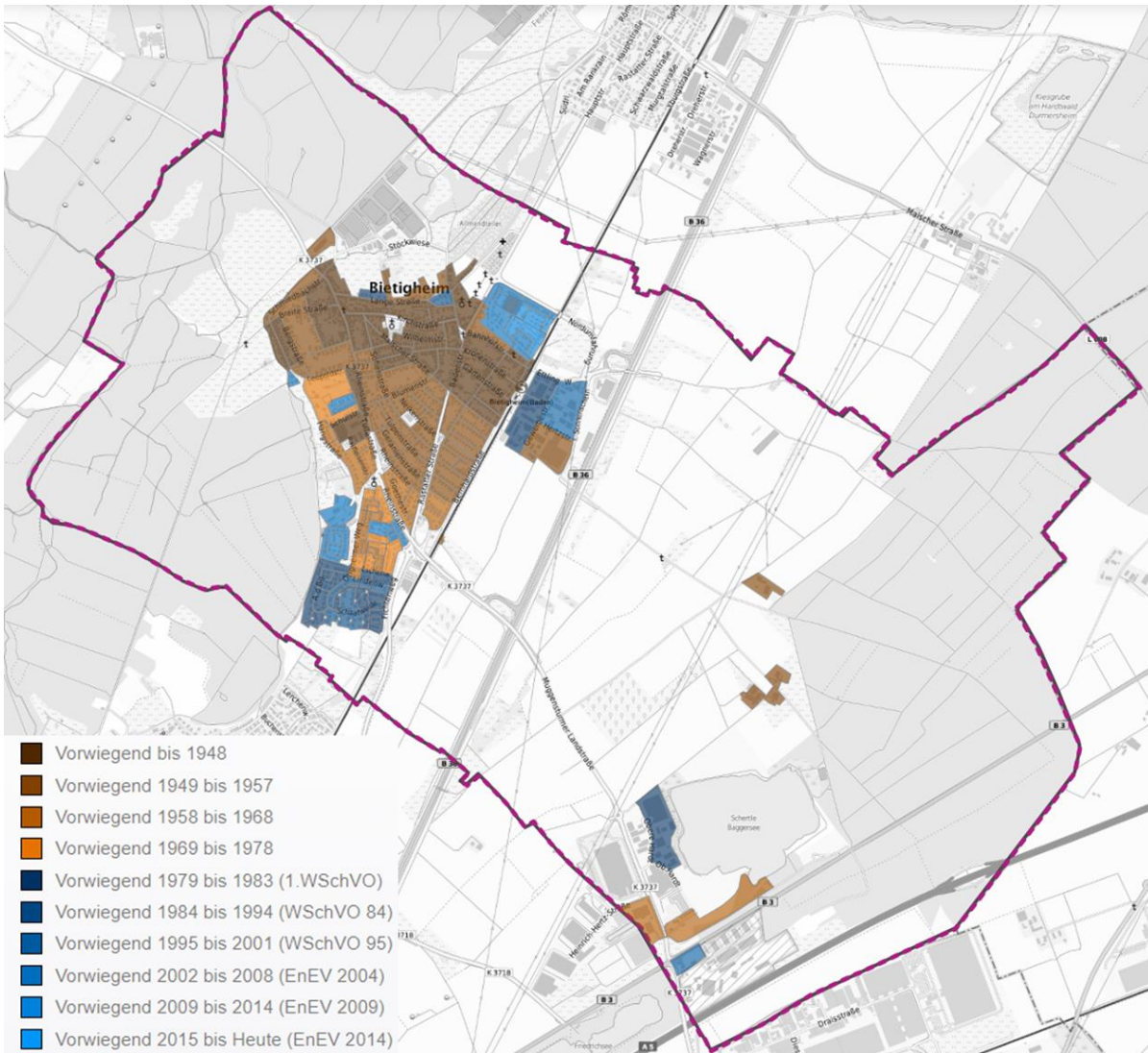


Abbildung 5: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

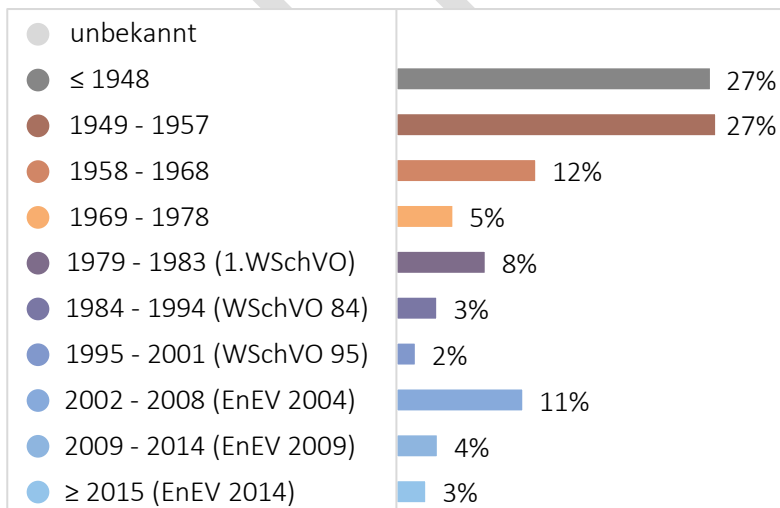


Abbildung 6: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

## 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 Kkehrbüchern der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger. (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 2023; bBSF, 2023)

In Summe umfassen die Kkehrbuchdaten rund 3.000 Feuerstätten in 2.071 Gebäuden. Auch nach manueller Nachbearbeitung der Daten konnte ein Anteil von 14 % aufgrund nicht zuordenbarer Adressdaten keinem Gebäude zugeschrieben werden. Nach Ergänzung der Datenbasis um Angaben wärmestromversorgter Gebäude (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) ergibt sich eine umfassende Darstellung der eingesetzten Energieträger in der Gemeinde Bietigheim.

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 (42 %) und Öl (30 %) beheizt. Ein weiterer nennenswerter Anteil entfällt auf Gebäude mit elektrischer Wärmeversorgung. Hierbei handelt es sich zum einen um alte Nachtstromspeicherheizungen und zum anderen um neuere Wärmepumpen.

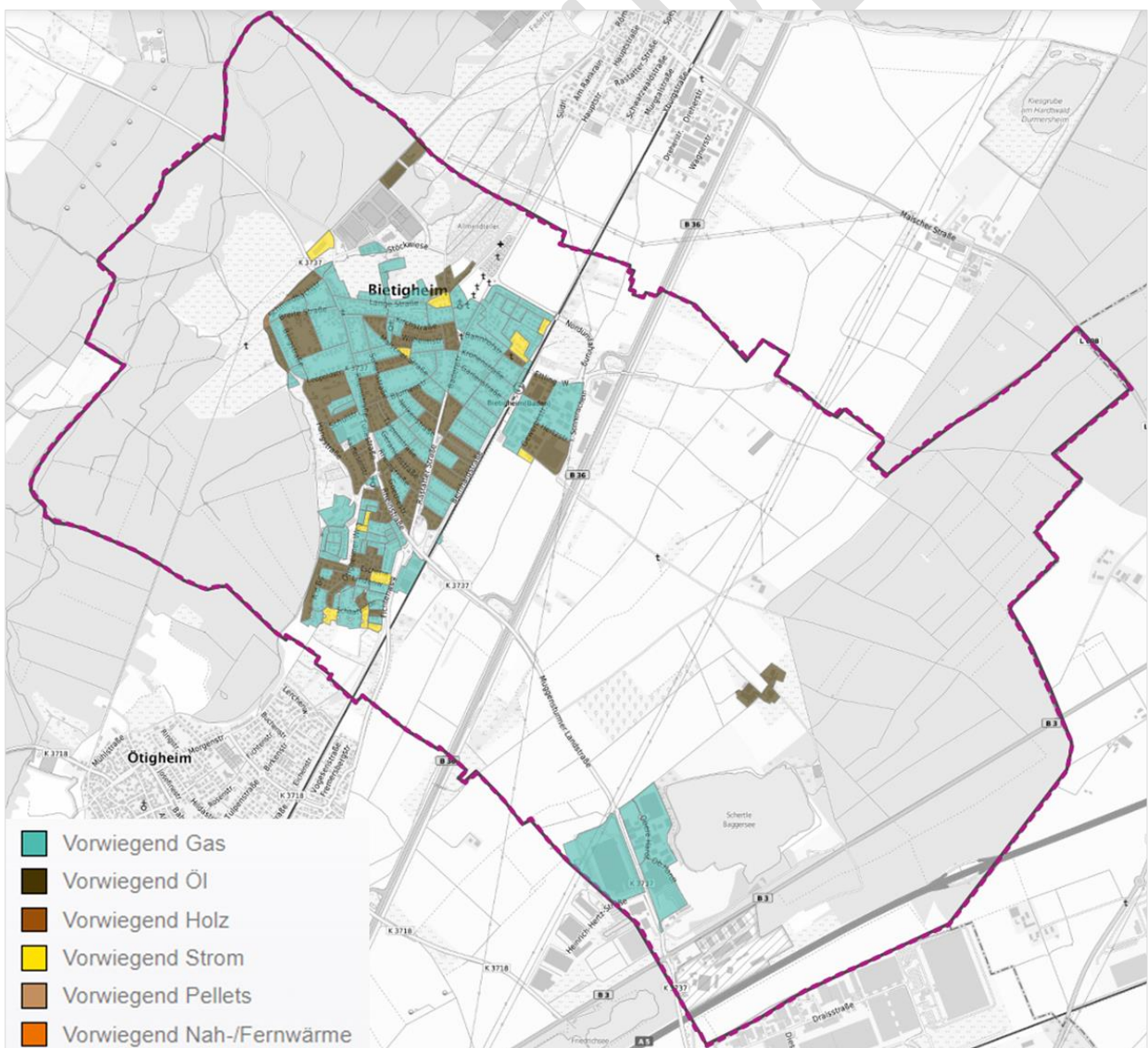


Abbildung 7: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene



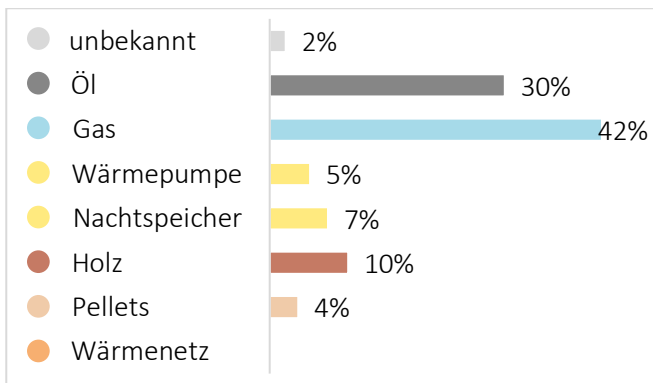


Abbildung 8: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde zudem die Altersverteilung der Feuerstätten untersucht. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten<sup>2</sup> ergibt sich für die bekannten Einbaujahre ein mittleres Alter der Heizungsanlagen von ca. 19 Jahren (Median 17 Jahre). Dabei sind 41 % 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 Ölheizungen im Durchschnitt rund 25 Jahre in Betrieb. Die Abbildungen 9 und Abbildung 10 veranschaulichen die räumliche Verteilung der Feuerstätten-Altersklassen über das Gemeindegebiet sowie die bilanzielle Auswertung.

<sup>2</sup> Für die Gebäude mit Wärmenetzanschlüssen sowie den mit Wärmestrom versorgten Gebäuden konnte kein Einbaujahr der Heizungsanlagen ermittelt werden. Aus diesem Grund ist bei 14 % der Hauptheizungen kein Einbaujahr bekannt.

