



# Kommunale Wärmeplanung

## Gemeinde Ötigheim

ENERGIE*plan*

DRAFT



# Inhaltsverzeichnis

Ziele, Inhalte und Vorgehen	3
Gesetzlicher Rahmen	4
Bestandsanalyse	5
Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp	5
Gebäudealtersverteilung	6
Energieträgerverteilung und Altersstruktur der Heizungsanlagen	7
Großverbraucher	9
Leitungsgebundene Infrastruktur	10
Energie- und Treibhausgasbilanz	11
Potenzialanalyse	17
Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs	17
Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung	18
(Über-)Regionale Potenziale zur Wärmeversorgung	25
Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung	26
(Über-)Regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung	29
Kraft-Wärme-Kopplung	29
Potenzialübersicht erneuerbare Energien	29
Projektbeteiligte	31
Bild- und Literaturquellen	32

# 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 52 % den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf in Ötigheim aufweist. Anschließend ist der Verkehrssektor<sup>1</sup> mit 30 % zu nennen, gefolgt vom Stromsektor 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.

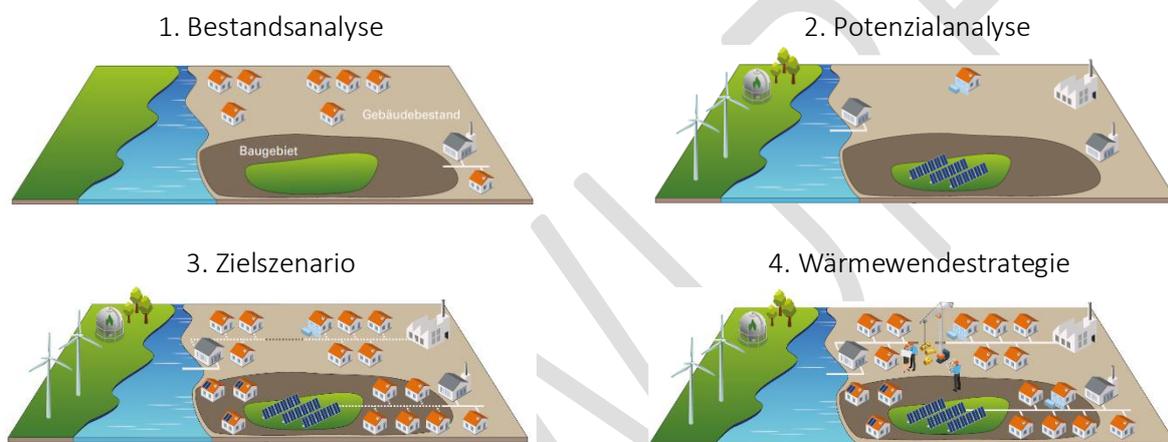


Abbildung 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung (KEA-BW & UM, 2021)

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.

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt seit Juli 2024 in enger Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung, des Gemeinderats, der Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe (UEA) sowie weiteren Akteuren.

<sup>1</sup> Der Autobahnabschnitt wurde an dieser Stelle nicht mit einbezogen.

## Gesetzlicher Rahmen

Gemäß dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans (§ 27 KlimaG BW) für alle Gemeindekreise und Großen Kreisstädte bis zum 31. Dezember 2023 verpflichtend. Für kleinere Gemeinden besteht die Möglichkeit einer freiwilligen Erstellung auch zu einem späteren Zeitpunkt. Die vorliegende Ausarbeitung erfolgte entsprechend 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 Ötigheim 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.

## 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 Ötigheim mit rund 5.260 Einwohnern und einer Fläche von 11 km<sup>2</sup> liegt im nördlichen Landkreis Rastatt. Das Gemeindegebiet umfasst die Ortsteile keine weiteren Teilorte.

### Gebäudekategorie und Wohngebäudetyp

Die Daten der Gebäudekategorien und Wohngebäudetypen basieren auf dem Datensatz des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Ötigheim (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 Ötigheim sind 3.550 Gebäude vorhanden, wovon 1.700 beheizt werden. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, stellen bei den beheizten Gebäuden die Wohngebäude mit einem Anteil von 86 % die dominierende Kategorie dar. Der zweitgrößte Sektor besteht aus gewerblich und industriell genutzten Gebäuden, die einen Anteil von 9 % ausmachen. Rund 2 % der Gebäude sind öffentlichen Zwecken vorbehalten. Die übrigen Gebäude lassen sich keiner spezifischen Nutzungskategorie zuordnen.

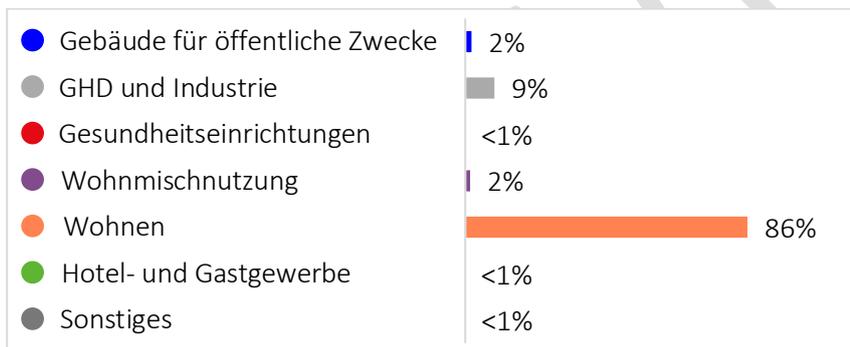


Abbildung 2: Bilanzielle Verteilung der Gebäudekategorien für beheizte Gebäude

Die nachfolgend abgebildeten Wohngebäude sind auf Baublockebene zusammengefasst und repräsentieren die im jeweiligen Baublock am häufigsten vorkommende Gebäudenutzung, vgl. Abbildung 3 und 4. Für Ötigheim mit seinen 1.475 Wohngebäuden zeigt sich, dass weite Teile des Gemeindegebiets von Ein- bis Zweifamilienhäusern sowie Doppel- und Reihenhäusern geprägt sind. Die übrigen Typen weisen einen Anteil von weniger als einem Prozent auf und spielen somit eine untergeordnete Rolle.

+



Abbildung 3: Räumliche Verortung der Wohngebäudetypen auf Baublockebene

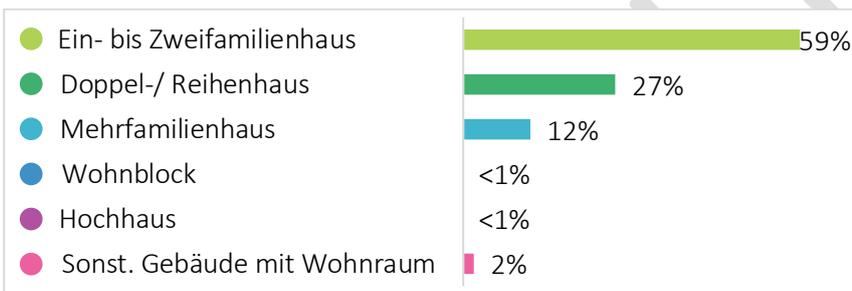


Abbildung 4: Bilanzielle Verteilung der Wohngebäudetypen

## Gebäudealtersverteilung

Die Gebäudealtersverteilung basiert auf den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters der Gemeinde Öttingheim (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 Öttingheim. 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 nord-östlichen 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 Sanierungsrate<sup>2</sup> mit weniger als 1 % deutlich unter den Erwartungen des Bundes zur Erreichung der Energieeffizienzziele (BBB, 2023). Innerhalb der Kommune sind 37 Gebäude als denkmalgeschützt ausgewiesen.

<sup>2</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.

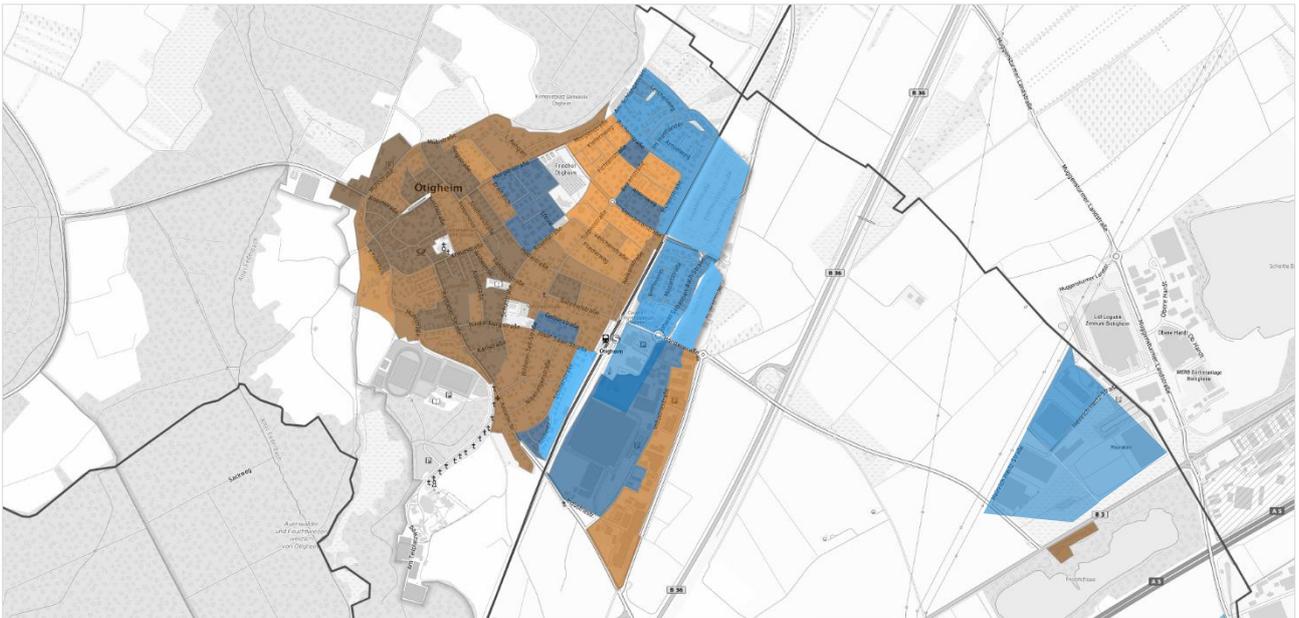


Abbildung 5: Räumliche Verortung der Gebäudebaujahre auf Baublockebene

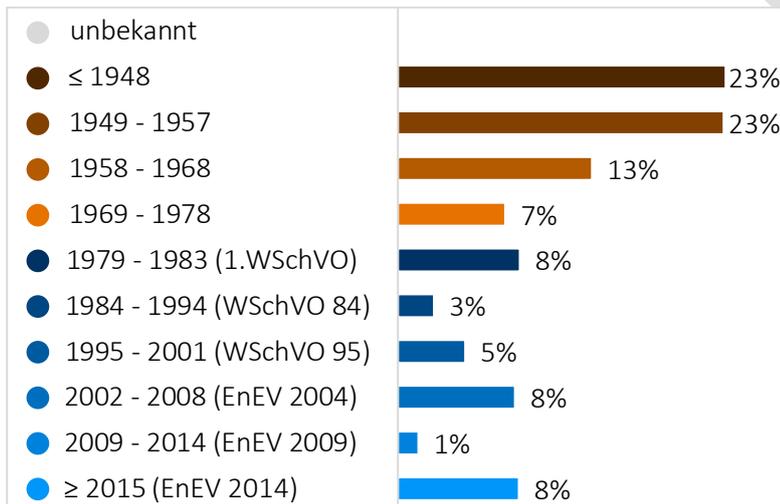


Abbildung 6: Bilanzielle Verteilung der Gebäudebaujahre

## 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, 2023; bBSF, 2022)

In Summe umfassen die Kkehrbuchdaten 2.360 Feuerstätten an 1.307 Adressen. Auch nach manueller Nachbearbeitung der Daten konnte ein Anteil von 6 % aufgrund nicht zuordenbarer Adressdaten keinem Gebäude zugeschrieben werden. Nach einer Ergänzung der Datenbasis um Angaben wärmestromversorgten Gebäuden (Wärmepumpen und Stromdirektheizungen) ergibt sich hieraus eine umfassende Darstellung der eingesetzten Energieträger in der Gemeinde Ötigheim.

