

# Abschlussbericht

Kommunale Wärmeplanung  
für die Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald

Endbericht Juni 2025



# Kommunale Wärmeplanung

|                                 |                                                                                                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Auftraggeber*in</b>          | Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald                                                                       |
| <b>Auftragnehmer 1</b>          | Smart Geomatics Informationssysteme GmbH<br>Ebertstr. 8<br>76137 Karlsruhe                               |
| <b>Auftragnehmer 2</b>          | Ingenieurbüro für Energieeffizienz<br>Hutzelweg 18<br>78126 Königsfeld im Schwarzwald                    |
| <b>Ansprechpartner</b>          | Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald<br>Bürgermeisteramt Königsfeld<br>Rathausstraße 2<br>78126 Königsfeld |
| <b>Autor*innen des Berichts</b> | Markus Bur am Orde (Ingenieurbüro für Energieeffizienz)<br>André Ludwig (Smart Geomatics)                |
| <b>Veröffentlichung</b>         | 06/2025 – Version 1.1                                                                                    |
| <b>Förderhinweis</b>            |                                                                                                          |

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Einleitung .....</b>                                                                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>1.1 Prozess der kommunalen Wärmeplanung.....</b>                                                                                                 | <b>4</b>  |
| <b>1.2 Rahmenbedingungen der Gemeinde.....</b>                                                                                                      | <b>6</b>  |
| <b>2. Bestandsanalyse .....</b>                                                                                                                     | <b>7</b>  |
| <b>2.1 Hauptnutzungsarten von Gebäuden und Gebiete.....</b>                                                                                         | <b>7</b>  |
| <b>2.2 Siedlungsentwicklung anhand des Errichtungszeitraums von Gebäuden .....</b>                                                                  | <b>9</b>  |
| <b>2.3 Erfassung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs .....</b>                                                                                    | <b>11</b> |
| 2.3.1 Verteilung Wärmeenergiebedarfe .....                                                                                                          | 11        |
| 2.3.2 Wärmedichte .....                                                                                                                             | 12        |
| <b>2.4 Wärmeerzeugung .....</b>                                                                                                                     | <b>13</b> |
| 2.4.1 Energieträgerverteilung .....                                                                                                                 | 13        |
| 2.4.2 Energieträgerverteilung nach Verbrauch.....                                                                                                   | 15        |
| 2.4.3 Energieträgerverteilung nach Emissionen .....                                                                                                 | 16        |
| <b>2.5 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Wärme.....</b>                                                                                            | <b>16</b> |
| <b>3. Potenzialanalyse .....</b>                                                                                                                    | <b>18</b> |
| <b>3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz .....</b>                                               | <b>18</b> |
| <b>3.2 Räumlich verortete Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung sowie Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung auf dem Stadtgebiet .....</b> | <b>19</b> |
| 3.2.1 Biogene Energieträger .....                                                                                                                   | 20        |
| 3.2.2 Luft als Quelle für Wärmepumpen .....                                                                                                         | 21        |
| 3.2.3 Geothermie als Quelle für Wärmepumpen .....                                                                                                   | 21        |
| 3.2.4 Potenzial Umweltwärme aus Gewässern und Abwasser.....                                                                                         | 25        |
| 3.2.5 Solarpotenzial (Photovoltaik und Solarthermie).....                                                                                           | 26        |
| 3.2.6 Windkraftpotenziale .....                                                                                                                     | 28        |
| 3.2.7 Abwärmepotenzial aus Industrie und Gewerbe .....                                                                                              | 28        |
| <b>3.3 Potenziale zur zukünftigen Stromnutzung und -bedarfsdeckung im Gebäude.....</b>                                                              | <b>28</b> |
| <b>4. Wärmewendestrategie .....</b>                                                                                                                 | <b>30</b> |
| <b>4.1 Rahmenbedingungen für Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung.....</b>                                                   | <b>30</b> |
| 4.1.1 Reduzierung der Energiebedarfe .....                                                                                                          | 30        |
| 4.1.2 Dekarbonisierung der Energieversorgung .....                                                                                                  | 31        |
| <b>4.2 Grundlage zukünftige klimaneutrale Beheizung der Gebäude.....</b>                                                                            | <b>31</b> |
| <b>4.3 Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und dezentral versorgte Gebiete .....</b>                         | <b>33</b> |
| <b>4.4 Identifizierung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete .....</b>                                                                      | <b>37</b> |
| 4.4.1 Technische und wirtschaftliche Grobbetrachtung.....                                                                                           | 37        |
| 4.4.2 Herausforderung beim Wärmenetzausbau .....                                                                                                    | 43        |
| <b>4.5 Zukünftige Dezentrale Wärmeversorgung .....</b>                                                                                              | <b>43</b> |
| 4.5.1 Wärmepumpen.....                                                                                                                              | 44        |
| 4.5.2 Pellet-Heizungen.....                                                                                                                         | 45        |
| 4.5.3 Detaillierte Betrachtung Effizienzsteigerung im dezentralen Gebiet .....                                                                      | 46        |
| 4.5.4 Zusammenfassung Dezentrale Wärmeversorgungen .....                                                                                            | 52        |