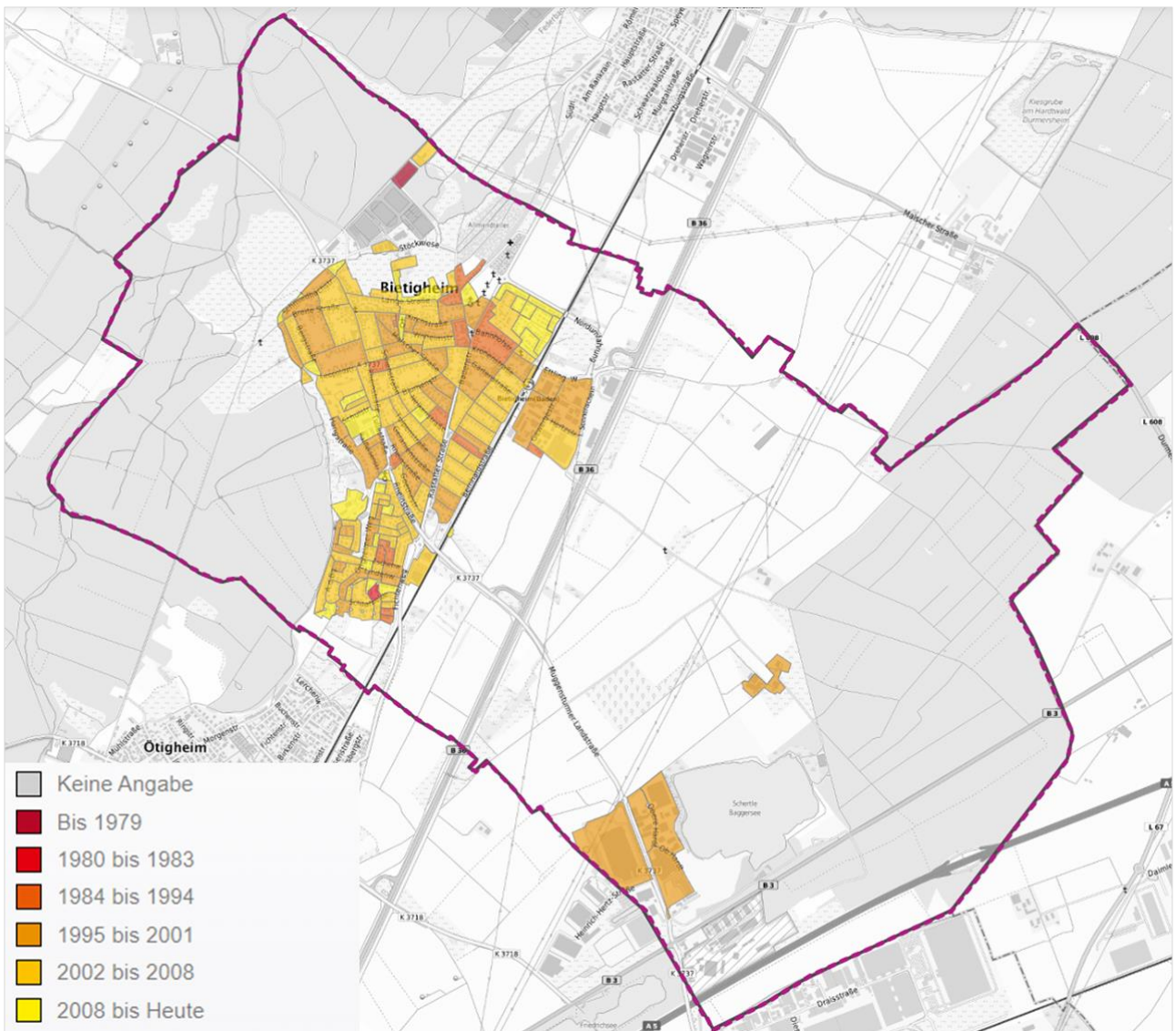


Abbildung 9: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

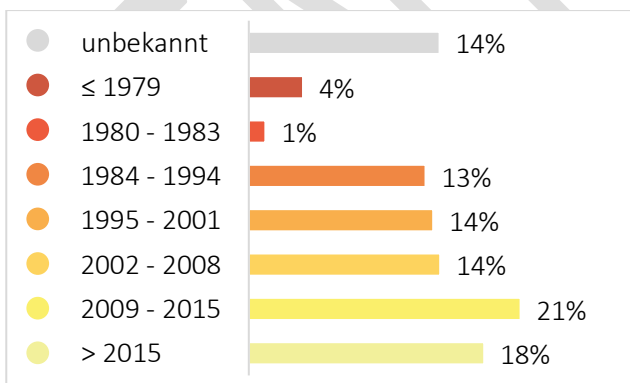


Abbildung 10: Bilanzielle Verteilung der Feuerstätten-Altersklassen

## Großverbraucher

In Bietigheim gibt es 13 identifizierte Großverbraucher<sup>3</sup> mit einem Verbrauch von mehr als 100.000 MWh/a. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Großverbraucher nicht möglich.

<sup>3</sup> Die Zuordnung als Großverbraucher wurde durch Absprache mit der Gemeindeverwaltung definiert.

## Leitungsgebundene Infrastruktur

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

### Gasnetz

Das Erdgasnetz in Bietigheim wurde im Schwerpunkt zwischen 1990 und 1995 errichtet. Die Versorgung des gesamten Gemeindegebiets erfolgt gegenwärtig über das weit verzweigte Gasnetz, wie in Abbildung 11 dargestellt. Derzeit sind rund 850 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung Bietigheim nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis 2031 laufenden Konzession ist die Netze-Gesellschaft Südwest mbH für den Betrieb des Erdgasnetzes von Bietigheim zuständig. Transformationspläne, welche durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüft wurden, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor.

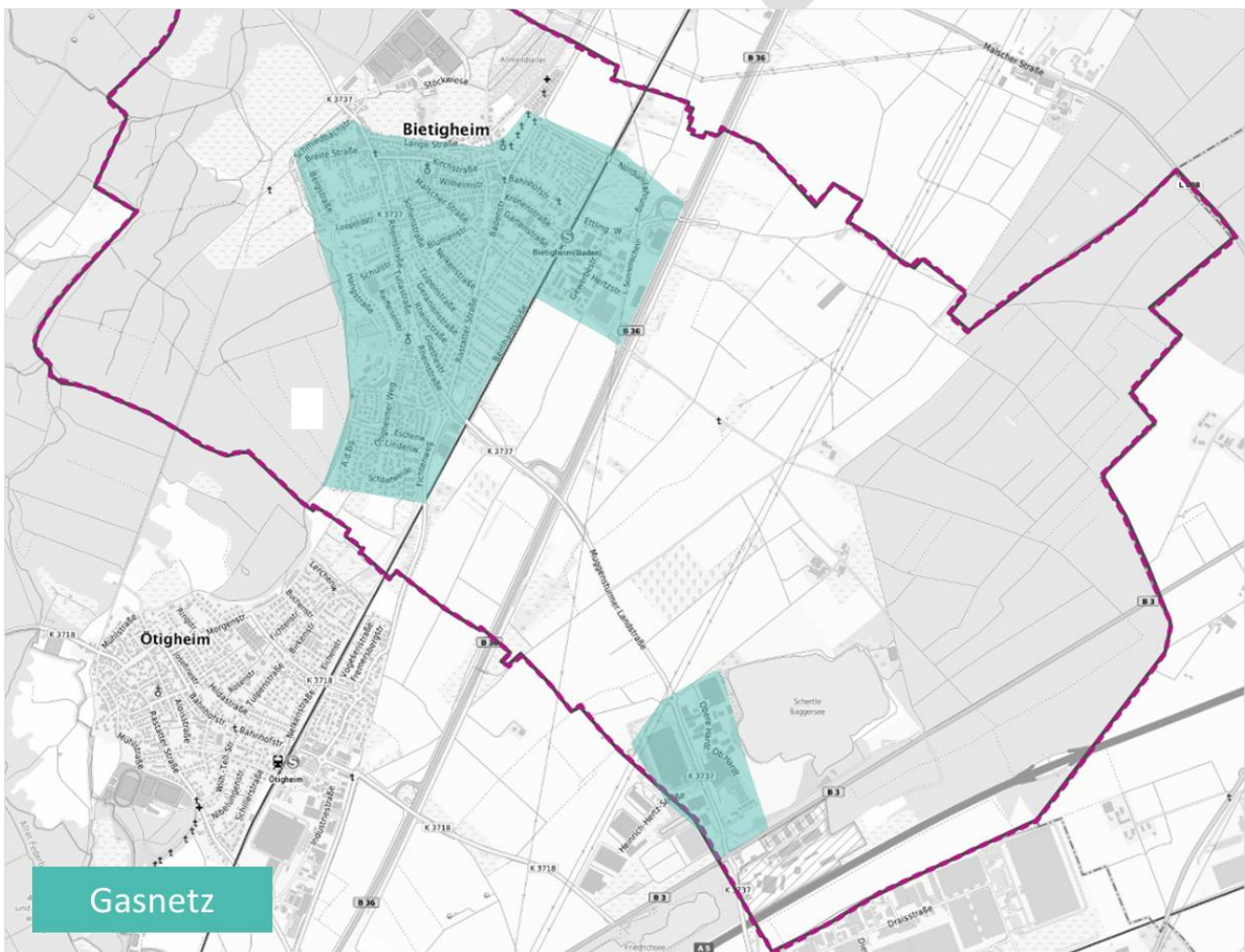


Abbildung 11: Räumliche Verortung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 2023)

### Wärmenetze

In der Gemeinde Bietigheim existieren derzeit keine Wärmenetze.

### Stromnetz

Das Stromnetz in Bietigheim deckt das gesamte Gemeindegebiet ab. Im Rahmen der bis 2026 laufenden Konzession ist die Netze BW GmbH für den Betrieb des Stromnetzes der Gemeinde Bietigheim zuständig. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lagen keine Ausbauplanungen und Schwachstellenanalysen für das betroffene Netz vor.

## Abwassernetz

Das Abwassernetz der Gemeinde Bietigheim sorgt dafür, dass gegenwärtig die gesamte Gemeinde über dieses entwässert wird. Die folgende Abbildung 12 zeigt die Hauptsammler in Bietigheim mit einem Mindestdurchmesser von DN 700. Das Abwasser der Gemeinde Bietigheim wird in der Verbandskläranlage Durmersheim in Au am Rhein geklärt. Die Verbandskläranlage wird durch den Gemeindeverwaltungsverband mit den Mitgliedsgemeinden Au am Rhein, Bietigheim, Durmersheim und Elchesheim-Illingen betrieben.

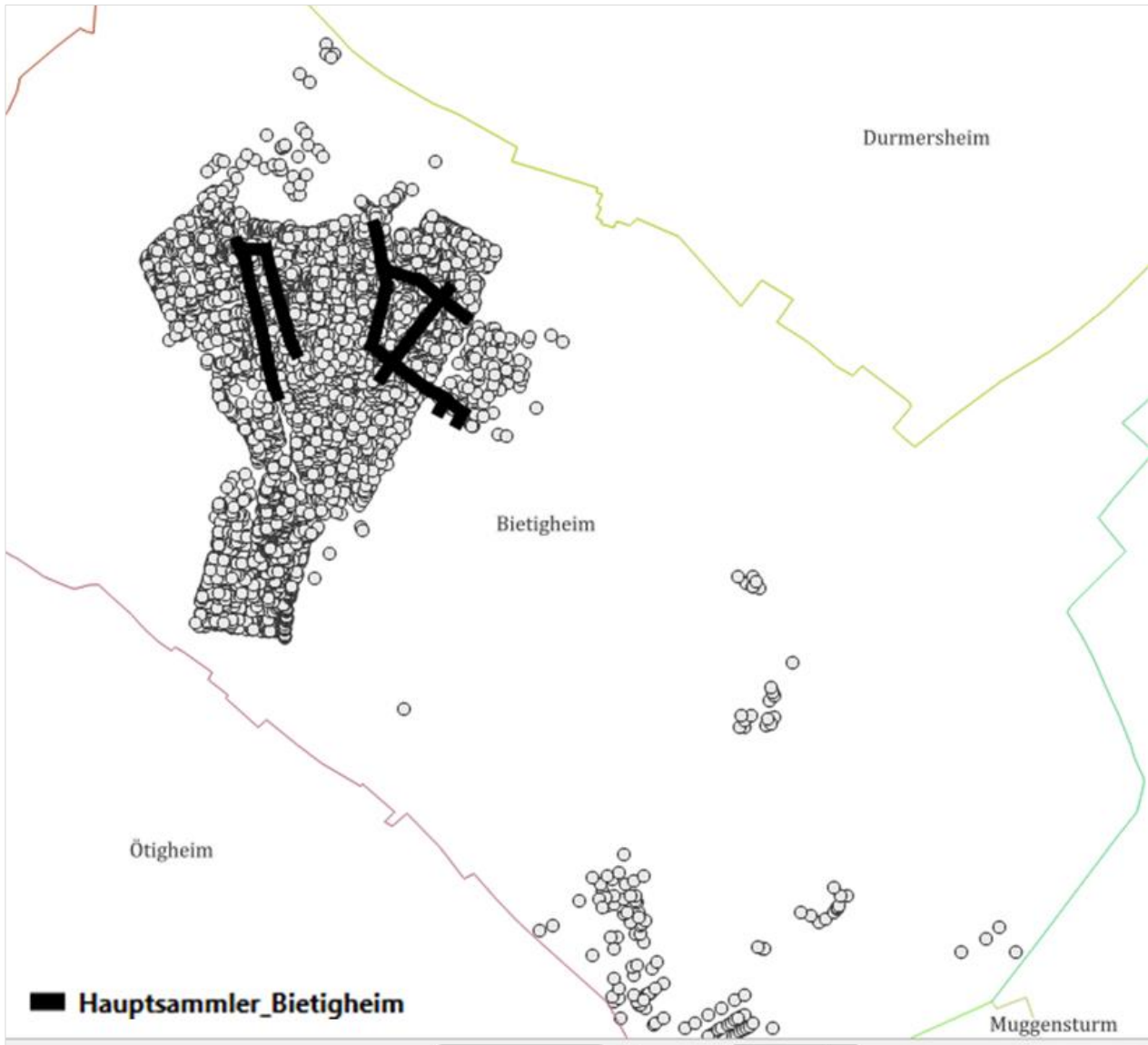


Abbildung 12: Räumliche Verortung des Abwassernetzes (Gemeinde Bietigheim, 2023)

## 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 Territorialbilanz<sup>4</sup> erfolgt mit Hilfe des Bilanzierungstools BICO2 BW, welches auf dem BSKO-Standard basiert. Dieses bildet die Grundlage für die anschließende Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung sowie für die Planung eines effizienten Ressourceneinsatzes.