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 (40 %) und Öl (42 %) be-

heizt. 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.

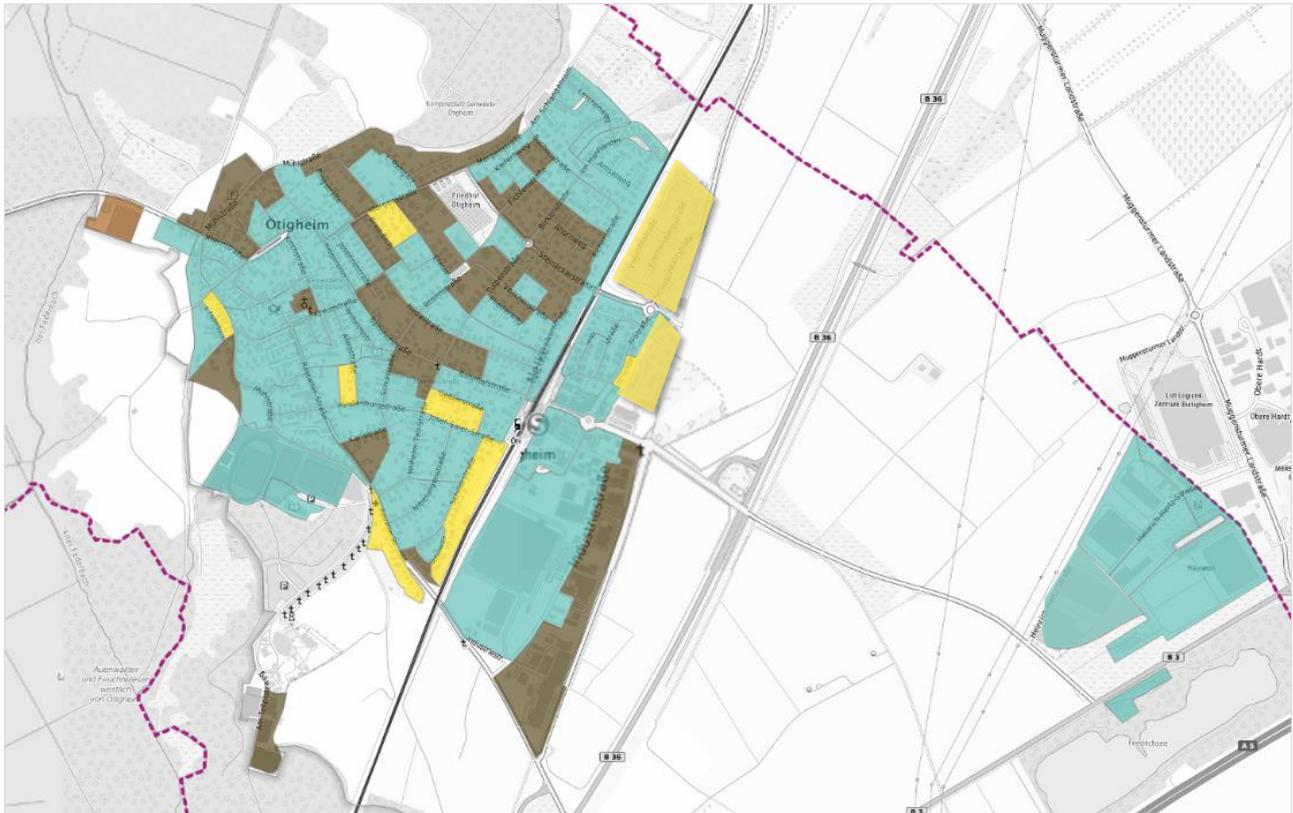


Abbildung 7: Räumliche Verortung der Hauptenergieträger auf Baublockebene

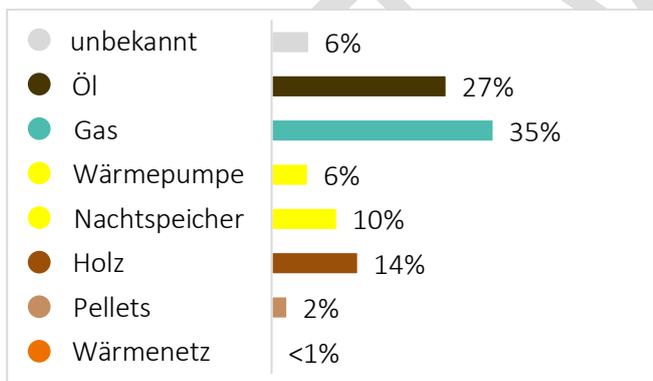


Abbildung 8: Bilanzielle Verteilung der Hauptenergieträger

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. 19 Jahren. Dabei sind 40 % der Feuerstätten älter als 20 Jahre, was darauf hinweist, dass in absehbarer Zeit mit einer Erneuerung der Heizungsanlagen zu rechnen ist. Während Erdgasheizungen im Durchschnitt erst 15 Jahre alt sind, sind die Ölheizungen im Durchschnitt bereits rund 24 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. Es gibt keinen lokalen Schwerpunkt von Einzelraumheizungen, jedoch sind alle von ihnen Holzheizungen.

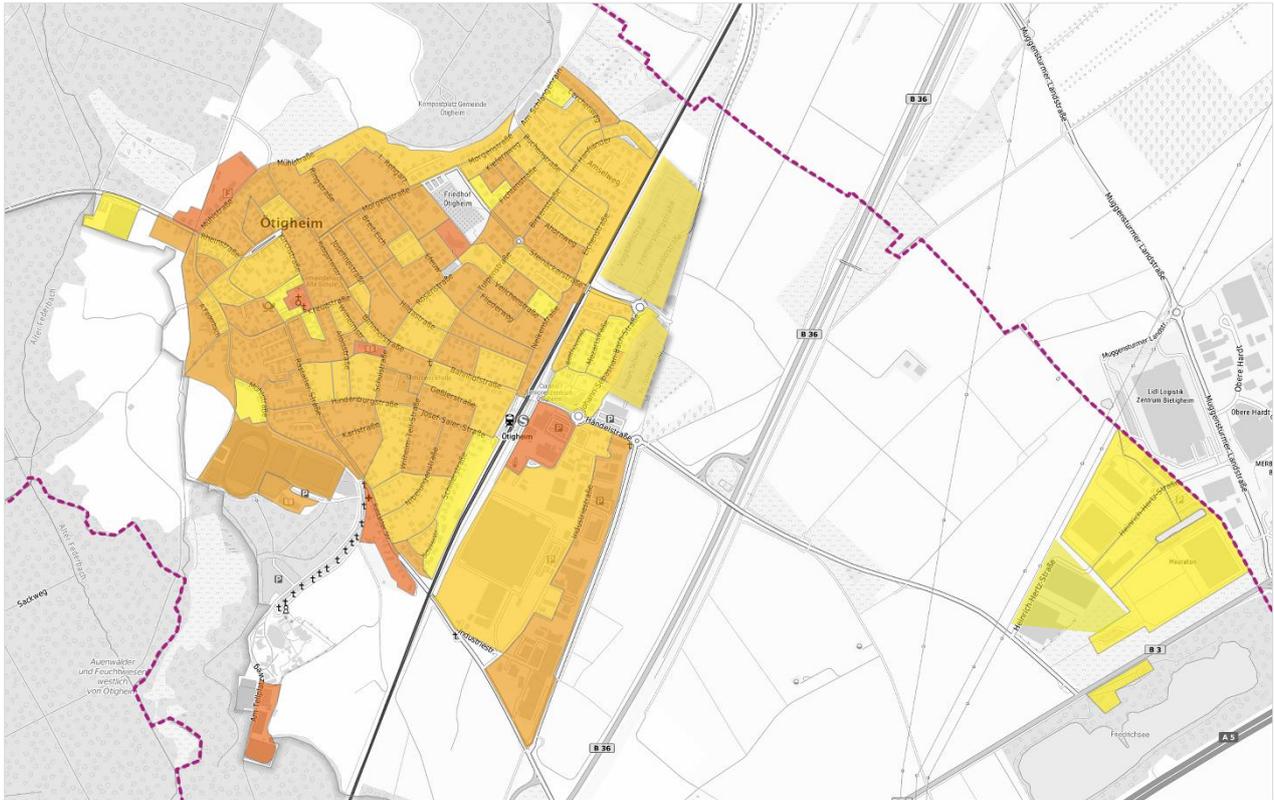


Abbildung 9: Räumliche Verortung der Feuerstätten-Altersklassen (Baublockebene)

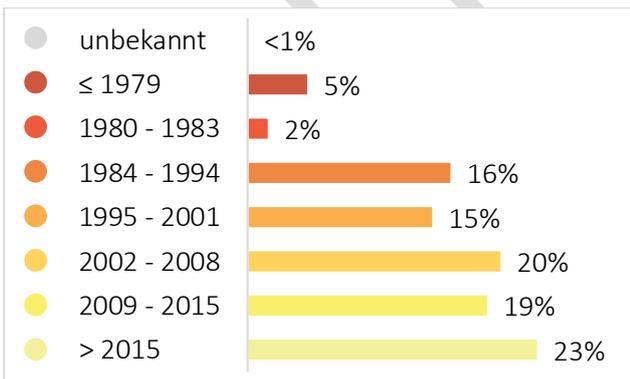


Abbildung 10: Bilanzielle Verteilung der bekannten Feuerstätten-Altersklassen

## Großverbraucher

In Ötigheim gibt es 25 identifizierte Großverbraucher<sup>3</sup> mit einem Verbrauch von mehr als 100 MWh/a. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Großverbraucher nicht möglich.

<sup>3</sup> Die Zuordnung als Großverbraucher wurde in Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung definiert.

## Leitungsgebundene Infrastruktur

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

### Gasnetz

Das Erdgasnetz in Ötigheim wurde im Schwerpunkt zwischen 1990 und 1995 errichtet. Die Versorgung des gesamten Gemeindegebiets erfolgt gegenwärtig über das weitverzweigte Gasnetz, wie in Abbildung 11 dargestellt. Derzeit sind rund 600 Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Bestehende, geplante oder genehmigte gewerblich betriebene Gasspeicher sind auf der Gemarkung von Ötigheim nicht bekannt (BNetzA, 2024). Im Rahmen der bis Ende 2030 laufenden Konzession ist die Netze-Gesellschaft Südwest mbH für den Betrieb des Erdgasnetzes von Ötigheim zuständig. Transformationspläne, welche durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüft wurden, lagen für dieses Netz im Bearbeitungszeitraum der kommunalen Wärmeplanung nicht vor.