|            |                                                                                     |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.6</b> | <b>Analyse und Beschreibung der Entwicklung der Gasversorgung für 2030 und 2040</b> | <b>52</b> |
| <b>4.7</b> | <b>Ausblick Wasserstoffnutzung</b>                                                  | <b>53</b> |
| <b>4.8</b> | <b>Zielszenario</b>                                                                 | <b>55</b> |
| <b>5.</b>  | <b>Umsetzungsstrategie</b>                                                          | <b>58</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Maßnahmenkatalog</b>                                                             | <b>58</b> |
| 5.1.1      | Betrachtung Ankerkunden                                                             | 58        |
| 5.1.2      | Sanierungskampagne                                                                  | 59        |
| 5.1.3      | Informationsberatung dezentrale Gebiete                                             | 60        |
| 5.1.4      | Erstellung Bauherrschaftenmappe                                                     | 61        |
| 5.1.5      | Machbarkeitsstudie Wärmenetz                                                        | 62        |
| 5.1.6      | Bürgerenergiegenossenschaft                                                         | 63        |
| 5.1.7      | Beratungsoffensive Ölkesseltausch                                                   | 64        |
| 5.1.8      | Öffentlichkeitsveranstaltung                                                        | 65        |
| <b>6.</b>  | <b>Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept</b>                               | <b>66</b> |
| <b>7.</b>  | <b>Akteursbeteiligung und Kommunikationsstrategie</b>                               | <b>68</b> |
|            | Maßnahmen und Instrumente der Kommunikationsstrategie                               | 68        |
|            | Informationskampagnen                                                               | 68        |
|            | Workshops und Beratungsangebote                                                     | 69        |
|            | Transparenz durch Monitoring-Systeme                                                | 69        |
|            | Förderprogramme und finanzielle Anreize                                             | 69        |
|            | Zusammenarbeit und Beteiligung                                                      | 69        |
|            | Fazit der Kommunikationsstrategie                                                   | 69        |
| <b>8.</b>  | <b>Fazit und Ausblick</b>                                                           | <b>70</b> |
| <b>8.1</b> | <b>Fazit</b>                                                                        | <b>70</b> |
| <b>8.2</b> | <b>Ausblick</b>                                                                     | <b>71</b> |

# 1. Einleitung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein langfristiger, strategischer Prozess mit dem Ziel, eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Sie ist als eigenständiger Bestandteil der kommunalen Energieleitplanung zu verstehen und sollte idealerweise das gesamte Gemeindegebiet abdecken – einschließlich privater Wohngebäude, kommunaler Liegenschaften und gewerblicher Gebäude.

Die Kommune nimmt dabei eine zentrale Rolle ein: Sie ist für die räumliche Planung verantwortlich, verfügt über wichtige Daten zum Gebäudebestand und ist oft Eigentümerin von Infrastrukturen sowie Inhaberin der Wegerechte. Aufgrund ihrer örtlichen Nähe und ihres Auftrags zur Daseinsvorsorge kann sie entscheidend zur Sensibilisierung von Bürgerinnen, Bürgern und Unternehmen beitragen. Durch quartiersbezogene Ansätze – wie etwa die verstärkte Nutzung von Wärmepumpen im Gebäudebestand oder den Ausbau von Wärmenetzen – kann die Kommune die Wärmewende gezielt unterstützen.

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) sind alle Kommunen verpflichtet, bis spätestens 30. Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung vorzulegen. Ausgenommen sind Kommunen, die bis zum 1. Januar 2024 einen entsprechenden Beschluss gefasst, ihren Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 veröffentlicht haben und deren Plan im Wesentlichen den Anforderungen des WPG entspricht. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn der Plan mit Hilfe einer Förderung erstellt wurde und sich an etablierten Leitfäden orientiert.

Die Gemeinde Königsfeld erhielt im Oktober 2023 einen Zuwendungsbescheid zur Förderung der kommunalen Wärmeplanung im Rahmen der Kommunalrichtlinie. Auf Grundlage des Gemeinderatsbeschlusses vom 21. Februar 2024 wurden nach erfolgter Ausschreibung die Smart Geomatics Informationssysteme GmbH sowie das Ingenieurbüro Bur am Orde aus Königsfeld mit der Umsetzung der Wärmeplanung beauftragt.

## 1.1 Prozess der kommunalen Wärmeplanung

### Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der Wärmeplanung. Hierbei wird die aktuelle Situation im Wärmebereich untersucht. Es werden Daten zur bestehenden Infrastruktur, der Siedlungsstruktur wie z. B. Gebäudealter, den derzeitigen Wärmequellen bzw. Energieträgern, den Energiebedarfen sowie den CO<sub>2</sub>-Emissionen gesammelt und analysiert. Ziel ist es, ein umfassendes Bild der Ausgangslage zu schaffen, um darauf basierend weitere Schritte planen zu können.

### Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung und Effizienzsteigerungen im Wärmebereich untersucht. Es werden verschiedene Varianten entwickelt, die zeigen, wie die Wärmeversorgung klimafreundlicher gestaltet werden kann. Hierbei werden sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

## **Wärmewendestrategie**

Auf Basis der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wird in der Wärmewendestrategie das Zielszenario der zukünftigen Wärmeversorgung entwickelt. Dieses Zielszenario zeigt auf, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann und welche Maßnahmen hierfür erforderlich sind. Dabei werden die technischen und wirtschaftlichen Einflussgrößen abgewogen und aufgezeigt. Im Rahmen der Wärmewendestrategie werden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung, Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiet, Prüfgebiete und Prüfgebiete für grünes Methan eingeteilt.

## **Umsetzungsstrategie**

Die Umsetzungsstrategie stellt einen Fahrplan für die Umsetzung des Zielszenarios dar. Sie beschreibt die notwendigen Schritte und Maßnahmen, um die klimaneutrale Wärmeversorgung zu realisieren. Die Strategie gibt eine erste Orientierung und ebnet den Weg für die Ausarbeitung neuer oder die Erweiterung bestehender Wärmenetze. Zudem lässt sie Raum für mögliche Insellösungen in einzelnen Bereichen der Kommune, die sich im Laufe der Transformation ergeben können.