<sup>4</sup> 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 Merkmale wie Gebäudealter, Gebäudetypen und Gebäudenutzfläche herangezogen um mit ihnen auf typische Bauweisen und Bauteile der Gebäude zu schließen und mit energetischen Kennwerten des Instituts für Wohnen und Umwelt zu bewerten. (IWU, 2022)

Bei Gebäuden, die über leitungsgebundene Energieträger (Erdgas, Strom und Wärme) versorgt werden, liegen die konkreten Verbrauchswerte seitens der Energienetzbetreiber vor und werden in die Berechnung mit einbezogen (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 2023; Netze BW GmbH, 2023). Die Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften basieren auf den Angaben der Gemeindeverwaltung. 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 41 Unternehmen antworteten sechs.

Der Wärmeverbrauch der Gemeinde Bietigheim belief sich im Jahr 2023 auf rund 61.300 MWh, vgl. Abbildung 13. Der Anteil der mittels fossiler Energieträger erzeugten Wärme beträgt rund 77 %. Dabei deckt Erdgas mit etwa 38 % den größten Teil des Bedarfs. Der Anteil der mit Heizöl erzeugten Wärme beträgt 36 %. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Erzeugung effizienter Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) tragen zu einem Anteil von rund 23 % zur Wärmeerzeugung bei. Mit 19 % nimmt die Biomasse den größten Anteil ein. Die restlichen 4 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme. Über Strom werden 3 % der Energie zur Wärmeversorgung bereitgestellt. Eine weitere Aufteilung der Energieträger in dezentrale Wärmebereitstellung (Einzelheizungen) kann Abbildung 13 entnommen werden. Aufgrund der nicht existierenden Wärmenetze konnte auf die Darstellung der zentralen Wärmebereitstellung verzichtet werden.

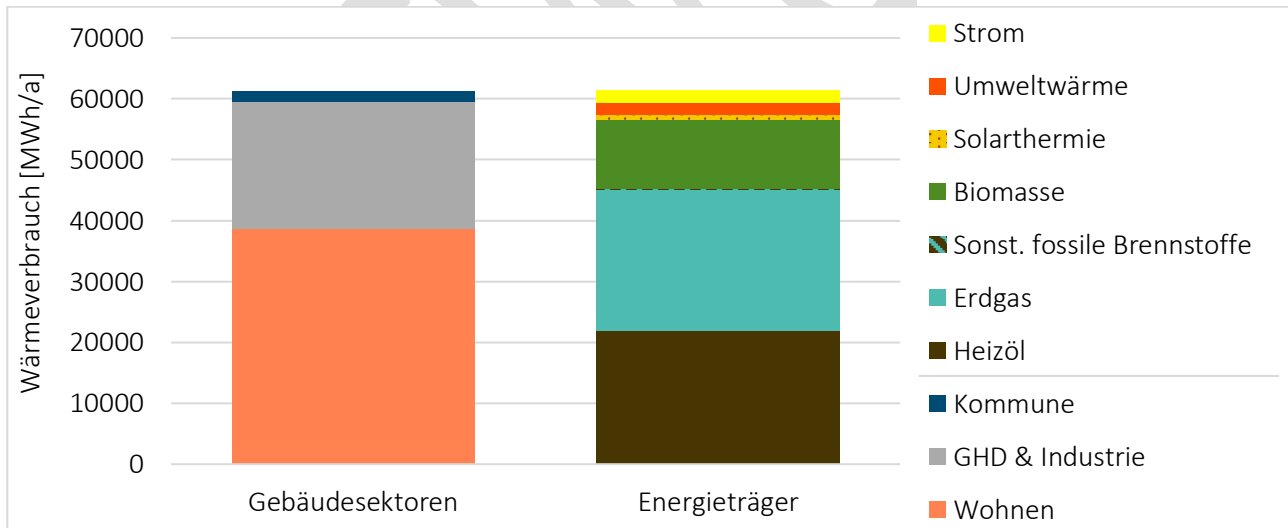


Abbildung 13: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

Bei genauer Betrachtung der Energieträgerverteilung auf die einzelnen Gebäudesektoren entfallen rund 63 % des Wärmeverbrauchs auf die Wohngebäude, 33 % auf die Sektoren GHD & Industrie sowie 1 % auf die kommunalen Liegenschaften.

Eine geografische Verortung von Gebieten mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf können flächenbezogen der Abbildung 14 und bezogen auf die Wärmedichten<sup>5</sup> aus Abbildung 15 entnommen werden. Damit können gezielt Gebiete mit hohem Handlungsbedarf identifiziert werden.

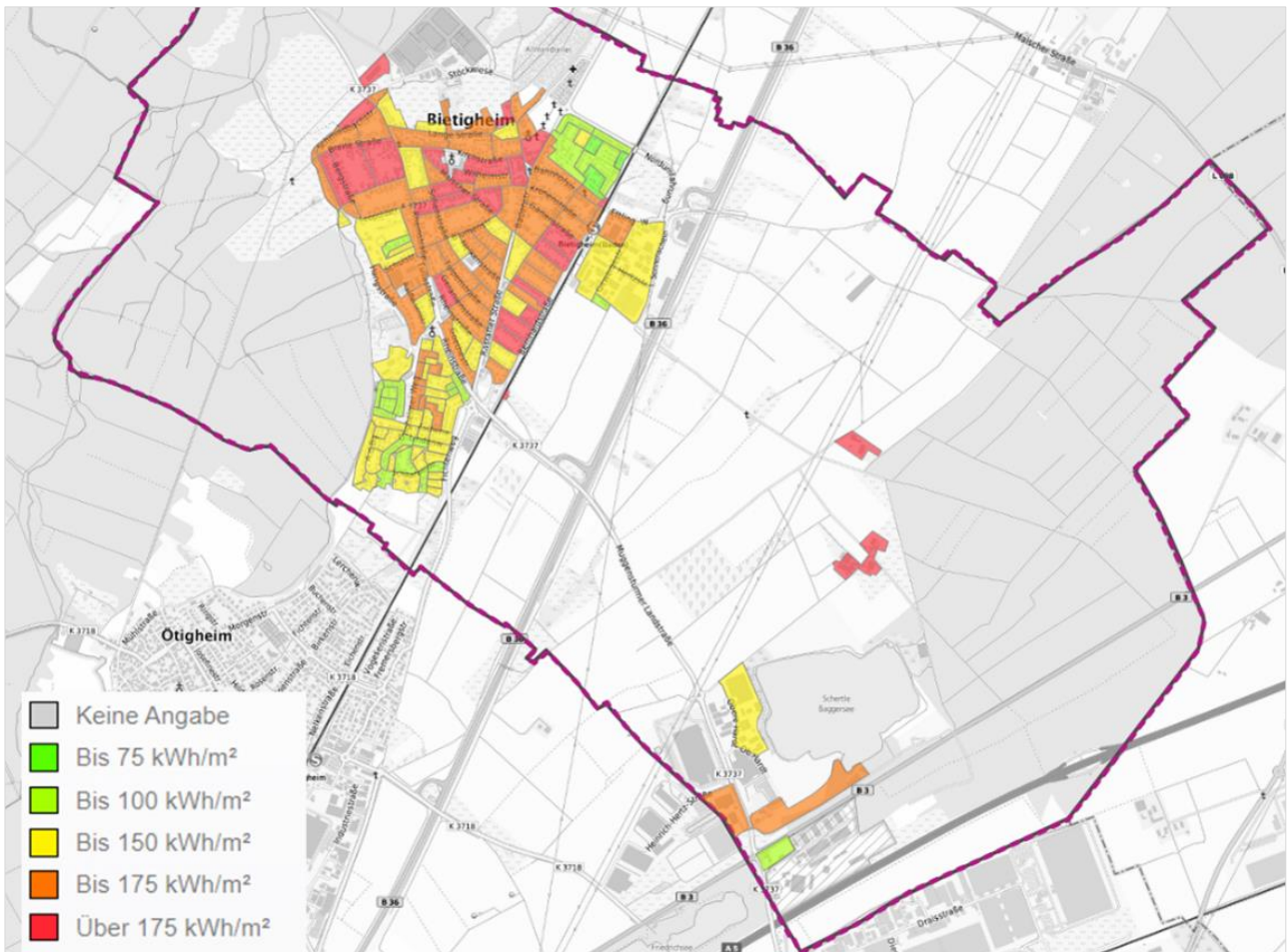


Abbildung 14: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme

<sup>5</sup> Wärmedichten zeigen als Quotient aus Wärmemenge, die innerhalb eines Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher abgesetzt wird und dem laufenden Straßenmeter auf. Diese dienen z. B. als Planungsgrundlage für den Ausbau von Wärmenetzen.