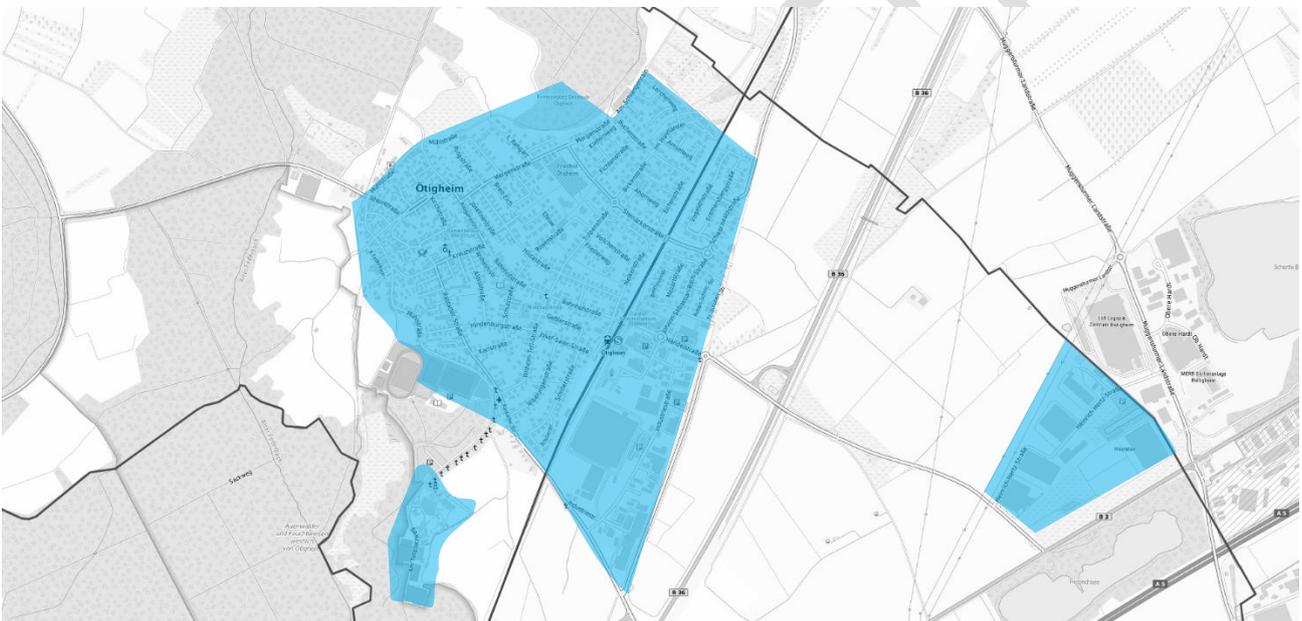


Abbildung 11: Räumliche Verortung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur (Netze-Gesellschaft Südwest mbH, 2022)

### Wärmenetze

In der Gemeinde Ötigheim existiert kein Wärmenetz, lediglich ein kleiner Wärmeverbund zwischen Rathaus und Mehrzweckhalle.

### Stromnetz

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

### Abwassernetz

Das Abwassernetz der Gemeinde Ötigheim wurde im letzten Jahrhundert errichtet und sorgt dafür, dass gegenwärtig die gesamte Gemeinde über dieses entwässert wird. Die folgende Abbildung 12 veranschaulicht das Kanalnetz mit einer Mindestnenneweite von DN 800.

Das Abwasser der Gemeinde Ötigheim wird über den Abwasserverband Murg entsorgt, zusammen mit Rastatt, Gaggenau, Ötigheim, Baden-Baden (Ebersteinburg), Steinmauern, Bischweier und Muggensturm. Da sich die Kläranlage nicht auf der Gemarkung von Ötigheim befindet, wird diese in dieser territorialen Betrachtung nicht mit einbezogen.

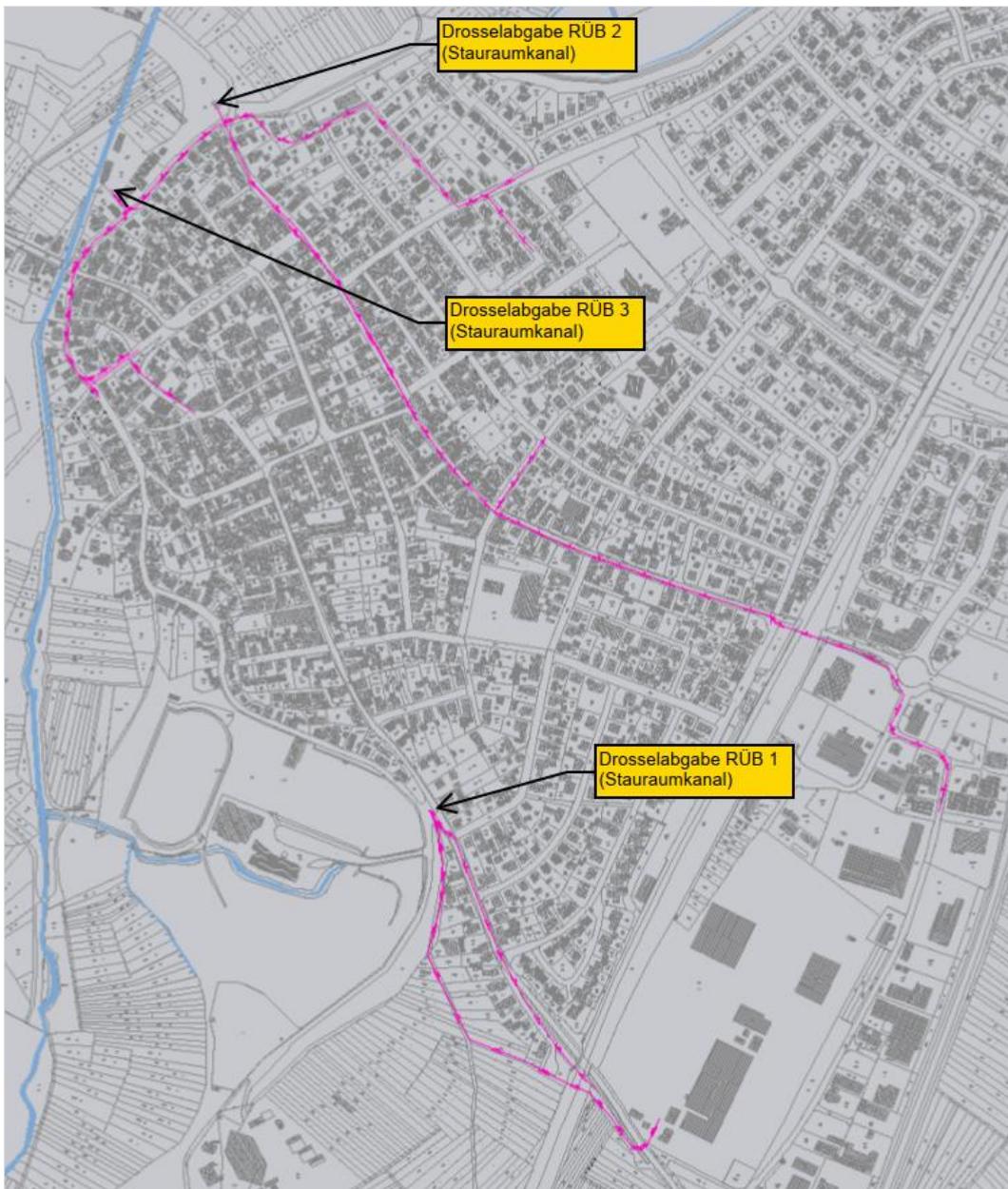


Abbildung 12: Räumliche Verortung des Abwassernetzes (Abwasserverband Murg, 2024)

## Energie- und Treibhausgasbilanz

Für eine fundierte Bewertung der Ist-Situation sowie zur Entwicklung von Klimaschutzziele ist die Ermittlung von Informationen über die aktuelle Wärmeversorgung und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen zwingend erforderlich. Die Bilanzierung einer endenergiebasierten Territorialbilanz<sup>4</sup> 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

<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)

bildet die Grundlage für die anschließende Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen zur klimaneutralen Transformation der Wärmeerzeugung sowie für die Planung eines effizienten Ressourceneinsatzes.

## Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Die Ermittlung des Wärmebedarfs basiert auf den in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten 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, 2023; Netze BW GmbH, 2023). Die Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften basieren auf der Energiedatenerfassung gemäß § 18 KlimaG BW. Zur Abschätzung der Verbräuche in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie der Industrie wurden vorausgewählte Unternehmen mittels eines Fragebogens zur Datenerfassung kontaktiert.

Der Wärmeverbrauch der Gemeinde Ötigheim belief sich im Jahr 2023 auf rund 47.000 MWh (witterungsbereinigt<sup>5</sup> auf 54.000 MWh), vgl. Abbildung 13. Der Anteil der mittels fossiler Energieträger erzeugten Wärme beträgt rund 80 %. Dabei deckt Heizöl mit ca. 40 % den größten Teil des Bedarfs. Der Anteil der mittels Erdgas erzeugten Wärme beträgt 38 %. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Erzeugung effizienter Wärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) tragen zu einem Anteil von rund 20 % zur Wärmeerzeugung bei. Mit 14 % nimmt die Biomasse den größten Anteil ein. Die restlichen 6 % entfallen auf die Solarthermie und Umweltwärme. Über Strom werden 2,5 % der Energie zur Wärmeversorgung bereitgestellt. Unter Einbezug des Anteils von Biogas im deutschen Erdgasnetz (0,7 %) und dem erneuerbaren Anteil im deutschen Strommix beläuft sich der relative Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmemix in Ötigheim auf 20 % (BNetzA & BKartA, 2023).

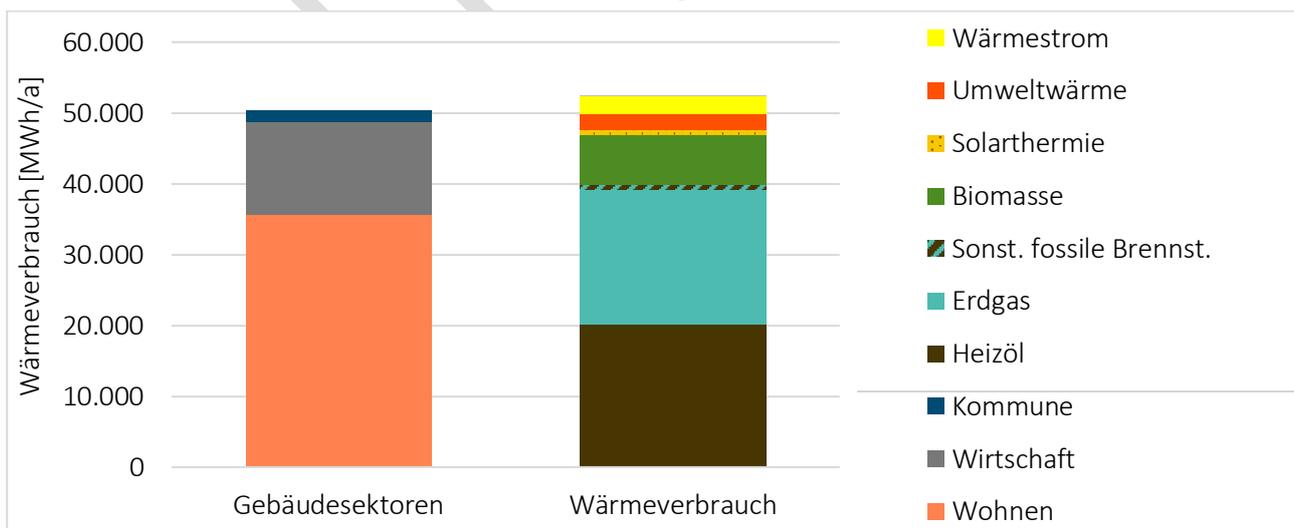


Abbildung 13: Wärmeverbrauchsbilanz auf Basis der eingesetzten Energieträger

<sup>5</sup> 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)

Bei genauer Betrachtung der Energieträgerverteilung auf die einzelnen Gebäudesektoren entfallen rund 71 % des Wärmeverbrauchs auf die Wohngebäude, 26 % auf die Sektoren GHD & Industrie sowie 3 % auf die kommunalen Liegenschaften. Auffällig ist hierbei, dass Heizöl überwiegend im Wohngebäudebereich eingesetzt wird, während Erdgas in den Sektoren GHD & Industrie sowie in den kommunalen Gebäuden prozentual den größten Anteil hat. Über die Unternehmensfragebögen konnte ein Wärmeverbrauch von 6.000 MWh/a erfasst und zugeordnet werden. Als Energieträger wird fast ausschließlich Erdgas (>99 %) verwendet. Im Durchschnitt wird die Wärme in den befragten Unternehmen zu 40 % für Heizwärme, zu 55 % für Prozesswärme und zu 5 % für Warmwasser genutzt.