Die kommunale Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz stellt einen wichtigen Schritt zur Bewältigung des Klimawandels dar. Durch die systematische Analyse und Planung können Städte und Gemeinden die Wärmeversorgung klimafreundlicher gestalten und einen bedeutenden Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen leisten. Die kommunale Wärmeplanung stellt ein Konzept auf hoher Maßstabsebene für die zukünftige Wärmeerzeugung und -verteilung in der Kommune dar. Sie gibt eine erste Orientierung für die Wärmetransformation auf dem Gebiet der Kommune. Nach Abwägung der technischen und wirtschaftlichen Einflussgrößen wird für das Gemeindegebiet ein Zielszenario aufgezeigt, wie eine klimaneutrale Versorgung möglich ist und welche Varianten nach jetzigem Stand überwiegend umgesetzt werden.

## 1.2 Rahmenbedingungen der Gemeinde

Die Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald besteht aus dem Kernort Königsfeld sowie den Ortsteilen Buchenberg, Burgberg, Erdmannsweiler, Neuhausen und Weiler. Die Gesamtgemeinde wurde im Zuge der Gemeindereform in Baden-Württemberg im Jahr 1975 gegründet. Königsfeld liegt auf einer durchschnittlichen Meereshöhe von 763m über NHN. Die Gemeindefläche umfasst ca. 40 km<sup>2</sup>. Königsfeld liegt am süd- östlichen Rand des Schwarzwaldes im Landkreis Schwarzwald-Baar. Die Einwohnerzahl beträgt derzeit etwas mehr als 6.000 Einwohner. Auf den Kernort fallen davon ca. 1.900 Einwohner. Gefolgt von den Ortsteilen Neuhausen und Buchenberg mit ca. 1.200 respektive ca. 1.000 Mitbürgern. Im Ortsteil Weiler leben ca. 600 Personen. Burgberg, der kleinste Ortsteil, hat knapp unter 600 Einwohnern.

Königsfeld und die Teilorte Burgberg, Erdmannsweiler, Neuhausen sind an das Gasnetz angeschlossen. Teilbereiche der Streusiedlung Buchenberg sind ebenfalls an das Gasnetz der EGT in Triberg angeschlossen. Im Teilort Weiler gibt es keine öffentliche Gasversorgung. Die Stromversorgung erfolgt in sämtlichen Teilorten, bis auf Weiler über die Fa. naturenergie in Donaueschingen. Weiler wird über die Fa. ENRW Rottweil versorgt. In den Teilorten mit Gasversorgung werden die Häuser überwiegend mit Gas beheizt. Ergänzend kommen Pellet- und andere Holzheizungen, alte Ölheizungen und noch alte Nachtspeicheröfen hinzu. Im Ortsteil Weiler und in Teilbereichen von Buchenberg gibt es Gasheizungen mit Flüssiggastanks, Ölheizungen, Pellets und andere Holzheizungen. Diverse öffentliche und private Photovoltaikanlagen speisen ihren nicht selbstverbrauchten Strom in das öffentliche Netz ein. In den nächsten Monaten wird in Buchenberg eine Freiflächenphotovoltaikanlage errichtet. Hinzu wurden in den letzten Jahren auf der Gemarkung der Gesamtgemeinde mehrere Windkraftanlagen in Betrieb genommen. Für die nächsten Jahre ist in einer „Private-Public-Partnership-Initiative“ geplant, auf den Gemarkungen der Stadt St. Georgen-Peterzell und der Gemeinde Königsfeld mehrere Windräder aufzustellen.

Die Gemeinde Königsfeld nimmt an mehreren Programmen zum Klimaschutz und zur Energieeinsparung teil. Seit 2000 ist die Gemeinde Königsfeld Solarkommune. Beim Wettbewerb „Energiesparkommune“ belegte Königsfeld im Jahr 2005 den dritten Platz. Zudem wurde beim Wettbewerb „Klimaschutzkommune“ im Jahr 2006 der zweite Platz erreicht. Zertifikate beim European Energy Award erhielt die Gemeinde Königsfeld in den Jahren 2013, 2019 und 2022.

## 2. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden alle Daten zum vorliegenden Bestand des Jahres 2023 analysiert und beschrieben. Hierbei wird vor allem der Gebäudebestand hinsichtlich Gebäudealter und damit einhergehende wahrscheinliche Energieeffizienz untersucht. Auch die vorliegenden Erzeugungsarten für Raumwärme werden untersucht, um für die Wärmewende in der Gemeinde Königsfeld passende Transformationspfade auszuarbeiten und die Klimaneutralität im Gebäudesektor zu erreichen. Ein weiterer Faktor ist die Energieinfrastruktur, die ebenso Weichen für einzelne Technologien stellen kann.