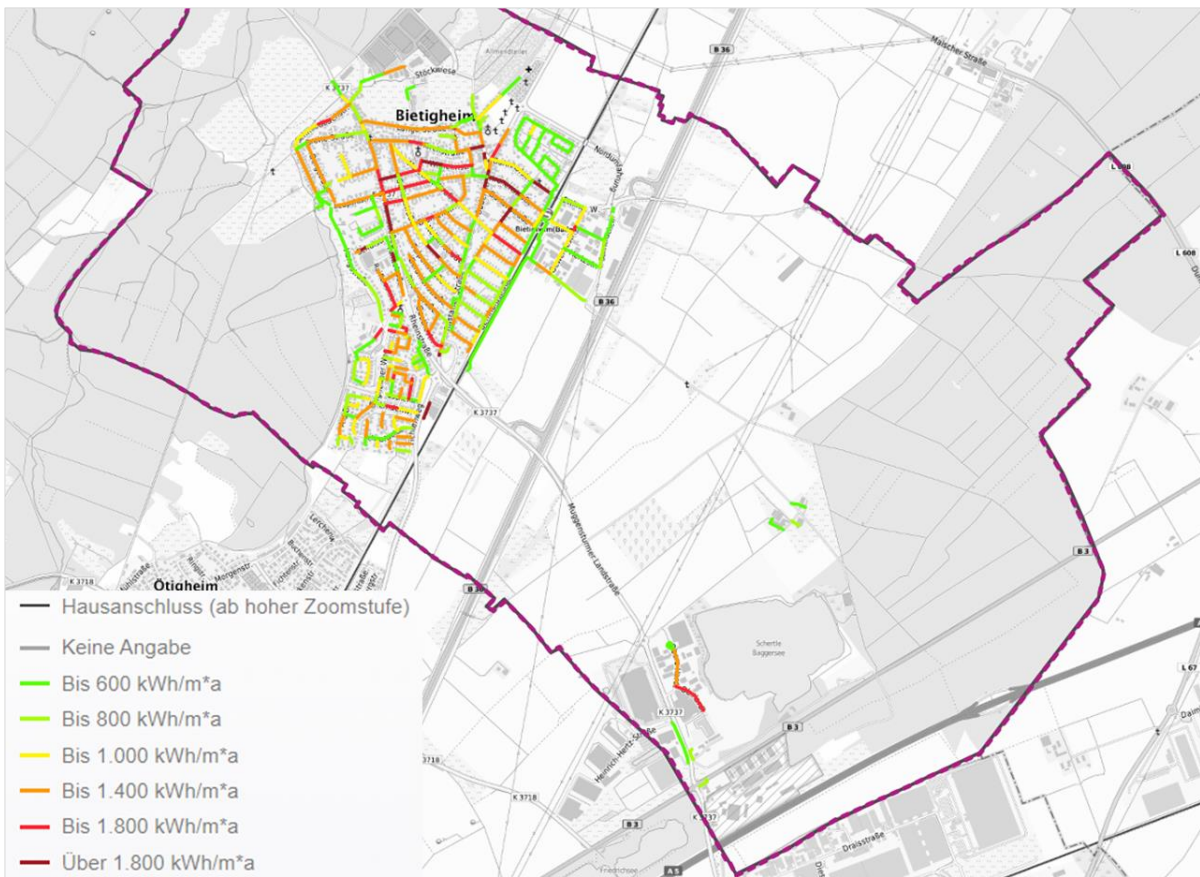


Abbildung 15: Räumliche Verortung der Wärmelinendichten

### Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Bietigheim beträgt im Jahr 2023 ca. 20.000 MWh. Davon entfallen nahezu gleiche Teile auf die Sektoren Wohngebäude (46 %) und GHD & Industrie (47 %). Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen 2 %. Der relative Anteil des Stroms am Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Bietigheim beträgt 19 %. Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt heute zur Deckung von ca. 21 % des Strombedarfs der Gemeinde Bietigheim bei und wird nahezu vollständig durch Photovoltaik-Anlagen. Bei den restlichen 79 % handelt es sich um Strom mit der Zusammensetzung des deutschen Strommixes. Da in diesem wiederum auch ein Anteil von 52 % (Stand 2023) erneuerbar zur Verfügung steht (AGEE-Stat, 2023), beträgt der relative Stromanteil aus erneuerbaren Energien in Bietigheim 62 %.

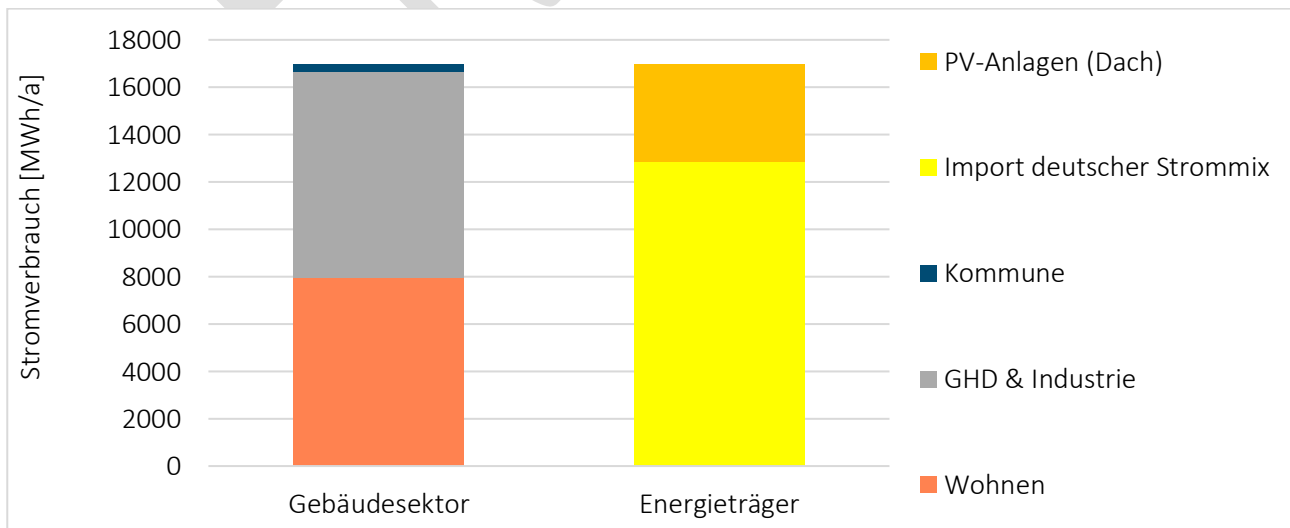


Abbildung 16: Bilanzierung des Endenergiebedarfs Strom auf Basis der Gebäudesektoren und Energieträger

## Energieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern

Im Jahr 2023 wurden im Verkehrssektor rund 24.600 MWh Kraftstoff und unter 1.100 MWh Strom verbraucht, was einem Anteil von ca. 23 % am Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Bietigheim 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 53 Mio. km (nur Autobahn) würde die Bilanz zu stark verzerren. Der Vollständigkeit halber sei aber darauf hingewiesen, dass sich durch diese Vorgehensweise der Energiebedarf im Verkehrssektor von 86.000 MWh/a auf 24.600 MWh/a reduziert.

## Treibhausgasbilanz

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

Insgesamt ergeben sich für Bietigheim Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Höhe von ca. 12.700 tCO<sub>2</sub>Äq/a. Für den Stromsektor ergeben sich Treibhausgasemissionen von ca. 8.800 tCO<sub>2</sub>Äq/a und für den Verkehrssektor ungefähr 7.700 tCO<sub>2</sub>Äq/a (27.000 tCO<sub>2</sub>Äq/a mit Autobahn). Die sektorale Verteilung ist in Abbildung 17 dargestellt.

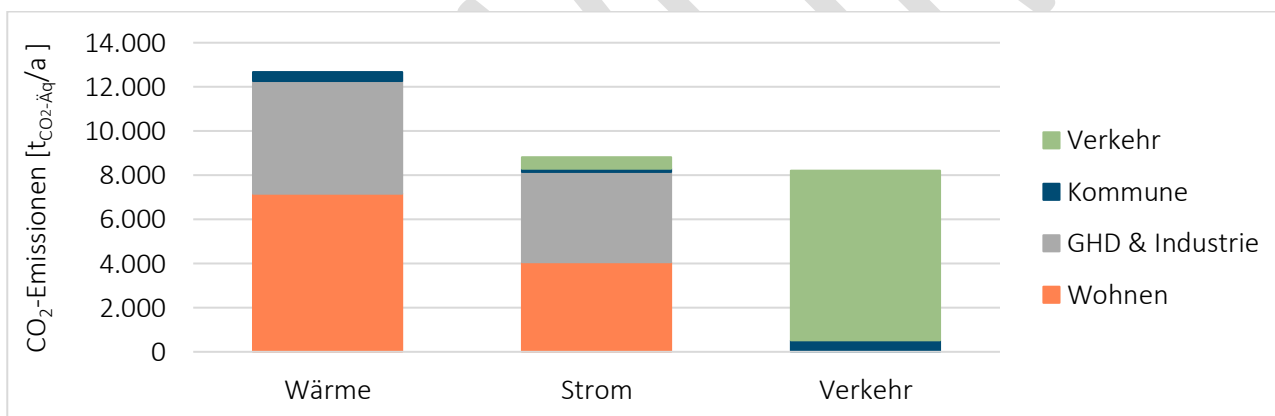


Abbildung 17: Energieträgerspezifische Emissionen in den Sektoren Wärme, Strom und Verkehr



## 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
<b>Energieverbrauch</b>	MWh/a		
Aktueller Verbrauch	61.300	20.000	24.600
<b>Treibhausgasemissionen</b>	t <sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub> /a		
Aktueller Ausstoß	12.700	8.800	7.700

<b>Energieerzeugung</b>	MWh/a	
Bestand erneuerbare Energien (lokal erzeugt)	14.100	4.100
<b>Bedarfsdeckung</b>	MWh/a	
Überschuss erneuerbare Energieerzeugung	0	0
Defizit erneuerbare Energieerzeugung	47.200	15.900
Deckungsanteil lokale EE-Erzeugung an Energieverbrauch	23 %	21 %
Deckungsanteil lokale EE-Erzeugung an Energieverbrauch (inkl. Deutscher Strommix)	-	62%

# 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<sup>6</sup> 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 % ( $\approx 1,2 \%/a$ ) (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 18. Dies gibt einen ersten Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial in Bietigheim 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 CO<sub>2</sub>-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.

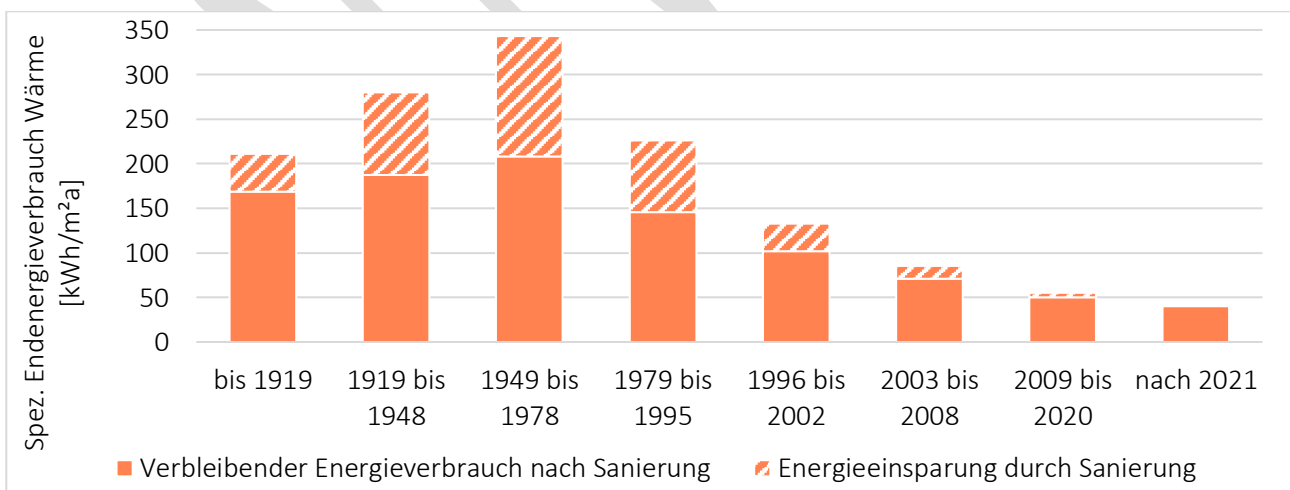


Abbildung 18: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen im Ist-Zustand und nach energetischer Sanierung für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

<sup>6</sup> Die Sanierungsrate gibt grundsätzlich an, welcher Gebäudeanteil durchschnittlich pro Jahr saniert wird. Eine Sanierungsrate von 1 % bedeutet beispielsweise, dass jährlich eines von 100 Gebäuden saniert wird. Folglich würde es 100 Jahre dauern bis alle Gebäude saniert wurden.

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

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

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

Da in Bietigheim zudem die Erschließung der Neubaugebiete Birkig 1 bis 4 voranschreitet (Birkig 1 derzeit in Umsetzung), wird der hier zu erwartende Wärmebedarf in die Bedarfsentwicklung einbezogen. Für die Neubauten wird ein KfW-55 Standard angesetzt und der geplante Wohnflächenbedarf. Durch den Zubau ergibt sich bis zum Jahr 2040 ein zusätzlicher Wärmebedarf von 3.000 MWh/a.

## Nichtwohngebäude

Der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden wird im Gegensatz zu Wohngebäuden in der Regel stärker durch die Nutzung als durch die Baualtersklasse und den Sanierungsstand bestimmt. Für die Gebäudesektoren Industrie und anteilig 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, werden die Einsparungen auf Basis dreier unterschiedlicher Varianten ermittelt. Zum einen wird davon ausgegangen, dass sich die Energieeinsparungen durch zukünftige Effizienzsteigerungen und der Anstieg des Prozesswärmebedarfs durch weiteres Wirtschaftswachstum die Waage halten. Unter dieser Annahme wird also im Mittel keine Veränderung des Prozesswärmebedarfs erwartet. Zum anderen können zur Abschätzung der zukünftigen Verbräuche die Rückmeldungen aus den Unternehmensfragebögen individuell für die Kommune ausgewertet und hochgerechnet werden. Als dritte Variante werden die in Abbildung 19 dargestellten pauschalen, gebäudesektorspezifischen Annahmen der KEA BW zugrunde gelegt (KEA-BW & UM, 2021). Daraus ergibt sich eine potenzielle Veränderung des Wärmebedarfs bis 2040 um 41 % auf 13.400 MWh/a.