Eine geografische Verortung von Gebieten mit einem überdurchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf können flächenbezogen der Abbildung 14 und bezogen auf die Wärmedichten<sup>6</sup> der Abbildung 15 entnommen werden. Die Darstellung dient zur gezielten Identifizierung von Gebieten mit einem hohen Handlungsbedarf.

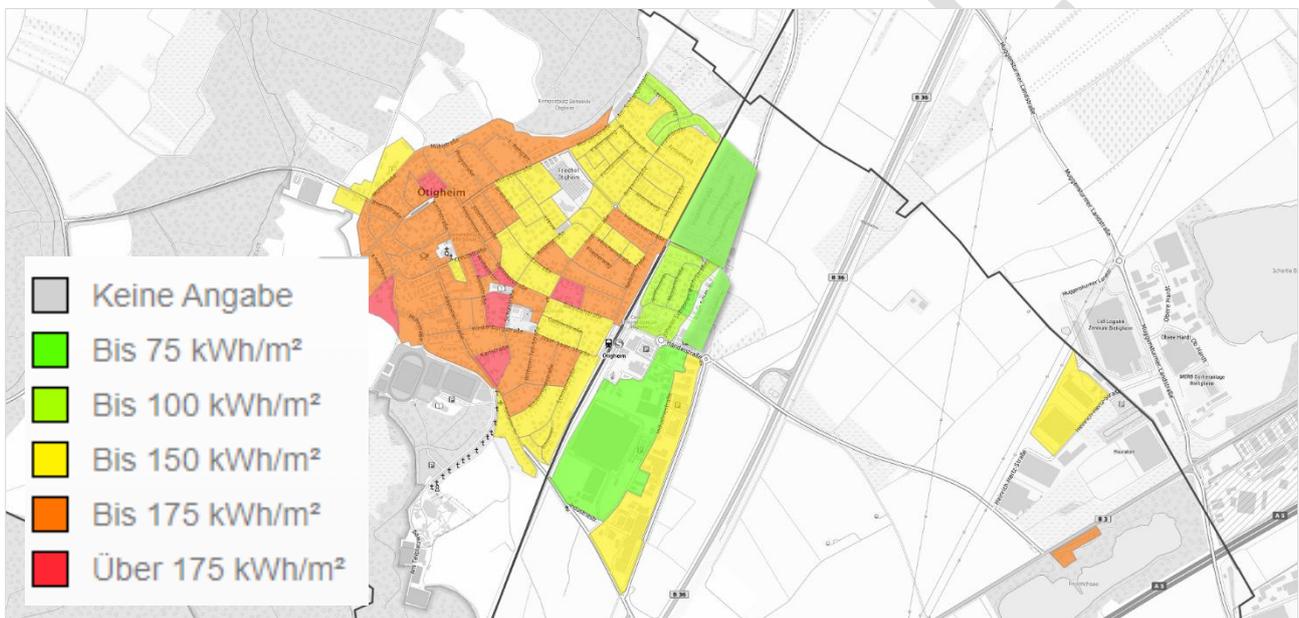


Abbildung 14: Räumliche Verortung des spezifischen Endenergiebedarfs Wärme

<sup>6</sup> 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 15: Räumliche Verortung der Wärmeliniedichten

## Stromverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Ötigheim beträgt im Jahr 2023 ca. 17.000 MWh (witterungsbereinigt 20.000 MWh). Davon entfällt 41 % auf den Wohngebäudesektor. Auf Sektoren GHD & Industrie entfallen insgesamt mit 53 % des Gesamtstromverbrauchs. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen 5 %. Der relative Anteil des Stroms am Gesamtendenergiebedarf der Gemeinde Ötigheim beträgt 18 %.

Die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trägt heute zur Deckung von ca. 33 % des Strombedarfs der Gemeinde Ötigheim bei und wird vollständig durch Photovoltaik-Anlagen hergestellt. Bei den restlichen 67 % 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 Ötigheim 67 %.

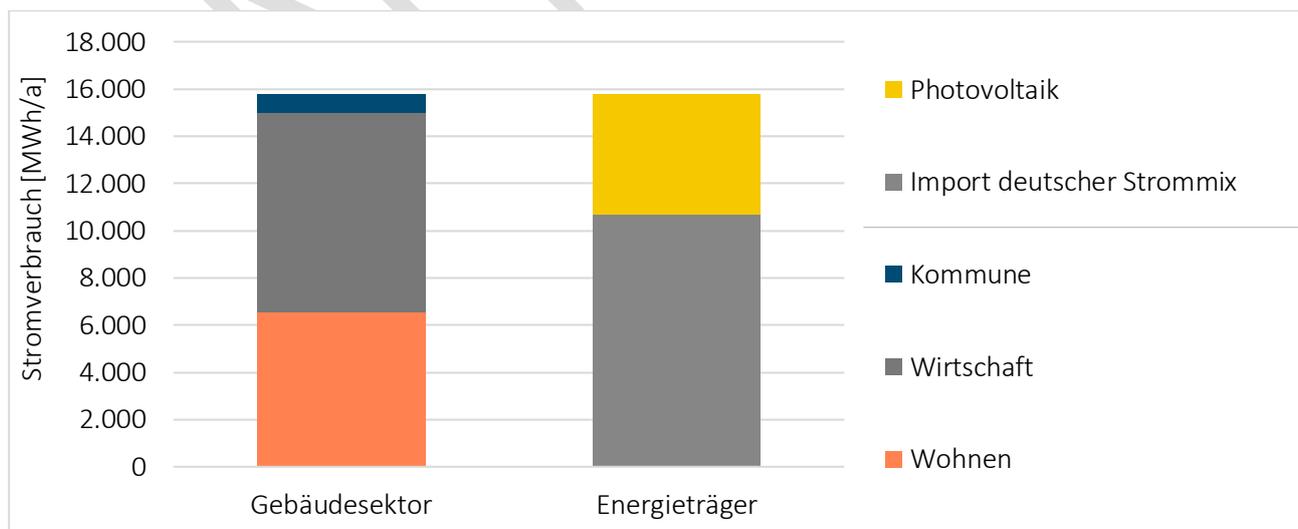


Abbildung 16: Bilanzierung des Endenergiebedarfs Strom auf Basis der Gebäudesektoren und Energieträger

## Energieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern

Im Jahr 2023 wurden im Verkehrssektor rund 29.000 MWh Kraftstoff und unter 1.100 MWh Strom verbraucht, was einem Anteil von ca. 32 % am Gesamtenergiebedarf der Gemeinde Ötigheim 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 74 Mio. km (nur Autobahn) würde die Bilanz zu stark verzerren. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich durch diese Vorgehensweise der Energiebedarf im Verkehrssektor von 115.000 MWh/a auf 29.000 MWh/a reduziert.

## Treibhausgasbilanz

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

Insgesamt ergeben sich für Ötigheim Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in Höhe von ca. 12.000 t<sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub>/a. Für den Stromsektor ergeben sich Treibhausgasemissionen von ca. 7.100 t<sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub>/a und für den Kraftstoffsektor ungefähr 9.100 t<sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub>/a (36.000 t<sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub>/a mit Autobahn). Die sektorale Verteilung ist in Abbildung 17 dargestellt.

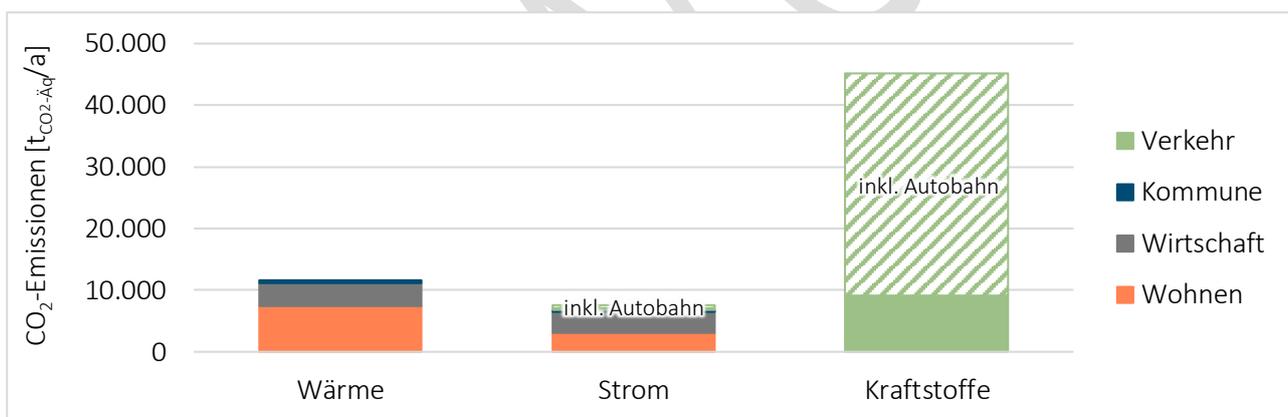


Abbildung 17: Energieträgerspezifische Emissionen in den Verbrauchssektoren Wärme, Strom und Kraftstoffe

## Gesamtenergiebilanz

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

Tabelle 1: Übersicht Energie- und Treibhausgasbilanz (Bestand)

	Wärme	Strom	Verkehr
<b>Energieverbrauch</b>	MWh/a		
Aktueller Verbrauch	50.000	17.000	29.000
Aktueller Verbrauch (witterungsbereinigt)	54.000	20.000	29.000
<b>Treibhausgasemissionen</b>	t <sub>CO<sub>2</sub>-Äq</sub> /a		
Aktueller Ausstoß	12.000	7.100	9.100
<b>Energieerzeugung</b>	MWh/a		
Bestand erneuerbare Energien (lokal erzeugt)	10.600	5.100	
<b>Bedarfsdeckung</b>	MWh/a		
Überschuss erneuerbare Energieerzeugung	0	0	
Defizit erneuerbare Energieerzeugung	40.400	11.700	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch	20 %	33 %	
Deckungsanteil EE-Erzeugung an Energieverbrauch (inkl. deutscher Strommix)	-	67 %	

# Potenzialanalyse

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

## Endenergieeinsparung und Entwicklung des Wärmebedarfs

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

### Wohngebäude

Je nach Gebäudealter und Bausubstanz ergeben sich unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten, das eigene Wohngebäude „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für jedes einzelne Bestandsgebäude das Einsparpotenzial (nach Bauteilkatalog) berechnet, vgl. Abbildung 18. Dies gibt einen ersten Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial in Öttingheim 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 GEG sowie die für 2025 geplante Novellierung des KlimaG BW werden erheblichen Einfluss auf Investitionen in Energieeffizienz und -einsparung haben.