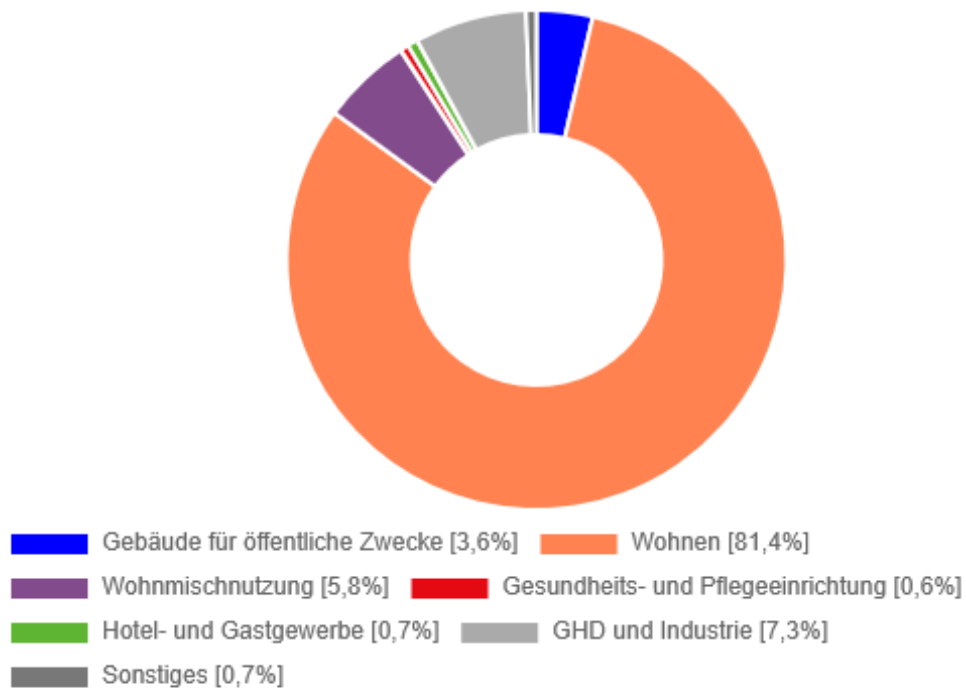
### 2.1 Hauptnutzungsarten von Gebäuden und Gebiete

Auf Grundlage der Angaben aus den Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters (Nutzungsart Einzelgebäude) und Nutzungsart der Flurstücke, lässt sich der Charakter von Gebieten klassifiziert darstellen. Somit können reine Wohngebiete von Gebieten mit Mischnutzung oder Gewerbegebieten sowie Arealen mit vorwiegend kommunalen Liegenschaften unterschieden werden. Die Gebäude werden dabei den folgenden Kategorien zugeordnet:

- Wohnen / Privathaushalte
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und Industrie
- Gebiete mit hoher Dichte an öffentlichen Gebäuden
- Gebiete mit hoher Anzahl an denkmalgeschützten Gebäuden

Dies stellt neben der reinen Ermittlung der Wärmebedarfe im Vergleich zu Wärmeverbräuchen eine wichtige Vorarbeit bei zu erwartenden Sanierungsgewinnen bei den Energiebedarfen dar, die sich nur anhand von Energieverbrauchsdaten nicht ableiten lassen. Ferner hilft diese Gebietsauswertung bei der späteren Identifizierung von voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten sowie Fokusgebieten und Maßnahmen. Die Gebäudetypen im Gemeindegebiet wurden hinsichtlich ihrer Nutzung analysiert. Im Gemeindegebiet dominieren bei der Gebäudenutzung die Wohngebäude.

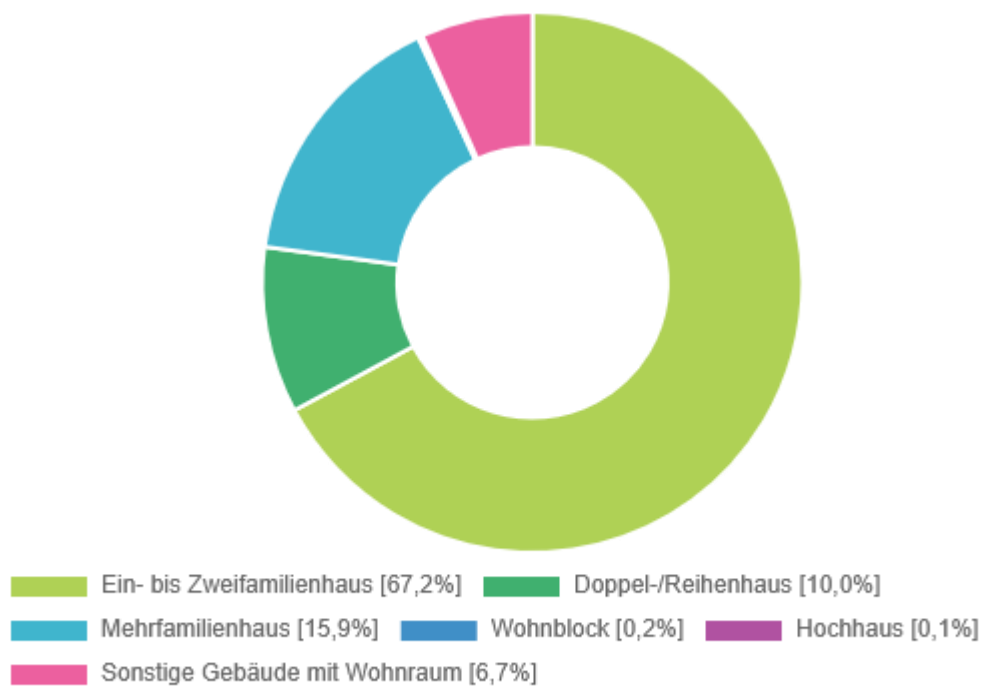
Von den beheizten Gebäuden in Königsfeld entfallen ca. 81% der Gebäude auf den Sektor Wohnen. Zweitgrößerer Sektor bei der Gebäudenutzung ist der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie mit ca. 7%. Etwa 3,6% der Gebäude werden für öffentliche Zwecke genutzt.



Gebäudekategorien - Königsfeld im Schwarzwald

Abbildung 1: Verteilung Gebäudenutzung

Des Weiteren wurden die Wohngebäudetypen näher betrachtet. Fast zwei Drittel der Wohngebäude sind Ein- bis Zweifamilienhäuser, gefolgt von Mehrfamilienhäusern (ca. 16%) und Doppel-/Reihenhäuser (ca. 10%). Die übrigen Anteile verteilen sich auf sonstige Gebäude mit Wohnraum, Hochhäuser und Wohnblöcke.