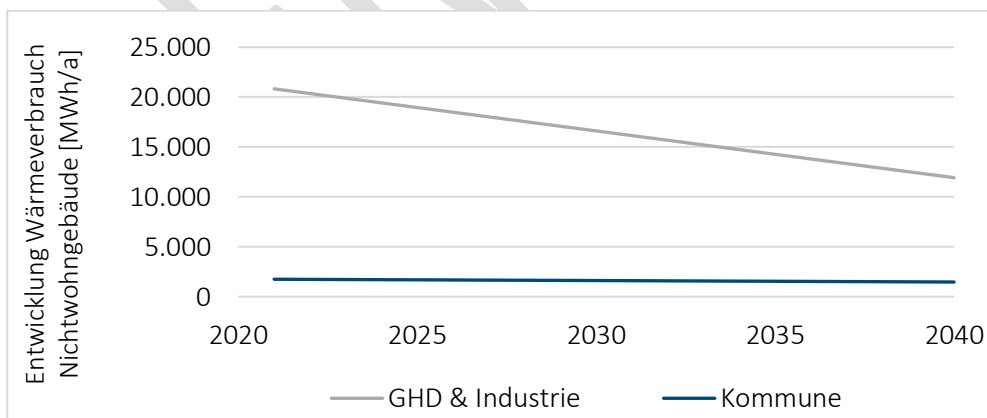


Abbildung 19: Pauschale, gebäudesektorspezifische Annahmen zur Veränderung des Wärmeverbrauchs für Nichtwohngebäude (KEA-BW & UM, 2021)

## Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung

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

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

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

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

### Abfall

Auf dem Gebiet der Gemeinde Bietigheim findet keine Wärmeerzeugung aus Abfällen in entsprechenden Verbrennungsanlagen statt. Aus heutiger Sicht werden aufgrund der geringen Abfallmenge 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 Bietigheim anfallende energetisch nutzbare Jahreseinschlag an Holz sowie Waldhackgut ermöglicht eine energetische Bereitstellung von ca. 1.700 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 580 MWh/a, welches derzeit über den Landkreis Rastatt verwertet wird. Insgesamt ergibt sich ein nachhaltig nutzbares Biomassepotenzial von ca. 2.300 MWh/a und damit eine bilanzielle Überschreitung des lokal genutzten Biomasseanteils.

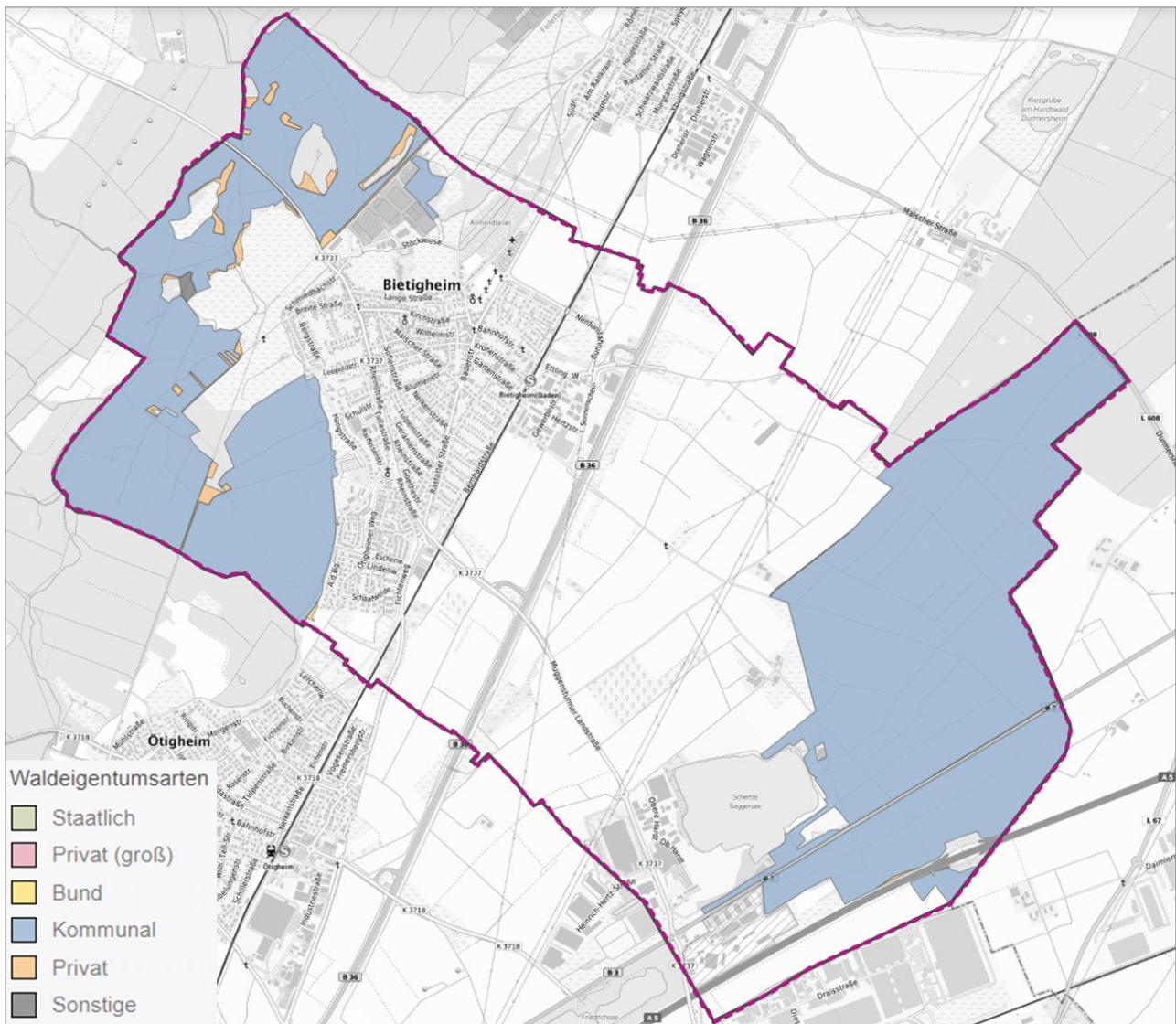


Abbildung 20: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021)

## Deponie-, Klär- & Grubengas

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

## „Grüne Gase“

Unter „grünen Gasen“ werden vor allem die Energieträger Biogas, Wasserstoff und synthetische Brennstoffe zusammengefasst. Auf dem Gemeindegebiet von Bietigheim 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. 13. Aktuell genutzte Potenziale

ergeben sich daraus nicht. Es konnten für den Hochtemperaturbereich (größer 80 °C) in Höhe von 750 MWh/a ermittelt werden. Für den Niedertemperaturbereich (kleiner 80 °C) liegen keine Potenziale vor. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Abwärmequellen nicht möglich.

## Solarthermie

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

### *Dachflächen*

Die derzeitige Nutzung dieses Potenzials beträgt rund 900 MWh/a. Für Bietigheim wurde ein Gesamtpotenzial auf den Dachflächen von knapp 3.700 MWh/a identifiziert (die überwiegende solare Nutzung erfolgt durch Photovoltaik). Die Grundsätzliche Eignung der Gebäudedächer ist analog zur Photovoltaik der Abbildung 26 zu entnehmen.

### *Freiflächen*

Für die Energiebereitstellung in Wärmenetzen ist die Solarthermie auf Freiflächen bereits heute ein wichtiger Baustein und kann vor allem im Sommerhalbjahr die Grundlastwärme bereitstellen. Bei Freiflächenanlagen wird die Wärme über einen Speicher in das Netz eingespeist. In Bietigheim sind aktuell keine Freiflächensolarthermieanlagen in Betrieb. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden auch keine konkreten Flächen identifiziert.

## Umweltwärme

Als Umweltwärme werden in Folgenden alle Wärmequellen aus Gewässern, dem Erdreich oder der Außenluft zusammengefasst. Diese niederwertige Energieform wird in der Regel mittels Wärmepumpen nutzbar gemacht. Dabei wird der Umwelt Wärme entzogen und mittels einer Antriebsenergie (in der Regel Strom aber z. B. auch Gas möglich) auf ein höheres Temperaturniveau angehoben. Bevorzugte Gebäude für den Einsatz von Wärmepumpen sind vor allem Gebäude mit einem guten energetischen Standard und entsprechend niedrigen Vorlauftemperaturen im Wärmeverteilsystem. Dies ist vor allem bei Neubauten und energetisch sanierten Altbauten der Fall. Aber auch unsanierte Altbauten können durchaus mit Wärmepumpen versorgt werden. Hier können jedoch (Teil-)Sanierungen bzw. bauliche Anpassungen, z. B. in Form einer Vergrößerung der Heizflächen, notwendig sein. Insgesamt sind in Bietigheim 126 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeerzeugung von rund 1.900 MWh/a im Einsatz. (Netze BW GmbH, 2023)

## Abwasser

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

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

nach Nennweiten ist in Abbildung 12 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass in Bietigheim keine Kanalstränge mit entsprechenden Parametern vorhanden sind und somit auch keine nennenswerten Potenziale zur Abwassernutzung im Kanalnetz bestehen.

Eine weitere Möglichkeiten zur Nutzung der Abwasserwärme bestehen 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. Das Abwasser der Gemeinde Bietigheim wird in der Verbandskläranlage Durmersheim in Au am Rhein geklärt. Die Verbandskläranlage wird durch den Gemeindeverwaltungsverband mit den Mitgliedsgemeinden Au am Rhein, Bietigheim, Durmersheim und Elchesheim-Illingen betrieben. Da die Kläranlage nicht auf der Gemarkung Bietigheim liegt, ist kein Potenzial für Bietigheim vorhanden.

### **Oberflächengewässer**

Auf dem Gebiet der Gemeinde Bietigheim findet derzeit keine Wärmeerzeugung aus Oberflächengewässern statt. Da in Bietigheim jedoch mit dem Scherlte-See ein Baggersee von relevanter Größe vorhanden ist, wird dieser 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. 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. Für Bietigheim lässt sich ein Potenzial von 7.500 MWh/a ermitteln.

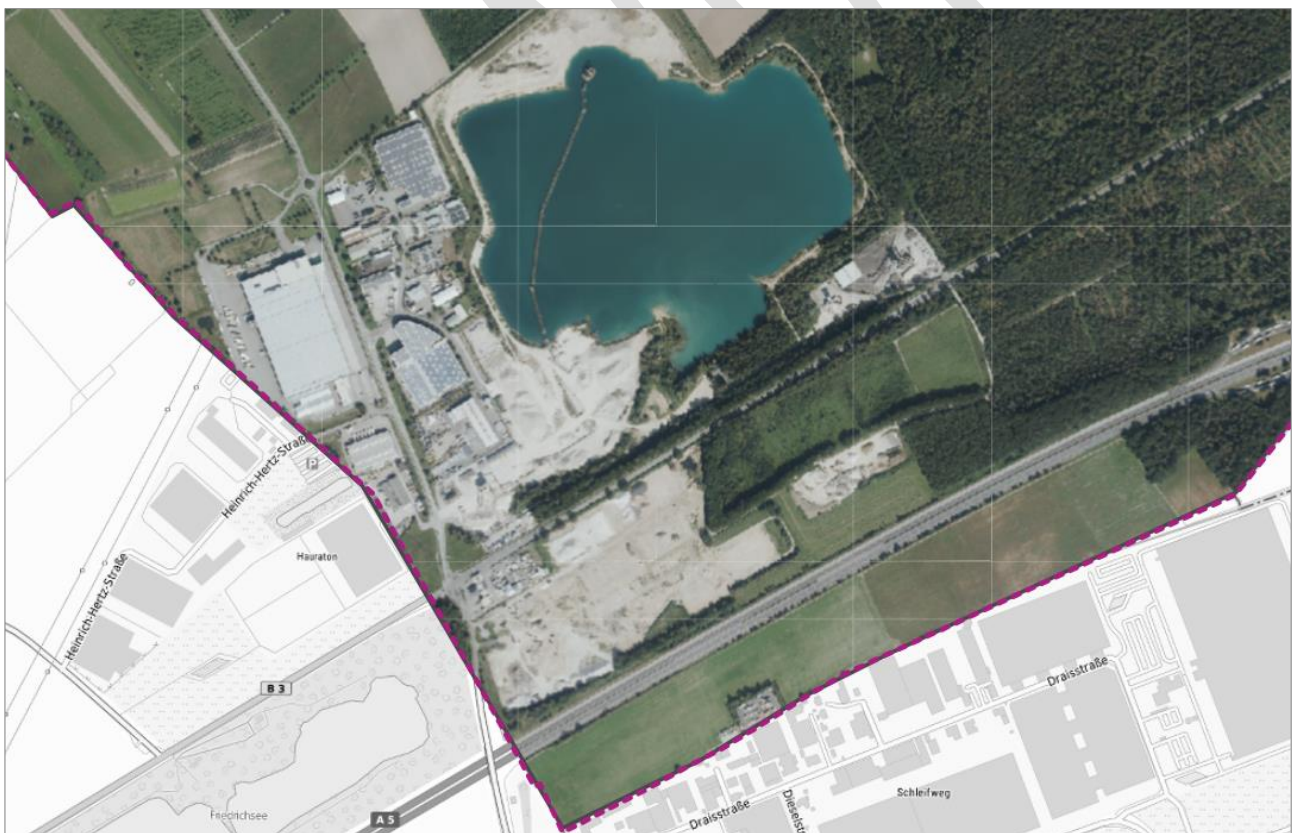


Abbildung 21: Orthofoto Scherlte-See

### **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 Bietigheim wurden bisher keine bekannten Bohrungen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie niedergebracht.