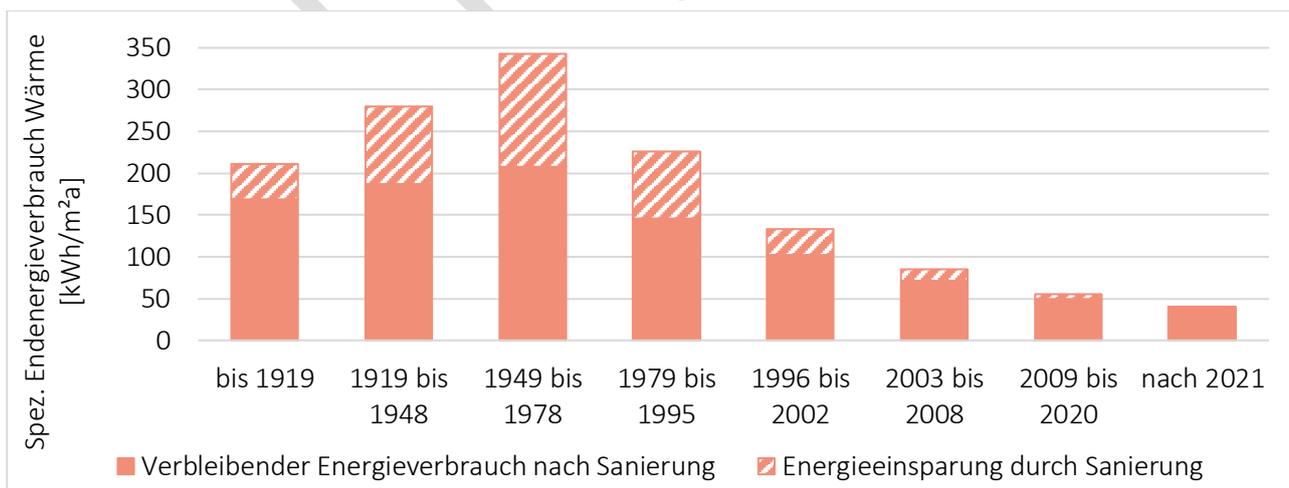


Abbildung 18: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Baualtersklassen im Ist-Zustand und nach energetischer Sanierung für Wohngebäude (KEA-BW & UM, 2021, S. 54)

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 505 von 1.475 Wohngebäuden energetisch saniert. Unter diesen Annahmen ergibt sich bis 2040 ein Einsparpotenzial von ca. 12.000 MWh/a (33 %

des Gesamtwärmebedarfs). Bei einer Sanierungsrate von 1,3 %/a beträgt das Einsparpotenzial ca. 7.400 MWh/a (20 % des Gesamtwärmebedarfs, 310 von 1.475 Wohngebäuden energetisch saniert) und bei einer Sanierungsrate von 0,8 %/a knapp 4.700 MWh/a (13 % des Gesamtwärmebedarfs, 199 von 1.475 Wohngebäuden energetisch saniert). Basierend auf den Wohngebäudetypen- und Baualtersklassen in Ötigheim könnte durch eine energetische Sanierung aller Bestandswohngebäude eine rechnerische Reduktion von maximal 55 % des aktuellen Wärmebedarfs erreicht werden.

## Nichtwohngebäude

Der Wärmebedarf von Nichtwohngebäuden wird im Gegensatz zu Wohngebäuden in der Regel stärker durch die Nutzung als durch die Baualtersklasse und den Sanierungsstand bestimmt. Kommunale Gebäude werden den Wohngebäuden gleichgestellt. Für die Gebäudesektoren Industrie und anteilig auch für GHD ist eine Abschätzung insbesondere hinsichtlich der Entwicklung des Prozesswärmebedarfs schwierig. Dieser steht in direktem Zusammenhang mit der zukünftigen Effizienzsteigerung der technischen Prozesse sowie der wirtschaftlichen Entwicklung. Da hierzu keine allgemeingültigen fundierten Aussagen getroffen werden können, wird angenommen, dass sich die Energieeinsparungen durch zukünftige Effizienzsteigerungen und der Anstieg des Prozesswärmebedarfs durch Wirtschaftswachstum die Waage halten. Unter dieser Annahme wird im Mittel keine Veränderung des Prozesswärmebedarfs erwartet.

## Lokale erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung

Die folgenden Analysen basieren auf Geodaten, Luftbildern und Fachinformationssystemen. Die Auswertung erfolgt hierbei nach definierten und wissenschaftlich anerkannten Methoden. Dabei ist zu beachten, dass es sich grundsätzlich um eine rein technisch-wirtschaftliche Ersteinschätzung auf Basis allgemeingültiger Annahmen handelt. Die kommunalen Potenziale sind im weiteren Verfahren zu konkretisieren und auf ihre grundsätzliche Umsetzbarkeit hin zu überprüfen. Politische Entscheidungen über die Nutzung einzelner Potenziale werden im Rahmen der Potenzialdarstellung erläutert, aber nicht berücksichtigt. Es soll lediglich aufgezeigt werden, welche Potenziale vorhanden und aus heutiger Sicht grundsätzlich nutzbar sind. Eine Aktualisierung dieser Potenziale kann sowohl in Form einer Erhöhung als auch einer Verringerung z. B. im Rahmen weiterer vertiefender Untersuchungen erfolgen. Diese Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden „Kommunale Wärmeplanung“ der KEA-BW (KEA-BW & UM, 2021).

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

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

## Abfall

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

## Biomasse

Ein weiteres Potenzial zur regenerativen Erzeugung von Strom und Wärme liegt in der Nutzung biogener Reststoffe. Der unter nachhaltigen Gesichtspunkten lokal in den Wäldern auf dem Gebiet der Gemeinde Ötigheim anfallende energetisch nutzbare Jahreseinschlag an Holz und Waldhackgut ermöglicht eine energetische Bereitstellung von ca. 1.000 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 1.800 MWh/a, welches derzeit über den Landkreis Rastatt verwertet wird. Insgesamt ergibt sich ein nachhaltig nutzbares Biomassepotenzial von ca. 2.800 MWh/a und damit eine bilanzielle Überschreitung des lokal genutzten Biomasseanteils. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 6 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden.

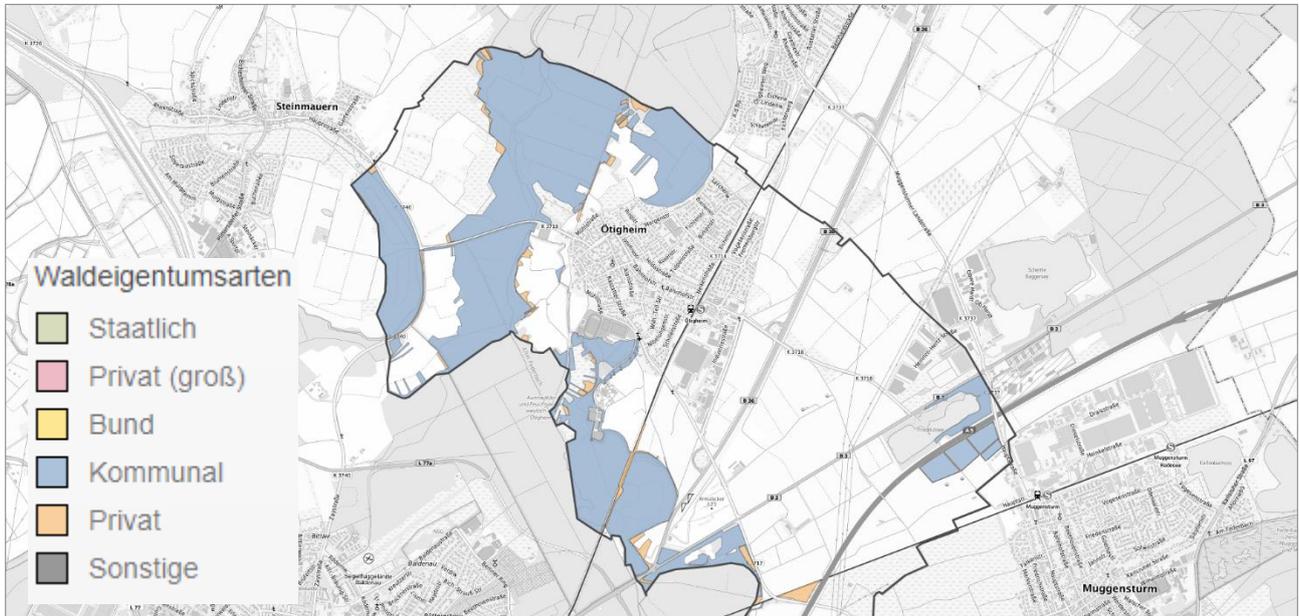


Abbildung 19: Eigentumsverhältnisse von Waldflächen (LFV; LGL BW, 2021)

## Deponie-, Klär- & Grubengas

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

## „Grüne“ Gase

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

## Industrielle Abwärme

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

Die im Folgenden dargestellten Potenziale zur Abwärmenutzung basieren auf Unternehmensbefragung bei Industrie- und Gewerbeobjekten im Rahmen der Bestandsaufnahme, vgl. S. 12. Aktuell genutzte Potenziale ergeben sich daraus nicht. Dennoch konnten Potenziale in der Höhe von 160 MWh/a ermittelt werden. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch jedoch nur <1 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine genauere Verortung bzw. Benennung der Abwärmequellen nicht möglich.

## Solarthermie

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

### Dachflächen

Die derzeitige Nutzung dieses Potenzials beträgt rund 700 MWh/a. Für Ötigheim wurde ein Gesamtpotenzial auf den Dachflächen von knapp 3.000 MWh/a identifiziert, vgl. Abbildung 20. Die überwiegende solare Nutzung erfolgt durch Photovoltaik.

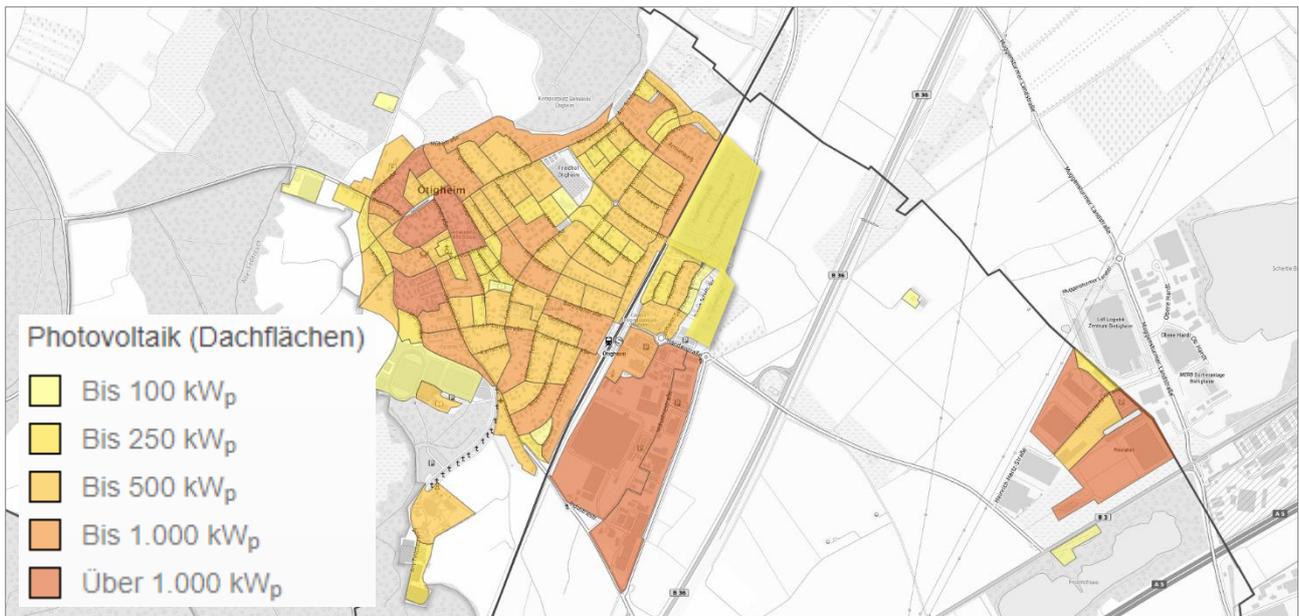


Abbildung 20: Räumliche Verortung der Dachflächenpotenziale zur Ausnutzung der Solarenergie

### Freiflächen

Für die Energiebereitstellung in Wärmenetzen ist die Solarthermie auf Freiflächen bereits heute ein wichtiger Baustein und kann vor allem im Sommerhalbjahr die Grundlastwärme bereitstellen. Bei Freiflächenanlagen wird die Wärme über einen Speicher in das Netz eingespeist. In Ötigheim sind aktuell keine Freiflächensolarthermieanlagen in Betrieb. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden auch keine konkreten Flächen identifiziert, mit Ausnahme der Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen. Bei Nutzung dieser Flächen mit Solarthermie könnten bilanziell ca. 29.000 MWh/a erzeugt werden.