Wohngebäudetypen - Königsfeld im Schwarzwald

Abbildung 2: Verteilung Wohngebäudetypen

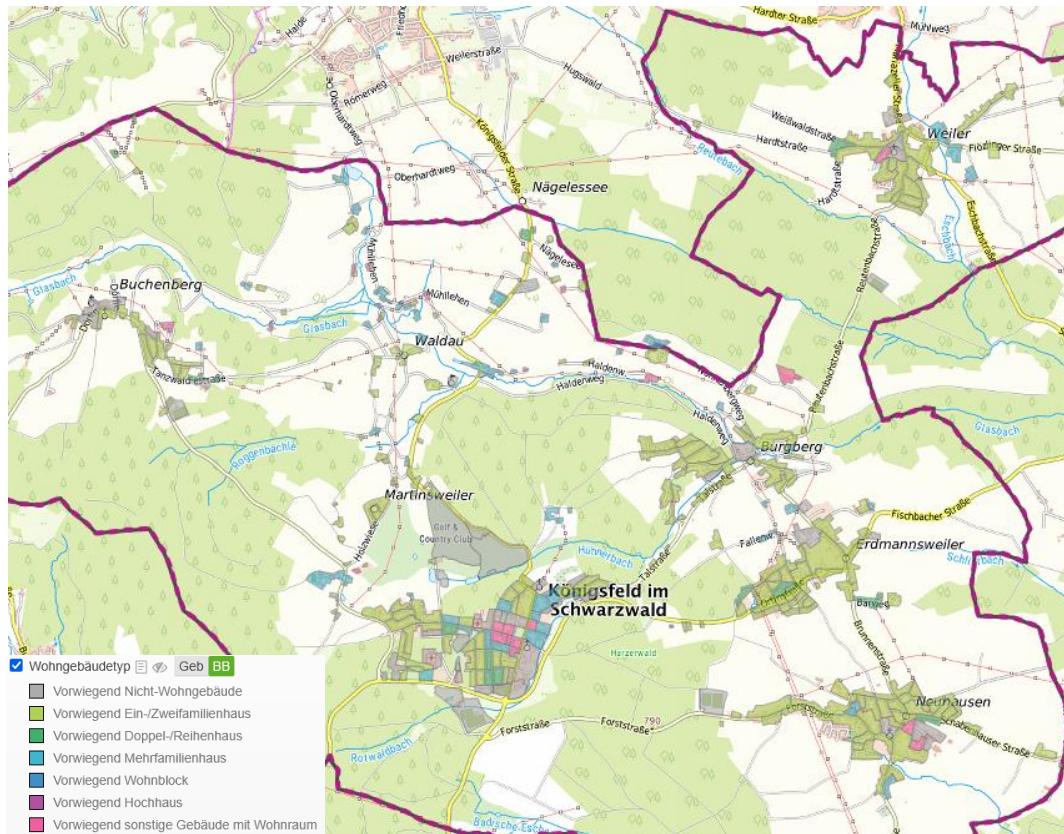


Abbildung 3: Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen

## 2.2 Siedlungsentwicklung anhand des Errichtungszeitraums von Gebäuden

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird die Siedlungsentwicklung nach dem Baujahr der Gebäude ermittelt. Die Klassifizierung des Baualters erfolgt zusätzlich zur reinen Darstellung der Gebäudetypen nach den Novellierungen der gesetzlichen Energieeinsparungsverordnungen bzw. der IWU-Klassen:

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| A bis C | bis 1948                       |
| D       | von 1949 bis 1957              |
| E       | von 1958 bis 1968              |
| F       | von 1969 bis 1978              |
| G       | von 1979 bis 1983 (1.WSchVO)   |
| H       | von 1984 bis 1994 (WSchVO 84)  |
| I       | von 1995 bis 2001 (WSchVO 95)  |
| J       | von 2002 bis 2009 (EnEV 2004)  |
| K       | von 2010 bis 2015 (EnEV 2009)  |
| L       | von 2016 bis heute (EnEV 2014) |

Die folgende Abbildung zeigt, dass etwa 39 % der Gebäude bis zum Jahr 1948 errichtet wurden. Im Zeitraum von 1949 bis 1968 wurden zusammen 27,4 % des aktuellen Gebäudebestands errichtet. Der drittgrößte Ausbauezeitraum stammt aus dem neueren Zeitraum von 2002 bis 2009.