Ein Ausschluss einzelner Gebiete für die Erdwärmennutzung erfolgt z. B. aufgrund einer zu geringer zulässiger Bohrtiefen, genutzter Grundwasservorkommen im Einzugsgebiet oder räumlich eng wechselnden Untergrundverhältnisse. Auch können Gebiete mit erforderlicher Einzelfallprüfung ausgewiesen werden. In Bietigheim sind aus wasserwirtschaftlicher Hinsicht nur die Gebiete östlich des Ortskerns (kariierter Bereich) geeignet, vgl. Abbildung 22. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)



Abbildung 22: Ausschlussgebiete und Restriktionen zur Erdwärmennutzung (RP Freiburg; LGRB, 2021)

Auf Basis einer landesweiten, flurstückscharfen Auswertung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA BW) zum Erdwärmesondenpotenzial auf ergibt sich für die Gemeinde Bietigheim ein theoretisches Gesamtpotenzial im Bereich zwischen 3.200 und 6.900 MWh/a (KEA-BW, 2022).



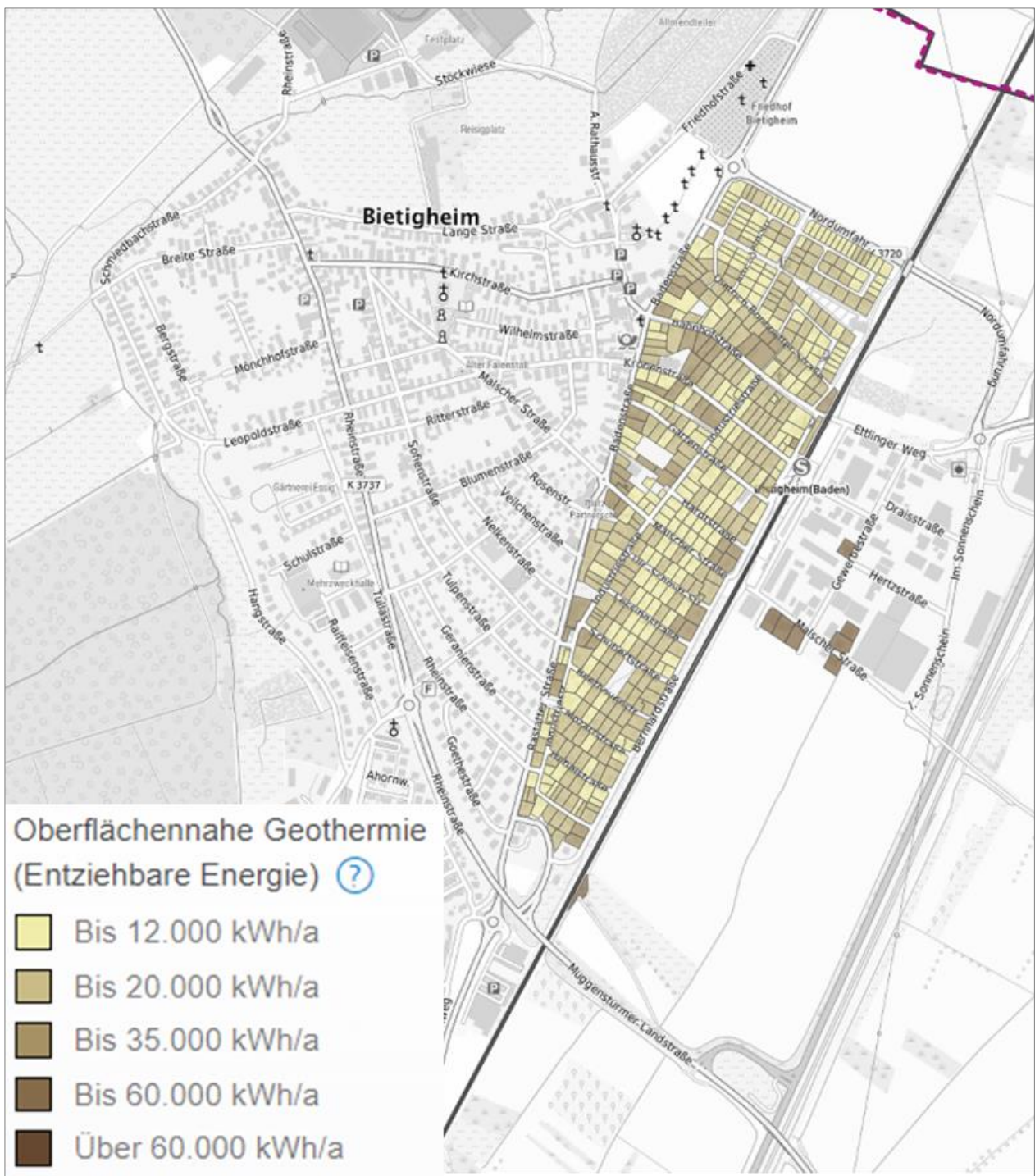


Abbildung 23: Räumliche Verortung des theoretischen Gesamtpotenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden (entziehbare Energie) (KEA-BW, 2022)

### 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.

Derzeit sind in Bietigheim 126 Wärmepumpen bekannt. Abzüglich der Anlagen, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzen, verbleiben 126 Wärmepumpen mit Außenluftnutzung.

## Tiefengeothermie

Hinsichtlich der Tiefengeothermie sind auf dem Gebiet der Gemeinde Bietigheim, wie auch im übrigen Oberrheingraben, Potenziale zur Nutzung vorhanden. Diese unterscheiden sich im Vergleich zu den oberflächennahen Potenzialen vor allem darin, dass deutlich größere Bohrtiefen (bis zu 4.000 m) erreicht werden können und damit deutlich höhere Energieerträge erzielt werden können. Eine Nutzung der tiefengeothermischen Potenziale findet in Bietigheim derzeit jedoch nicht statt.

Für die Gemarkung Bietigheim liegen keine 3D-Seismik-Daten vor, weshalb diese Potenzialabschätzung nur als erster Aufschlag gesehen werden kann. Durch Gespräche mit dem Inhaber der Aufsuchungserlaubnis in diesem Gebiet, der Deutschen Erdwärme GmbH, konnte ein vorläufiges Potenzial von 10 bis 35 MW Wärmeentzugsleistung und einem Jahresertrag von 80.000 bis 280.000 MWh ermittelt werden. Hierbei gilt erneut anzuführen, dass diese Zahlen erst mittels weiterer Untersuchungen validiert werden müssen und es sich somit um vorläufige Zahlen handelt. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass eine realistische Erschließung der Tiefengeothermie nur durch einen ausreichenden Wärmeabsatz, wobei Großabnehmer (z.B. Industrie) wesentlich sind, und den Aufbau von Wärmenetzen gelingen kann. Die Tiefengeothermie muss daher interkommunal gedacht werden, was im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Darstellung des Bauplatzes einer Tiefengeothermieranlage.



Abbildung 24: Drohnenaufnahme des Bohrplatzes in Graben-Neudorf (Deutsche ErdWärme GmbH, 2022)

## (Über-)regionale Potenziale zur Wärmeversorgung

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

Gemäß den fachlichen Vorgaben der Kommunalrichtlinie sollen grüne Gase in der Wärmeversorgung nur dort berücksichtigt werden, wo geeignete Alternativen fehlen und sie effizient und ressourcenschonend eingesetzt

werden können (BMWK, 2022). Unter diesen Voraussetzungen werden grüne Gase im Zielszenario wie folgt berücksichtigt:

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

## Wasserstoff

Die sinnhafte Einsatzmöglichkeit von Wasserstoff definiert durch die Kommunalrichtlinie wurde im vorigen Abschnitt erläutert. Ausbaupläne der vorgelagerten Netzbetreiber zeigen die Möglichkeit einer Wasserstoffversorgung auf der Gemarkung Bietigheim. So zeigt die Terranets BW (Gasfernleitungsnetzbetreiber u.a. Baden-Württemberg) mit deren Plan zur Transformation die Cluster zum Ausbau des Wasserstoffnetzes. Hierbei ist ein Anschluss der Gemeinde Bietigheim nach derzeitigem Planungsstand frühestens ab dem Jahr 2040 denkbar. Die zentrale Frage beim Thema Wasserstoff bleibt neben der Verfügbarkeit der Infrastruktur die Verfügbarkeit ausreichender Mengen an Wasserstoff. Eine ausreichende Erzeugung innerhalb der Gemarkung Bietigheim ist, wie die Potenzialanalyse zeigt, nicht möglich.

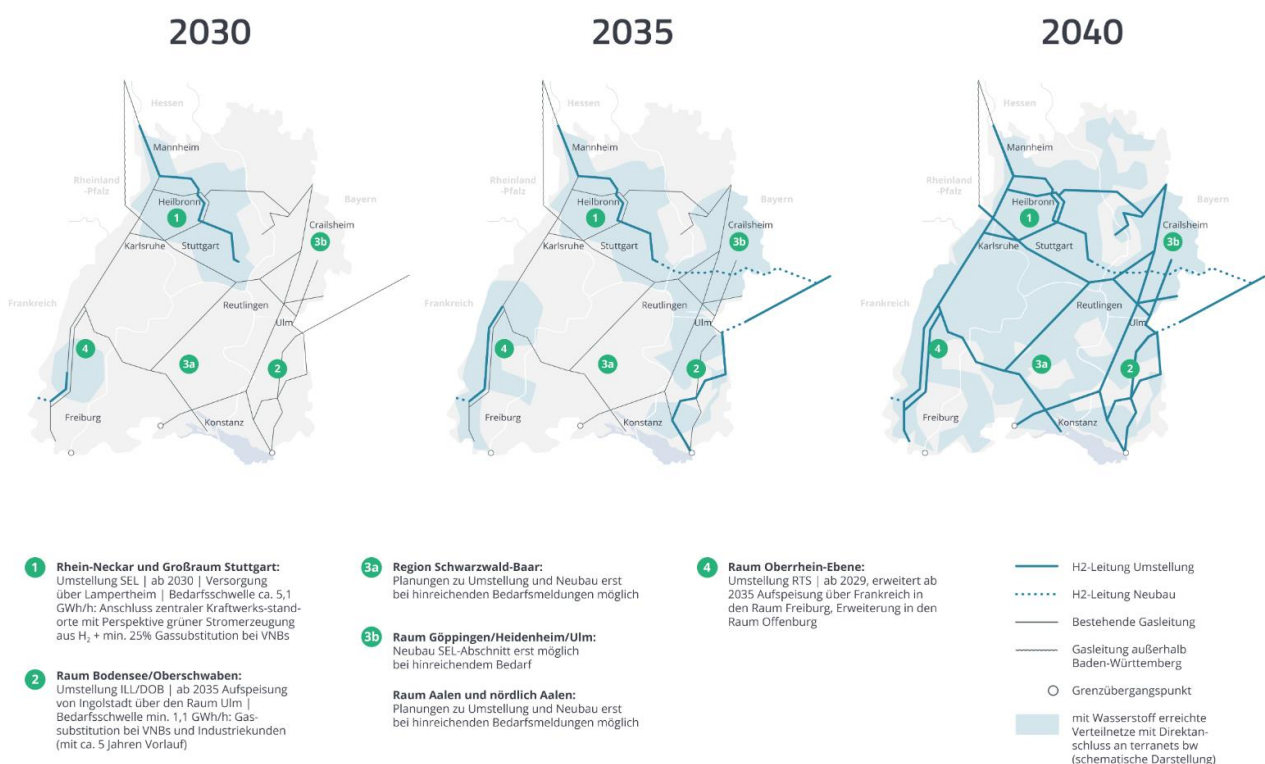


Abbildung 25: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW (TerranetsBW, 2024)

## Tiefengeothermie

Auf der Gemarkung Bietigheim besteht grundsätzlich die Möglichkeit, Tiefengeothermie zu nutzen. Dieses Potential ist auch in den umliegenden Gemeinden vorhanden. Weitere Untersuchungen sind zur Hebung der Potenziale essenziell. Für eine sinnvolle Nutzung der Tiefengeothermie ist es notwendig, die kommunalen Wärmeplanungen der jeweiligen Kommunen zu betrachten und die Möglichkeiten eines interkommunalen Verbundes zu identifizieren. Entscheidend ist dabei die Anzahl und Dichte von Großabnehmern. Nur durch

diese können interkommunale Wärmeverbände in dieser Dimension aufgebaut werden. Durch den Aufbau eines interkommunalen Wärmeverbundes können auch Städte und Gemeinden ohne eigenen Kraftwerksstandort von dieser Wärmequelle profitieren. Ebenfalls gilt es den möglichen Zusammenschluss an bestehende Wärmenetze in Nachbargemeinden zu prüfen.

## Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung

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

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

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

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

### Biomasse

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

### Deponie-, Klär- und Grubengas

Im Gemeindegebiet von Bietigheim wird aktuell kein Strom aus Deponie-, Klär- und Grubengas erzeugt. Weitere Potenziale sind nicht vorhanden.

### Photovoltaik

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

Zum Stand 2023 sind in Bietigheim 523 Anlagen mit einer Netto-Nennleistung von 6.300 kW<sub>p</sub> und einer Stromerzeugung in Höhe von 4.100 MWh/a in Betrieb. Diese Anzahl setzt sich aus 464 Dachanlagen und 59 Balkonanlagen zusammen. Freiflächenanlagen sind keine vorhanden

### Dächer

Die potenzielle Leistung auf den Dächern von Bietigheim beträgt ca. 46.600 kW<sub>p</sub>, vgl. Abbildung 26. Mit der Ausschöpfung des Solarpotenzials auf den Dächern auf der Gemarkung Bietigheim können insgesamt ca. 44.000 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 2/3 der potenziellen Dachanlagen sind hierbei einer Leistungsklasse unter 10 kW<sub>p</sub> zuzuordnen. Das daraus abzuleitende realisierbare Potenzial kann z. B. aufgrund statischer Abhängigkeiten der Dachflächen oder dem Denkmalschutz vom ermittelten Potenzial abweichen.

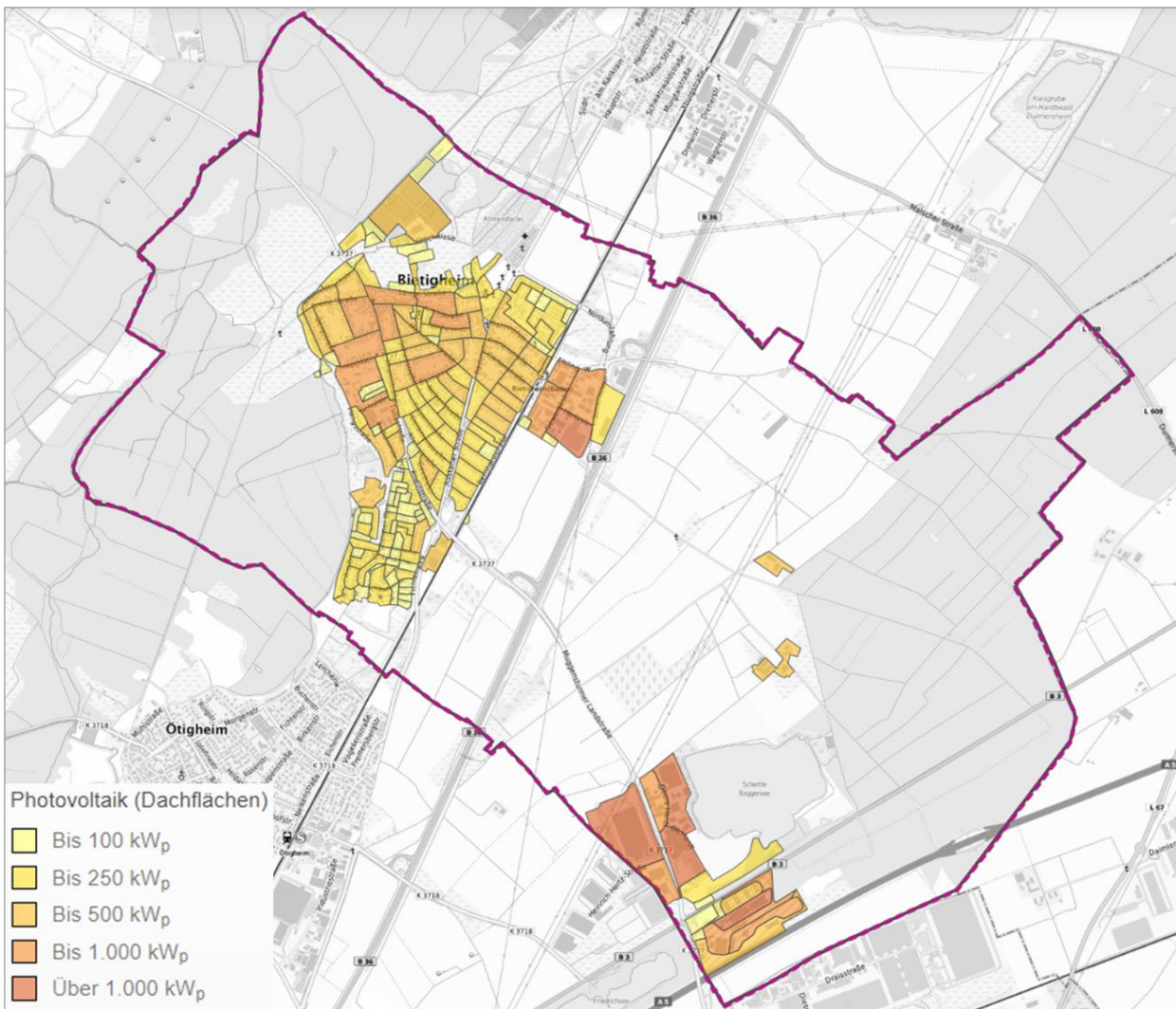


Abbildung 26: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie durch Photovoltaikanlagen

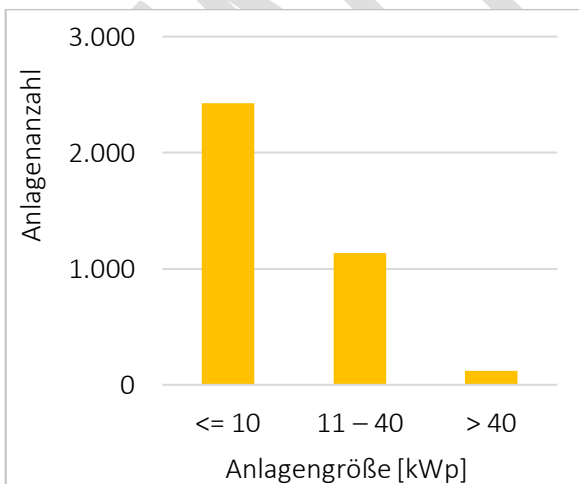


Abbildung 27: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

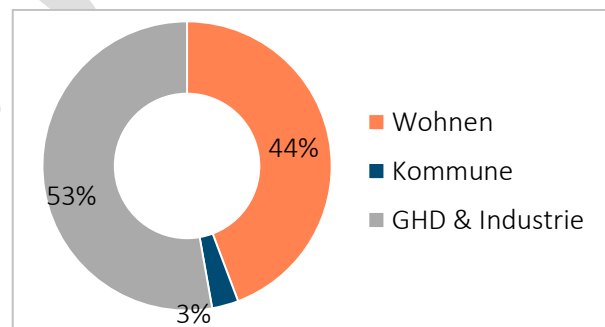


Abbildung 28: Solarpotenzial nach Sektoren

### Freiflächen

Unter Berücksichtigung der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung nach §12 Abs. 3 Landesplanungsgesetz BW (LplG) zur Teilfortschreibung Solarenergie des Regionalplans (Beteiligungszeitraum 27.12.2023 - 31.03.2024) ermittelten Vorranggebiete ergibt sich für die Gemeinde Bietigheim ein Vorranggebiet für regionalbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Dieses Vorranggebiet ist die Seefläche des Schertle-Sees. Bei

maximal möglicher Belegung des Sees (15 % der Seefläche für Photovoltaik erlaubt) ergibt sich ein Potenzial von 4.500 MWh/a.

Des Weiteren plant Bietigheim derzeit eine weitere PV-Freifläche im Gebiet „Lochtle“. Diese Freifläche, von maximal 20 ha Fläche, könnte einen möglichen Jahresertrag von ca. 27.500 MWh erzeugen. Hierbei gilt anzuführen, dass diese Fläche durch den Regionalverband mittels einer Grünzäsur belegt worden ist und somit derzeit nicht mit Photovoltaik belegt werden kann. Es bleibt abzuwarten, wie der Regionalverband die Stellungnahme der Kommune bearbeiten wird. Weitere Informationen diesbezüglich werden voraussichtlich Ende 2024 folgen.

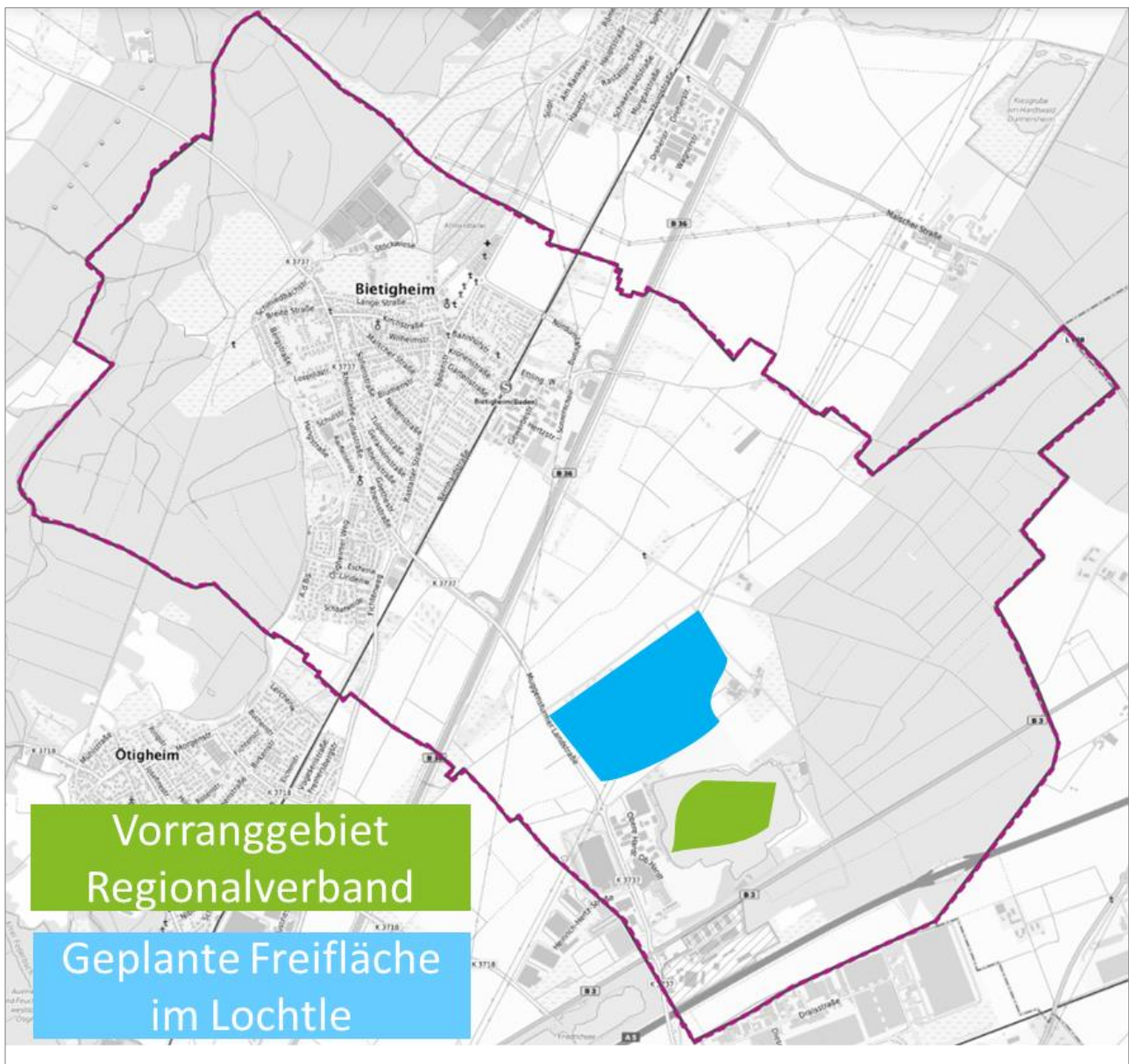


Abbildung 29: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen „grün“ (RVMO, 2024) und geplanter Anlagen „blau“ (Verwaltung Bietigheim)

Mit der Ausschöpfung des gesamten technischen Solarstrompotenzials (Dächer und Freiflächen) besteht ein Potenzial von ca. 75.900 MWh/a.