Zusammenfassend können die Dach- und ausgewiesenen Freiflächen aufgrund des ermittelten Potenzials rechnerisch 64 % des aktuellen Wärmebedarfs decken.

## Tiefengeothermie

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

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

Das Potenzial ist jedoch beträchtlich, nach Angaben der Deutschen Erdwärme (Inhaber der Aufsuchungserlaubnis) zur Leistung einer möglichen Anlage kann ein Potenzial von bis zu 180.000 MWh/a abgeschätzt werden. Zusammenfassend lässt sich anführen, dass auf der Gemarkung Ötigheim grundsätzlich die Möglichkeit besteht Tiefengeothermie zu nutzen. Zur Hebung des Potenzials sind weitere Untersuchungen essenziell. Ebenso empfiehlt sich eine überregionale Betrachtung der Tiefengeothermie um, diese sinnvoll einsetzen zu können.

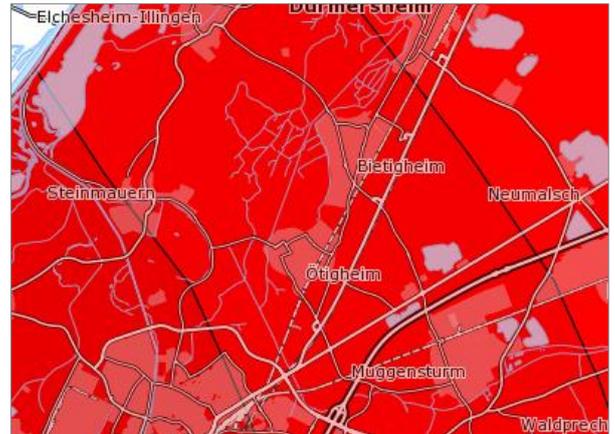


Abbildung 21: Untergrundtemperatur in 2.500 m Tiefe (RP Freiburg; LGRB, 2021)



Abbildung 22: Drohnenaufnahme des Bohrplatzes in Graben-Neudorf (Deutsche ErdWärme GmbH, 2022)

## Umweltwärme

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

Hier können jedoch (Teil-)Sanierungen bzw. bauliche Anpassungen z. B. in Form einer Vergrößerung der Heizflächen notwendig sein.

Im Gesamten sind in Ötigheim 106 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeerzeugung von rund 2.000 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, 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. Das Kanalnetz ist differenziert nach Nennweiten in Abbildung 12 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass in Ötigheim Kanalstränge ausreichender Nennweite vorhanden sind. Jedoch wird der erforderliche mittlere Trockenwetterabfluss von 15 l/s nicht erreicht, wodurch keine Potenziale zur Abwassernutzung im Kanalnetz bestehen.

### **Oberflächengewässer**

Auf dem Gebiet der Gemeinde Ötigheim findet derzeit keine Wärmeerzeugung aus Oberflächengewässern statt.

Da in Ötigheim jedoch mit dem Friedrichsee 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. Auch für diese Nutzung ist eine entsprechende wasserrechtliche Genehmigung einzuholen. Bei der Größe des Friedrichsees kann von einem Wärmepotenzial von bis zu 2.500 MWh/a ausgegangen werden.

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.

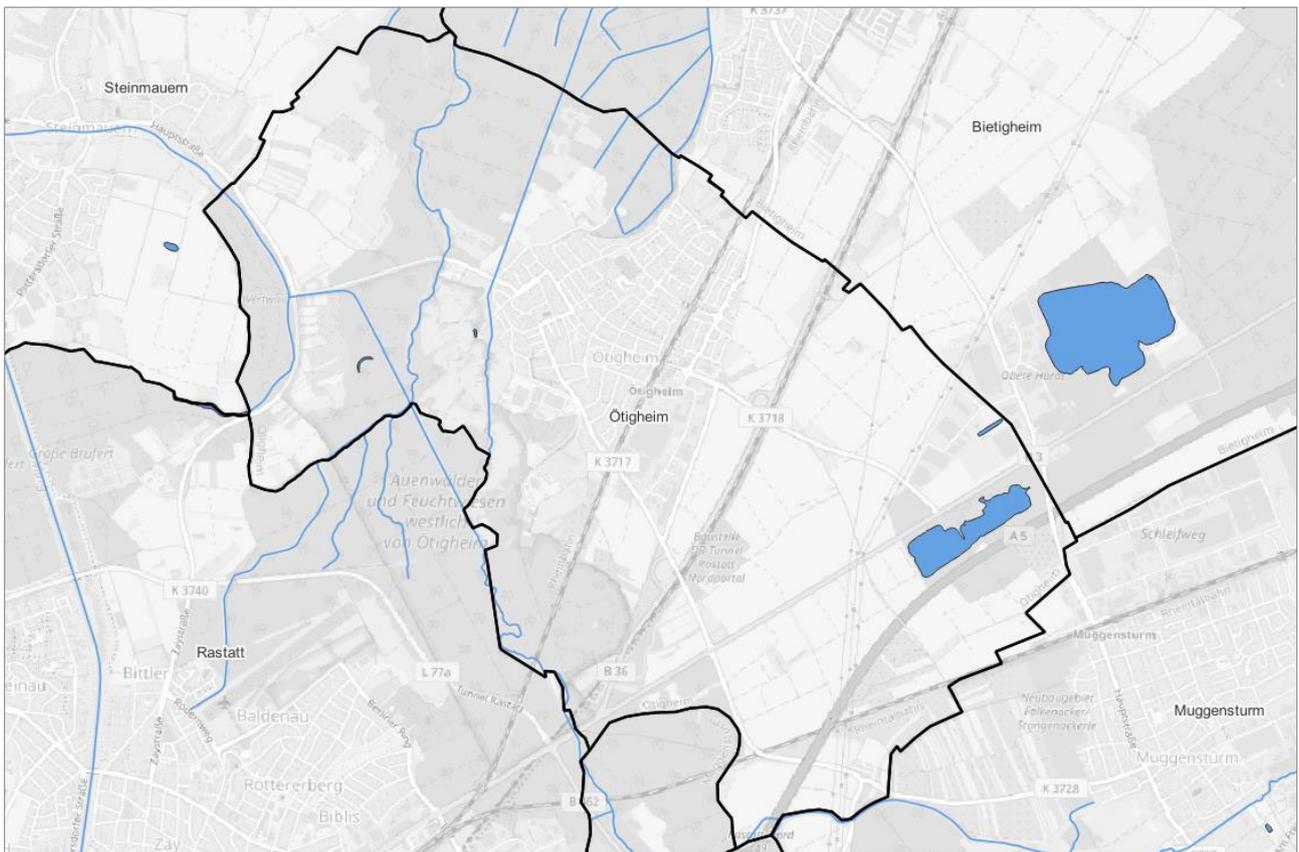
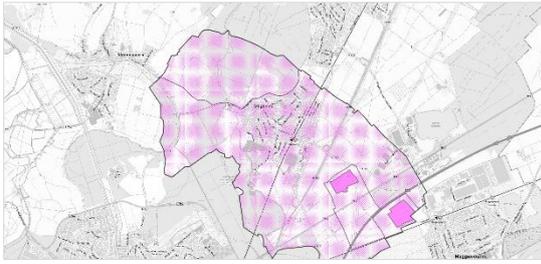


Abbildung 23: Räumliche Verortung von Fließgewässern und stehenden Gewässern (LUBW; LGL; BKG, 2023; LUBW; LGL; BKG, 2023)

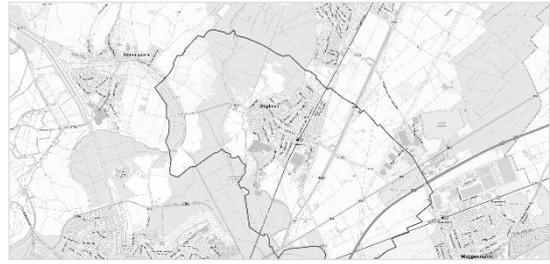
### Erdreich

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 Ötigheim wurden bisher vier bekannte Bohrungen für eine Anlage zur Nutzung von Grundwasser oder Erdwärmesonden niedergebracht (RP Freiburg; LGRB, 2021).

Ein Ausschluss einzelner Gebiete für die Erdwärmennutzung erfolgt z. B. aufgrund zu geringer zulässiger Bohrtiefen, genutzter Grundwasservorkommen im Einzugsgebiet oder räumlich eng wechselnder Untergrundverhältnisse. Auch können Gebiete mit erforderlicher Einzelfallprüfung ausgewiesen werden. In Ötigheim bestehen keinerlei grundsätzlichen Ausschlussgründe. Eine Einzelfallprüfung ist jedoch nahezu auf dem gesamten bebauten Teil der Gemarkung Ötigheims erforderlich, vgl. Abbildung 24. Weitere Informationen können dem öffentlich zugänglichen Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) entnommen werden. (RP Freiburg; LGRB, 2021)



a) Schutzgebiete



b) Bohrtiefenbegrenzung (keine)

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

Auf Basis einer landesweiten flurstückscharfen Auswertung der KEA-BW zum Erdwärmesondenpotenzial ergibt sich für die Gemeinde Ötigheim ein theoretisches Gesamtpotenzial im Bereich zwischen 8.500 und 18.800 MWh/a (KEA-BW, 2022).

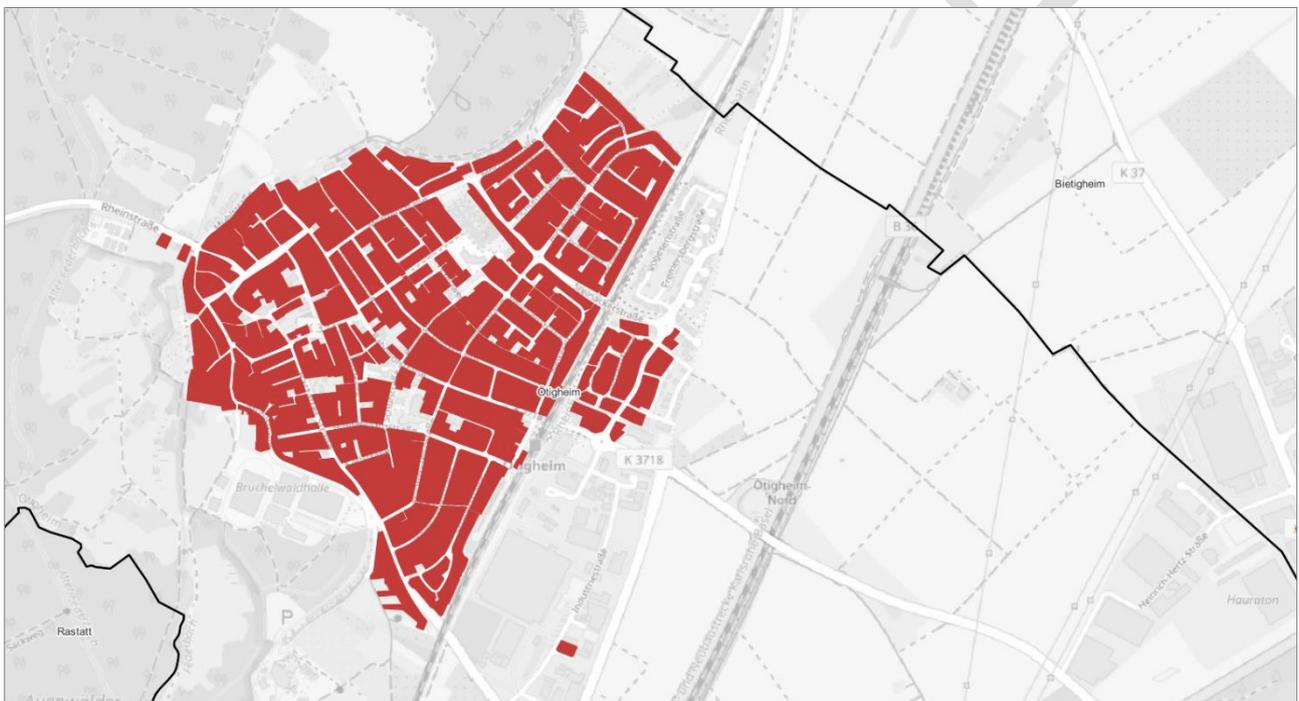


Abbildung 25: Räumliche Verortung des theoretischen Maximalpotenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden (entziehbare Energie, rot) (KEA-BW, 2022)

### Außenluft

Eine Ermittlung der Potenziale zur Nutzung von Außenluft erfolgt nicht, da Luft in der Umgebung immer verfügbar ist. Luft kann aus technischer Sicht immer mittels Wärmepumpen zur Wärmeherzeugung genutzt werden. Hier können eher rechtliche Rahmenbedingungen und Gebäudespezifika zu Ausschlusskriterien führen. Abzüglich einer Anlage, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzt, verbleiben 105 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 36 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden. Hinzu kommt das nicht bezifferbare Potenzial der Außenluft.