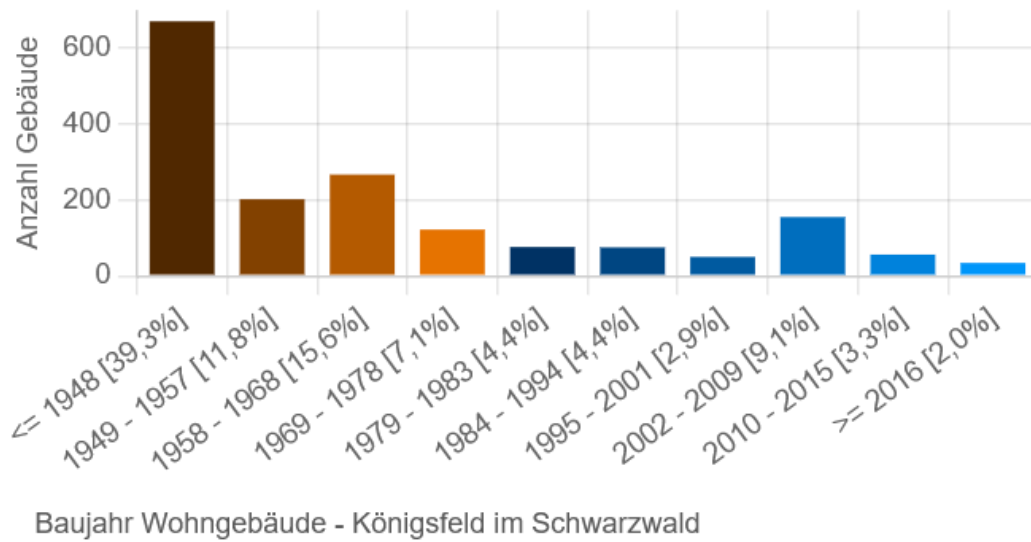


Abbildung 4: Verteilung der Errichtungszeiträume der Gebäude

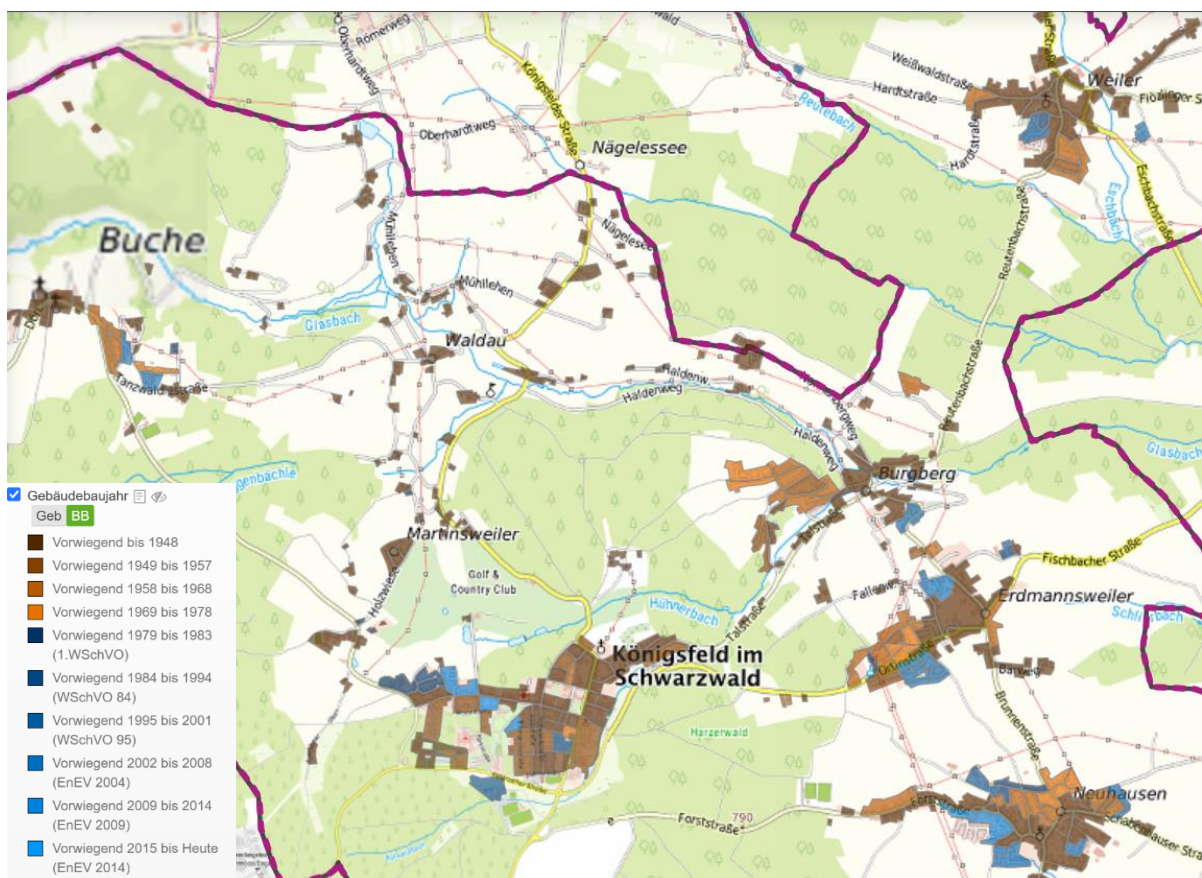


Abbildung 5: Räumliche Kategorisierung der Baualtersklassen

## 2.3 Erfassung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs

Der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald betrug im Referenzjahr 2023 ca. 71.724 Megawattstunden (MWh). Dabei entfiel der mit Abstand größte Teil des Wärmebedarfs auf den Sektor private Haushalte mit 82,1%, gefolgt vom Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie mit 14,5%. Der Wärmebedarf der kommunalen Liegenschaften und öffentlich genutzten Gebäude liegt bei 3,4%.

Der anteilige Wärmebedarf gestaltet sich für eine ländliche Region recht typisch. Dennoch ist der Anteil des Sektors GHD und Industrie auch für einen ländlichen Raum als recht gering einzuschätzen. Der Wärmebedarf für kommunale und öffentliche Gebäude ist typisch für eine kleinere Gemeinde.