## Tiefengeothermie

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

## Wasserkraft

Im Gemeindegebiet von Bietigheim befinden sich keine Wasserkraftanlagen. Das Wasserkraftpotenzial wird aufgrund der fehlender Ausbaumöglichkeiten nicht weiter betrachtet. (LUBW, LGL, & BKG, 2016)

## Windenergie

Auf der Gemarkung der Gemeinde Bietigheim 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 Windhöufigkeit, 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 auf der Gemarkung Bietigheim kein Vorranggebiet für Windenergieanlagen (RVMO, 2024). Deshalb wird kein Potenzial für Windenergie in Bietigheim gesehen.

## **(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, ist das deutsche Stromnetz als (über-)regionale Ressource zu betrachten. Eine Abwägung hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten erfolgt im Rahmen der Ausarbeitung der Zielszenarien.

## **Kraft-Wärme-Kopplung**

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

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

Mit Hilfe der Daten des Stromnetzbetreibers, des Marktstammdatenregisters sowie der Kkehrbuchdaten können dezentrale KWK-Anlagen identifiziert werden. Demnach wurden in Bietigheim im Jahr 2023 ca. 61 MWh Strom aus KWK-Anlagen bereitgestellt. Als Energieträger wurden hierfür zu 75 % Erdgas und zu 25 % andere Gase eingesetzt. Zukünftige Potenziale können derzeit nicht ermittelt werden. (Netze BW GmbH, 2022; BNetzA, 2024; bBSF, 2023)

## Potenzialübersicht erneuerbare Energien

Wie Abbildung 30 zeigt, liegen die größten Potenziale in Bietigheim zur erneuerbaren Wärmeversorgung in der Nutzung der Tiefengeothermie sowie der Umweltwärme. Im Stromsektor liegt Potenzial nur für Dachflächen-PV und Freiflächen-PV vor. Hierbei ist zu beachten, dass diese Angaben die Summe aus bereits genutzten (Bestand) und noch zu erschließenden Potenzial und somit das Gesamtpotenzial darstellen.

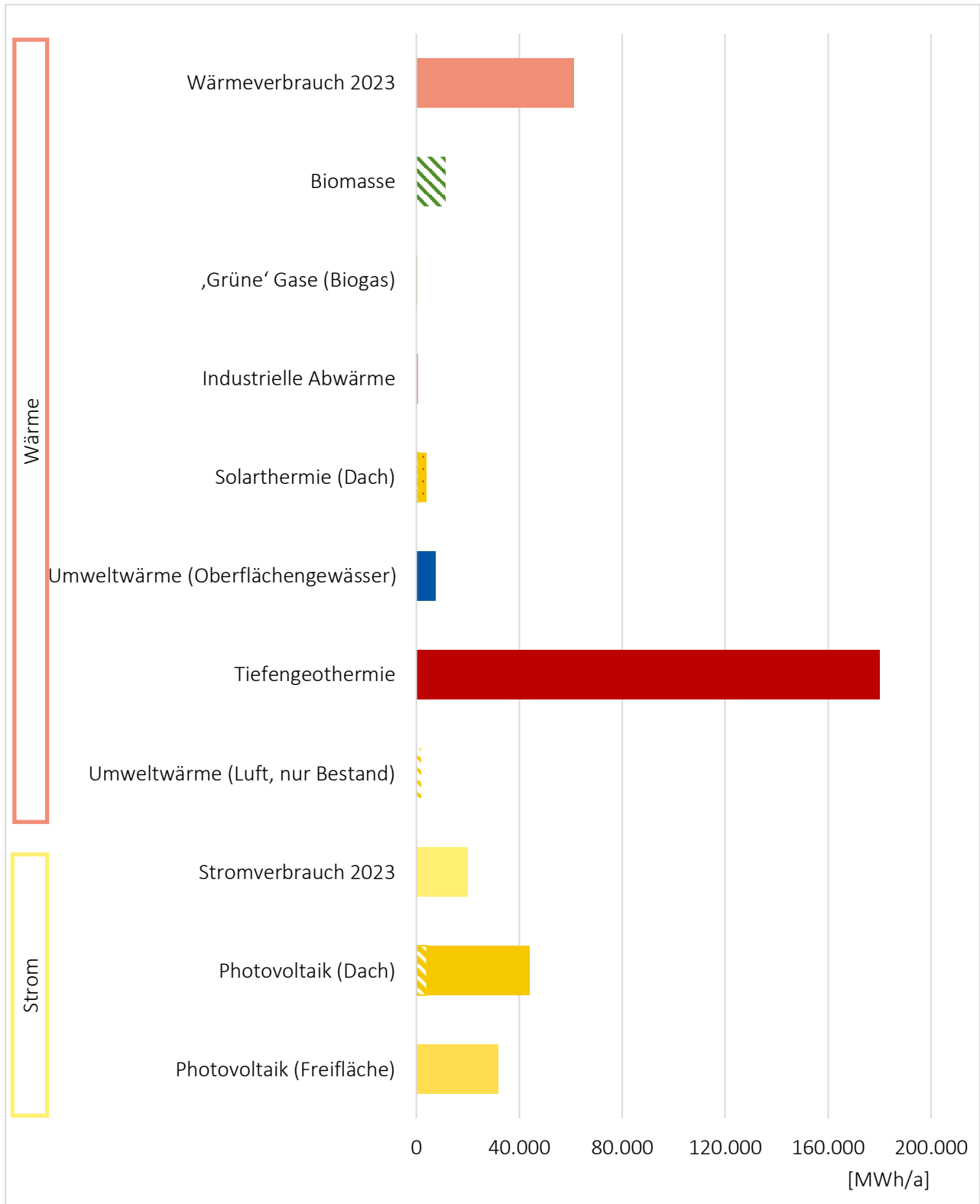


Abbildung 30: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Summe aus Bestand und zusätzlichem Potenzial)

Im Bereich Umweltwärme gilt zu erwähnen, dass das Potenzial für Luft theoretisch unendlich ist und in dieser Darstellung nur der Bestand aufgezeigt ist. Die Bestimmung der Wärmemenge, welche durch Luft-Wasser-ENERGIEplan



Wärmepumpen gedeckt werden könnte, wird im weiteren Projektverlauf mittels der Gebietseinteilung abgeleitet und im finalen Bericht abgebildet.

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

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

ENTWURF

# Projektbeteiligte



**Gemeinde Bietigheim**  
Malscher Str. 22, 76467 Bietigheim  
<https://www.bietigheim.de/web/index.html>



**Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe GmbH**  
Hermann-Beuttenmüller-Straße 6, 75015 Bretten  
[www.zeozweifrei.de](http://www.zeozweifrei.de)

0721 – 936 99600  
[info@uea-kreiska.de](mailto:info@uea-kreiska.de)

Ansprechpartnerin: Herr Alexander Köhler



**Smart Geomatics Informationssysteme GmbH**  
Ebertstraße 8 | 76137 Karlsruhe  
[www.smartgeomatics.de](http://www.smartgeomatics.de)

0721 – 945 40 59-0  
[info@smartgeomatics.de](mailto:info@smartgeomatics.de)

Ansprechpartner: Herr Thomas Beck (Geschäftsführer)

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Vorhaben „KSI: Kommunale Wärmeplanung Bietigheim“ wurde unter dem Förderkennzeichen 67K25407 durch Zuwendungen aus den Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMKW) 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. (2023). *Datenabgabe der bevollmächtigter Bezirksschornsteinfeger nach §33 Abs. 2 KlimaG BW*.
- BMWK. (2022). *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)*. vom 22. November 2021 mit Änderung vom 18. Oktober 2022. Abgerufen am 28. Mai 2024 von <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>
- BNetzA. (2024). *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>
- Deutsche ErdWärme GmbH. (2022). Luftbild „Tiefengeothermieanlage“. (W. Schuster, Redakteur) Graben-Neudorf.
- 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.
- Gemeinde Bietigheim. (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>
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gebauer, C., Gugel, B., Heuer, C., Kutzner, F., & Vogt, R. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg. Abgerufen am 13. 06 2024 von <https://www.ifeu.de/publikation/empfehlungen-zur-methodik-der-kommunalen-treibhausgasbilanzierung-fuer-den-energie-und-verkehrssektor-in-deutschland/>
- IWU. (2022). *Gebäudetypologie und Daten zum Gebäudebestand*. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebaeudetypologie/>

- KEA BW. (2022). *Statusbericht kommunaler Klimaschutz in Baden-Württemberg. Zweite Fortschreibung - 2022*. Karlsruhe. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/statusbericht-kommunaler-klimaschutz>
- KEA-BW. (2022). *Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (KEA-BW, Hrsg.) Karlsruhe.
- KEA-BW. (Juni 2023). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung. Version 1.1*. Abgerufen am 09. Februar 2024 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>
- KEA-BW, & UM. (2021). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*. (UM, Hrsg.) Stuttgart.
- LFV; LGL BW. (10. Juni 2021). Waldeigentumsarten.
- LGL. (2024). Open GeoData. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL). Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data/>
- LUBW, LGL, & BKG. (2016). *Bestehende Wasserkraftanlagen und deren Ausbaupotenziale*. Abgerufen am 29. November 2023
- LUBW; LGL; BKG. (2021). *Ermitteltes PV-Potenzial auf Baggerseen*. Abgerufen am 29. November 2023
- LUBW; LGL; BKG. (2022). *Abfluss BW, Längsquerschnitt MQ/MNQ*. Abgerufen am 20. März 2024
- LUBW; LGL; BKG. (31. Mai 2023). *Fließgewässernetz (AWGN)*. Abgerufen am 29. Mai 2024 von <https://rips-metadaten.lubw.de/trefferanzeige?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. (2023). *Energieverbrauch nach Gebäuden gem. Klimaschutzgesetz §7e*.
- Netze-Gesellschaft Südwest mbH. (2023). *Datenübermittlung zur Erstellung kommunaler Wärmepläne nach § 7e KSG BW*.
- Netze-Gesellschaft Südwest mbH. (2023). *Übersichtspläne Gasnetz*.
- RP Freiburg; LGRB. (2021). *LGRB-Kartenviewer – Layer GEOTH: Untergrundtemp. 2500 m u. Gelände*. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 24. Mai 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- RP Freiburg; LGRB. (2021). *LGRB-Kartenviewer – Layer ISONG Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg*. (L. f. Regierungspräsidium Freiburg, Hrsg.) Abgerufen am 24. Mai 2024 von <https://maps.lgrb-bw.de>
- RVMO. (2024). *Teilfortschreibung Solarenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit*. Abgerufen am 2024. Januar 2024 von <https://rvmo.raumordnung-online.de/verfahren/solarenergie-rvmo/public/detail>

RVMO. (2024). Teilfortschreibung Windenergie sowie Grundsätze und Anlagen der Energieversorgung. Beteiligung der Öffentlichkeit. Abgerufen am 25. Januar 2024

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (13. Juli 2023). Klimabilanz 2022: Treibhausgas-Emissionen um 0,4 % gesunken. Wiederanstieg im Energiesektor durch die erhöhte Stromerzeugung aus Steinkohle, deutliche Rückgänge im Sektor Industrie. Abgerufen am 22. Mai 2024 von <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>

TerranetsBW. (2024). Von <https://www.terranets-bw.de/unsere-netze/wasserstoff> abgerufen

tewag. (2022). *Untersuchung der tewag Technologie - Erdwärmeanlagen - Umweltschutz GmbH im Auftrag des Landkreises Karlsruhe im Rahmen Förderprogramms Klimaschutz mit System „Regionale Wärmeausbaustrategie im Landkreis Karlsruhe“.*

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>