## (Über-)Regionale Potenziale zur Wärmeversorgung

Unter der Annahme, dass in Zukunft ‚grüne‘ Gase im Gasübertragungsnetz zur Verfügung stehen, sind diese als (über-)regionale Ressource einzustufen. Eine Berücksichtigung von effizient und ressourcenschonend eingesetzten ‚grünen‘ Gasen sollte nur dort erfolgen, wo keine zumutbaren Alternativen für die Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Weiterhin sollten eine vorhandene und nutzbare Gasinfrastruktur vorhanden sein sowie industrielle Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse bzw. eine Notwendigkeit von Spitzenlastversorgung bei Großverbrauchern und Heizwerken deren Einsatz begründen. Eine weitergehende Betrachtung des Einsatzes ‚grüner‘ Gase erfolgt im Rahmen der Erarbeitung der Zielszenarien.

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

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

Als weitere regionale Ressource kann die Tiefengeothermie betrachtet werden. Durch die Planung eines kommunenübergreifenden Netzes können auch Städte und Gemeinden ohne eigenen Kraftwerksstandort von dieser Wärmequelle profitieren.

### 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 Ötigheim. 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 Ötigheim 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 Ötigheim ist, wie die Potenzialanalyse zeigt, nicht möglich.

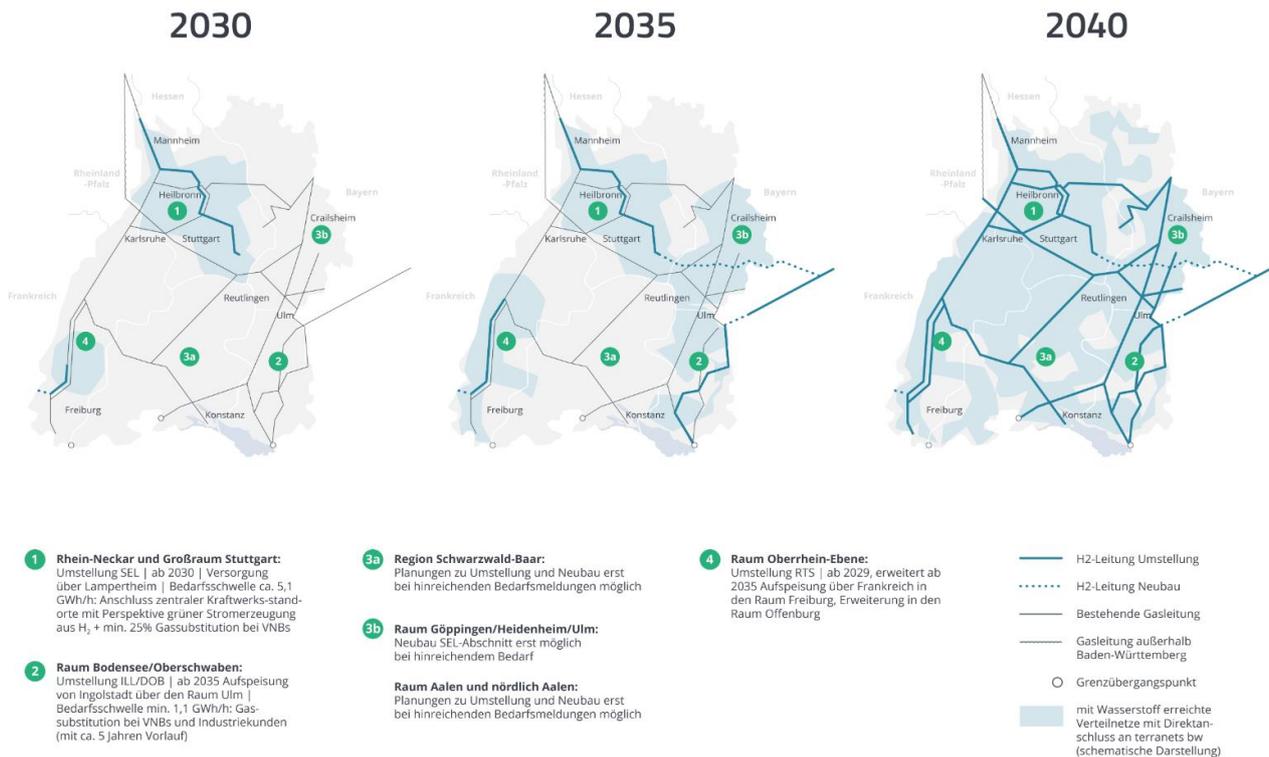


Abbildung 26: Ausbauplan Wasserstoffnetz Terranets BW (TerranetsBW, 2024)

## Tiefengeothermie

Für eine sinnvolle Nutzung der Tiefengeothermie ist es notwendig, die kommunalen Wärmeplanungen der umliegenden 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 Wärmeverbünde in dieser Dimension aufgebaut werden. Durch den Aufbau eines interkommunalen Wärmeverbundes können auch Städte und Gemeinden ohne eigenen Kraftwerksstandort von dieser Wärmequelle profitieren. Ebenfalls gilt es den möglichen Zusammenschluss an bestehende Wärmenetze in Nachbargemeinden zu prüfen.

## Lokale erneuerbare Energien zur strombasierten Wärmeversorgung

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

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

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

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

## Biomasse

Derzeit werden auf dem Gebiet der Gemeinde Ötigheim 0 MWh/a Strom aus Biomasse erzeugt. Aufgrund begrenzter Biomasseressourcen wird sich dieser Anteil aus heutiger Sicht in Zukunft nicht weiter erhöhen. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 0 % des aktuellen Strombedarfs gedeckt werden.

## Deponie-, Klär- und Grubengas

Im Gemeindegebiet von Ötigheim werden aktuell rund 0 MWh/a Strom erzeugt. Weitere Potenziale sind nicht vorhanden. Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 0 % des aktuellen Strombedarfs gedeckt werden.

## Photovoltaik

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

Zum Stand 2023 sind in Ötigheim 437 Anlagen mit einer Netto-Nennleistung von 6.200 kW<sub>p</sub> und einer Stromerzeugung in Höhe von 5.100 MWh/a in Betrieb. Diese Anzahl setzt sich aus 408 Dachanlagen (6.140 kW<sub>p</sub>), und 27 Balkonanlagen (26 kW<sub>p</sub>) zusammen. 2 Anlagen (39 kW<sub>p</sub>) sind nicht zuzuordnen.

### Dächer

Die potenzielle Gesamtleistung auf den Dächern von Ötigheim beträgt ca. 50.000 kW<sub>p</sub>. Die grundsätzliche Eignung der Gebäudedächer ist analog zur Solarthermie der Abbildung 20 zu entnehmen. Mit der Ausschöpfung des Solarpotenzials auf den Dächern auf der Gemarkung von Ötigheim können insgesamt ca. 51.000 MWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden. Etwa 45 % der potenziellen Dachanlagen sind hierbei einer Leistungs-kategorie 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.

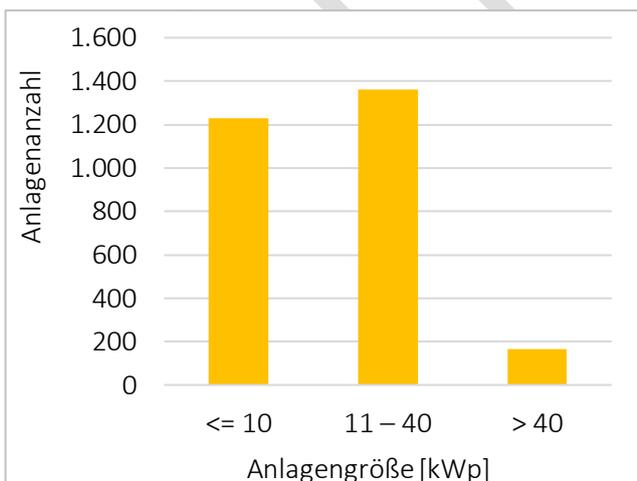


Abbildung 27: Technisches PV-Potenzial auf Gebäudedächern nach Anlagengröße

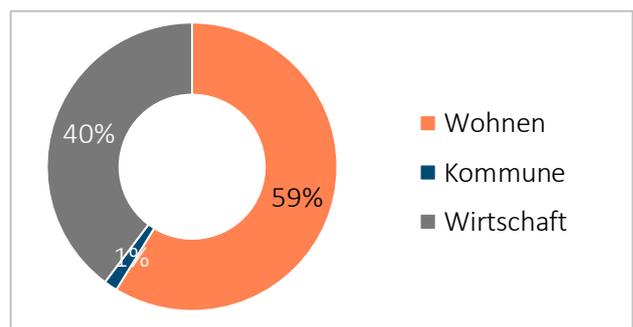


Abbildung 28: Solarpotenzial nach Sektoren

### 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 ergeben sich für die Gemeinde Ötigheim zwei Vorranggebiete für regionalbedeutsame Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Für die vom Regionalverband ausgewiesenen Flächen ergibt sich in Summe ein PV-Freiflächenpotenzial von ca. 22.000 MWh/a.

Die September 2024 eröffnete PV-Freiflächenanlage, südlich des Friedrichsees, hat ein Potenzial 4.500 MWh/a bereitzustellen, was mehr als einem Viertel des aktuellen Stromverbrauchs von ca. 17.000 MWh/a entspricht. Diese wurde in Abbildung 29 zusätzlich in Gelb markiert.