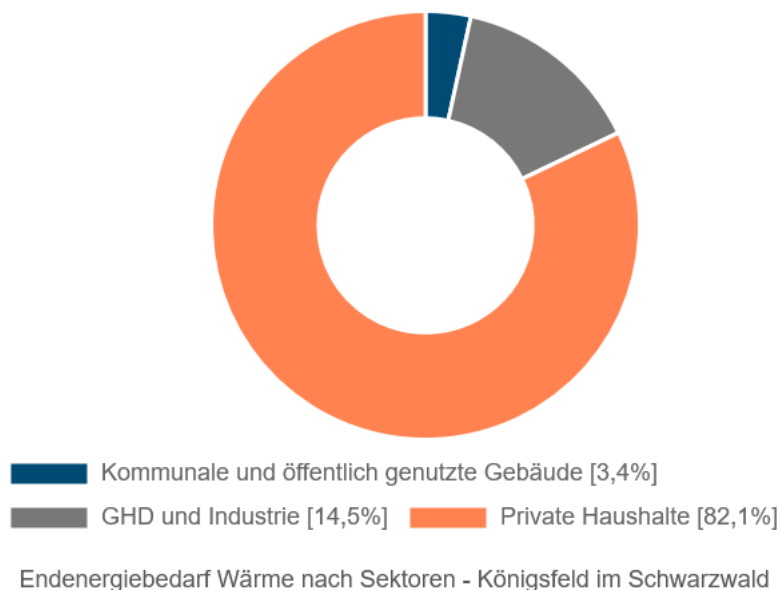


Abbildung 6: Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren

### 2.3.1 Verteilung Wärmeenergiebedarfe

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Verteilung der Wärmeenergiebedarfe für das Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald. Aus Datenschutzgründen werden die Wärmeenergiebedarfe zu Baublöcken zusammengefasst dargestellt. Es zeigt sich dabei, dass sich die höchsten absoluten Endenergiebedarfe für Wärme im Kernort Königsfeld finden lassen.

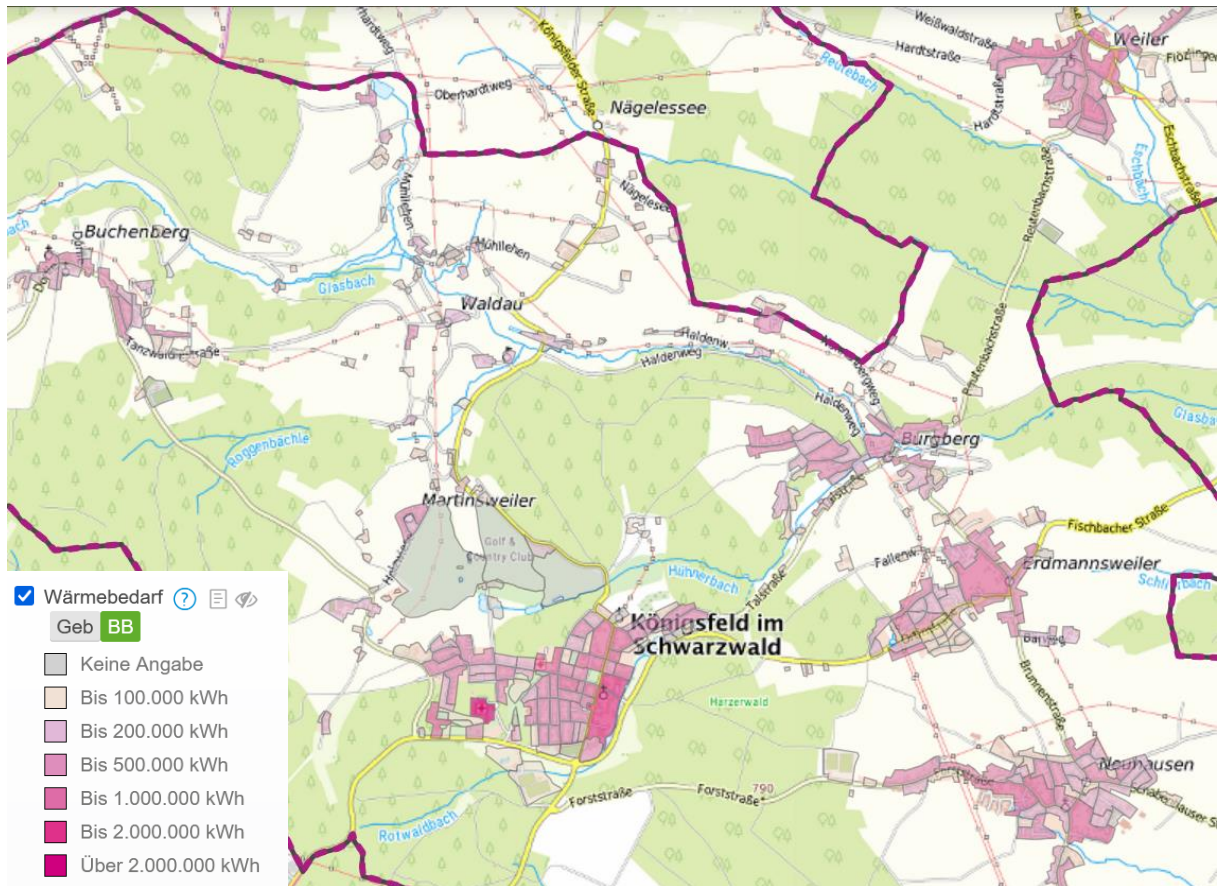


Abbildung 7: Räumliche Verteilung Endenergie (Wärme) Gemeinde Königsfeld

## 2.3.2 Wärmedichte

Um auch einen Überblick über die Wärmedichte in Straßenabschnitten zu geben, wurde der absolute Wärmeenergiebedarf aller (Wohn-)Gebäude an einem Straßenabschnitt mit der Straßenlänge in Bezug gesetzt. Das bedeutet, dass der Wärmeenergiebedarf der Gebäude imaginär auf die Länge eines Straßenzuges umgelegt wird. Somit lassen sich Straßenzüge im energetischen Vergleich darstellen. Das Ergebnis wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Hier sind die höchsten Wärmedichten im Kernort Königsfeld rund um den Zinzendorfplatz sowie in der Friedrichstraße zu erkennen. Orangefarbene und rot eingefärbte Straßenzüge weisen dabei auf potenziell ausreichende Wärmedichten für Wärmenetze hin. Auch die direkte Umgebung einer Eignungszone sollte aber nach weiteren Potenzialen für Wärmenetze untersucht werden.