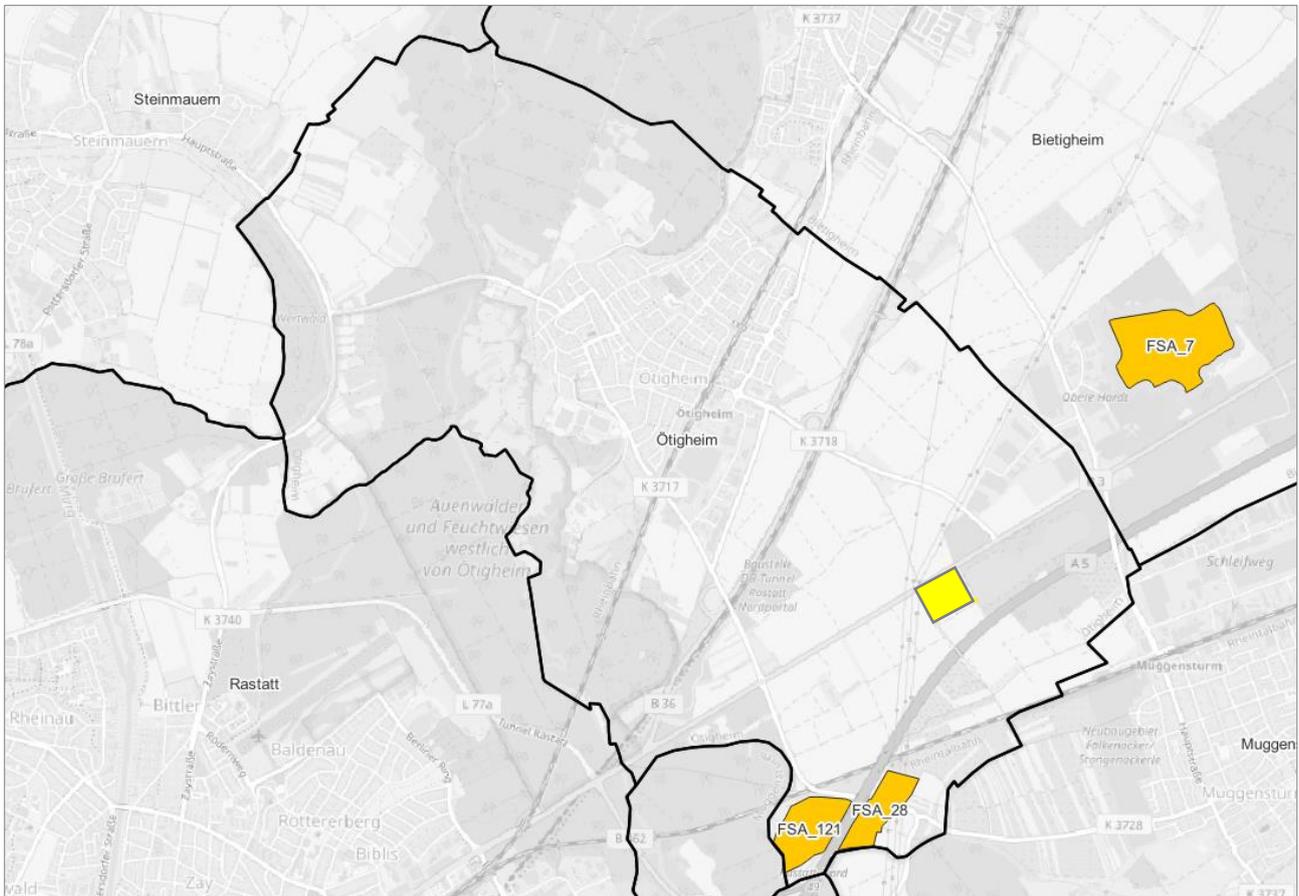


Abbildung 29: Räumliche Verortung potenzieller Vorranggebiete für Freiflächensolaranlagen in orange (RVMO, 2024)

Mit der Ausschöpfung des gesamten technischen Solarstrompotenzials (Dächer und Freiflächen) besteht ein Potenzial von ca. 78.000 MWh/a. Dieses führt zu einer rechnerisch maximalen Deckung des aktuellen Strombedarfs von 460 %, wodurch der Bedarf bilanziell allein mit Photovoltaik übergedeckt werden kann.

## Tiefengeothermie

In Ötigheim findet derzeit keine Nutzung der Tiefengeothermie statt. Bei einer potenziellen Anlage ist davon auszugehen, dass es sich um eine rein wärmegeführte Anlage handeln würde, so dass aus heutiger Sicht auch zukünftig keine Stromerzeugung aus Tiefengeothermie im Gemeindegebiet zu erwarten ist, weshalb das Potenzial nicht dargestellt wird.

## Wasserkraft

Im Gemeindegebiet von Ötigheim befindet sich keine Wasserkraftanlage. Aufgrund fehlender Ausbaumöglichkeiten wird dieses Potenzial nicht weiter betrachtet. (LUBW, LGL, & BKG, 2016)

Mit dem ermittelten Potenzial können rechnerisch 0 % des aktuellen Strombedarfs gedeckt werden.

## Windenergie

Auf der Gemarkung der Gemeinde Ötigheim 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 Windhöflichkeit 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.

Für Ötigheim wurden keine solchen Flächen identifiziert.

## (Über-)Regionale Potenziale zur strombasierten Wärmeversorgung

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

## Kraft-Wärme-Kopplung

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

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

Mit Hilfe der Daten des Stromnetzbetreibers, des Marktstammdatenregisters sowie der Kehrbuchdaten können dezentrale KWK-Anlagen identifizieren werden. Demnach gab es in Ötigheim im Jahr 2023 neun KWK-Anlagen, welche 400 MWh Strom bereitgestellt haben. Als Energieträger wurde hierfür zu 100 % Erdgas eingesetzt. Zukünftige Potenziale können derzeit nicht ermittelt werden. (Netze BW GmbH, 2022; BNetzA, 2024; bBSF, 2022)

## Potenzialübersicht erneuerbare Energien

Wie die folgende Abbildung zeigt, liegen die größten Potenziale zur erneuerbaren Energieversorgung in Ötigheim bei der Nutzung der Umweltenergie (Wärme) sowie der Photovoltaik (Strom). Dabei ist zu beachten, dass diese Angaben die Summe aus dem bereits genutzten Bestand und dem noch zu erschließenden Potenzial, also das Gesamtpotenzial, darstellen. Der Vergleich mit der Verbrauchsbilanz (vgl. S. 16) zeigt, dass der heutige Energiebedarf im Wärmesektor bilanziell vollständig durch lokale erneuerbare Energien gedeckt werden kann, wenn die lokalen Potenziale effizient genutzt werden. Im Stromsektor ist grundsätzlich eine Überdeckung des heutigen Bedarfs bei einem Ausbau der erneuerbaren Energien möglich.

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

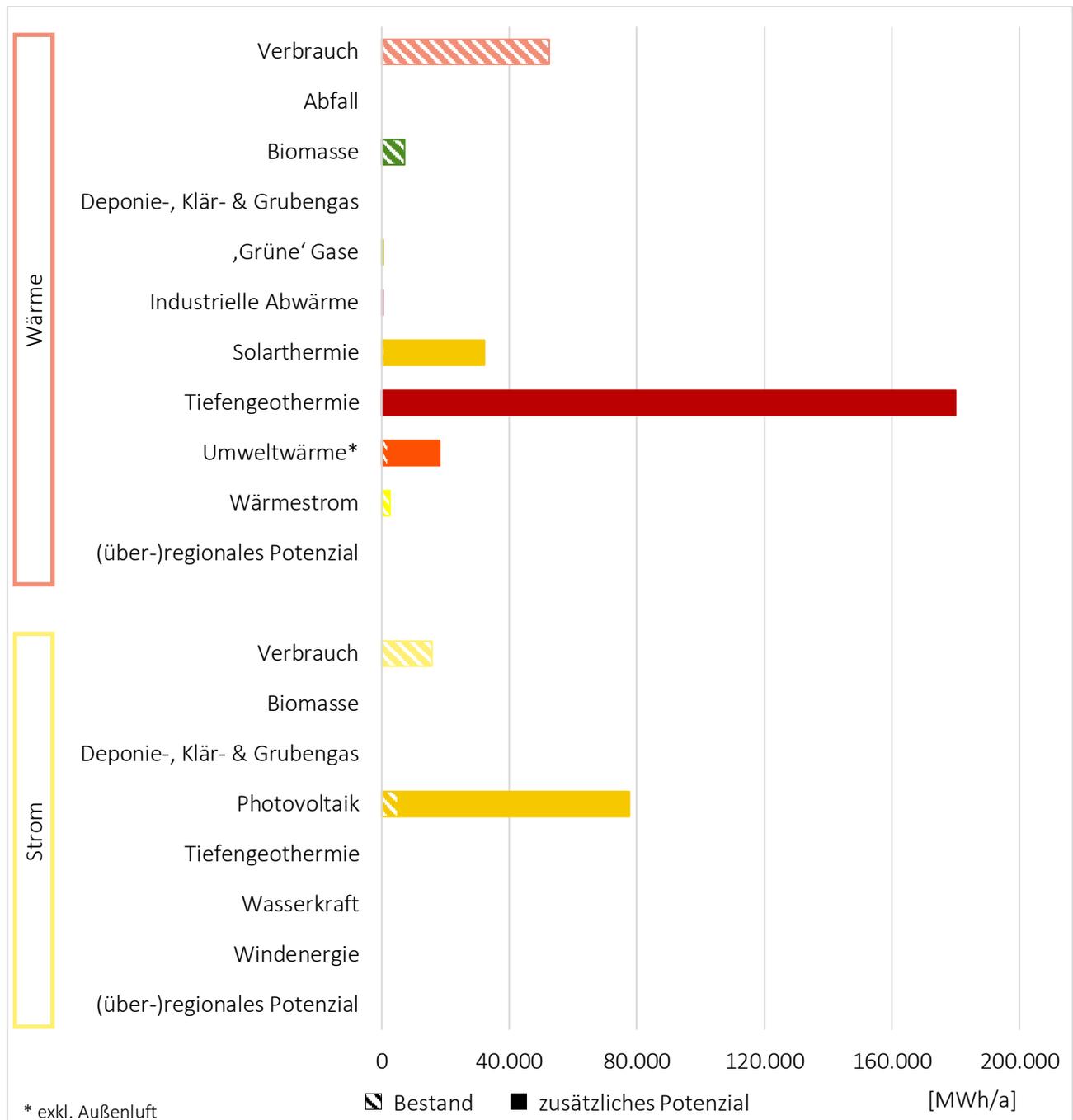


Abbildung 30: Potenzialübersicht erneuerbare Energien (Summe aus Bestand und zusätzlichem Potenzial)

# Projektbeteiligte



**Gemeinde Ötigheim**  
Schulstraße 3, 76470 Rastatt  
[www.oetigheim.de](http://www.oetigheim.de)



**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)



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

0721 – 945 40 590  
[info@smartgeomatics.de](mailto:info@smartgeomatics.de)

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Vorhaben „KSI: Kommunale Wärmeplanung Ötigheim“ wurde unter dem Förderkennzeichen 67K25526 durch Zuwendungen aus den Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMKW) gefördert.

## Bild- und Literaturquellen

Abwasserverband Murg. (2024). Übersichtsplan Abwassernetz.

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 20. März 2024 von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht>

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

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

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

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, Rastatt.

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/>
- KEA-BW. (2022). *Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (KEA-BW, Hrsg.) Rastatt.
- KEA-BW. (2022). *Statusbericht kommunaler Klimaschutz in Baden-Württemberg. Zweite Fortschreibung - 2022*. Rastatt. Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/statusbericht-kommunaler-klimaschutz>
- KEA-BW. (Juni 2023). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung. Version 1.1*. Abgerufen am 09. Februar 2024 von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>
- KEA-BW, & UM. (2021). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden*. (UM, Hrsg.) Stuttgart.
- KWW. (Juni 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)*. Abgerufen am 30. August 2024 von <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>
- LFV; LGL BW. (10. Juni 2021). *Waldeigentumsarten*.
- LGL. (2024). *Open GeoData*. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL). Abgerufen am 21. Juni 2024 von <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data/>
- LUBW, LGL, & BKG. (2016). *Bestehende Wasserkraftanlagen und deren Ausbaupotenziale*. Abgerufen am 29. November 2023
- LUBW; LGL; BKG. (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. (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 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>
- 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](http://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>
- 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>