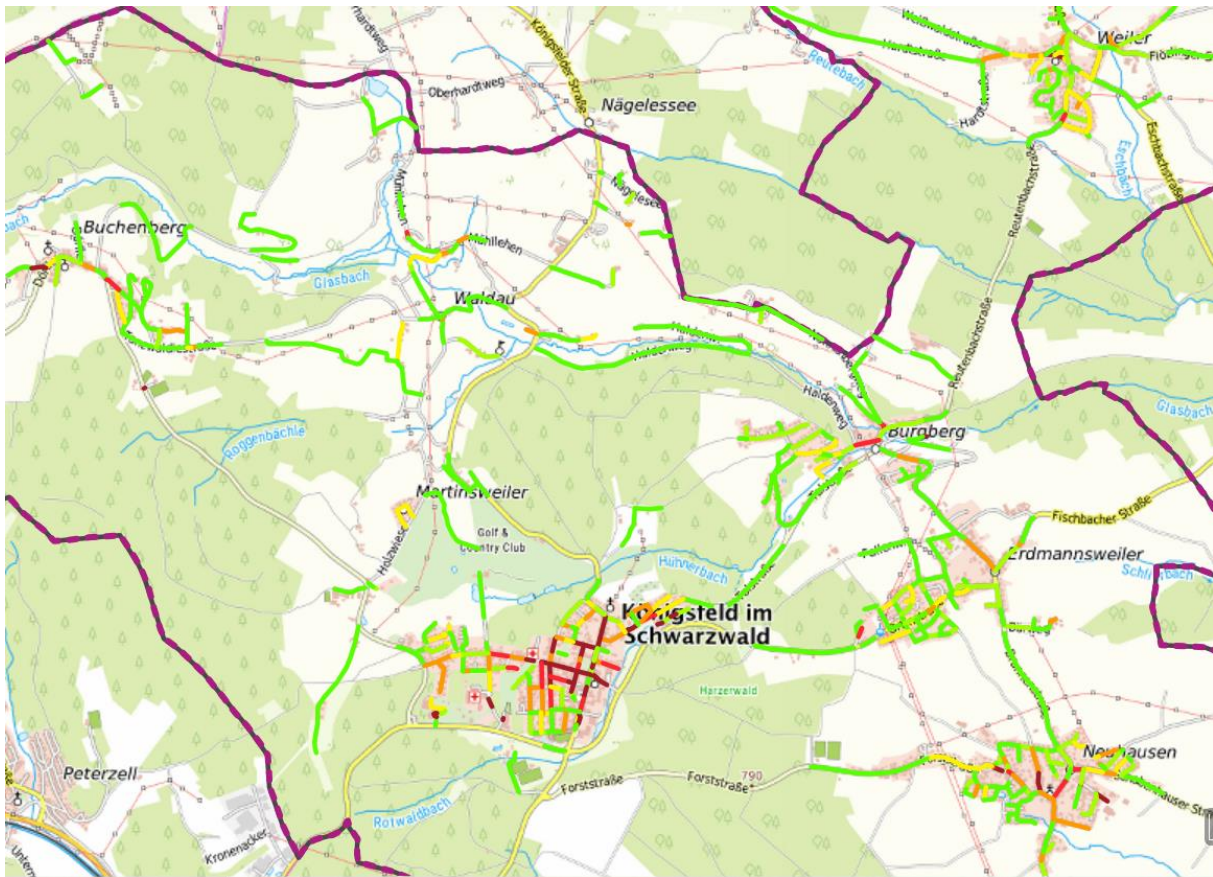


Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte auf Straßenabschnittsebene

## 2.4 Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung kann nach verschiedenen Parametern untersucht werden. In diesem Teilkapitel erfolgt die Beschreibung differenziert nach Energieträgern.

### 2.4.1 Energieträgerverteilung

In der nachfolgenden Abbildung wird die räumliche Verteilung der genutzten Energieträger zur Wärmeerzeugung dargestellt, jedoch in der Genauigkeit, dass der vorherrschende Energieträger in einem Baublock zu erkennen ist. Die Darstellung zeigt die hohen Anteile Erdgas im Bereich der Wohngebäude in den Ortsteilen, in denen sich ein Gasnetz befindet. In den Ortsteilen ohne Gasnetz stellt Öl als Energieträger den größten Teil dar. Vereinzelt lassen sich auch Baublöcke erkennen, in denen die Holzfeuerung den größten Teil ausmacht. Dennoch ist zu sehen, dass in der Gemeinde Königsfeld vor allem noch mit fossilen Energieträgern geheizt wird.



**Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Wärmeerzeugung nach Brennstoffen**

Die folgende Karte liefert eine detaillierte Übersicht darüber, wie verschiedene Energieträger in den unterschiedlichen Baublocken verteilt sind. Sie zeigt anschaulich, welche Arten von Heizungsanlagen und Energieträgern in den jeweiligen Gebieten dominieren und ermöglicht eine differenzierte Analyse der Energieversorgung auf lokaler Ebene. Die Darstellung hilft dabei, die energetische Struktur der Stadt zu verstehen und bietet eine Grundlage für potenzielle Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Durch diese aggregierte Betrachtung können gezielte Strategien entwickelt werden, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu minimieren und den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen.

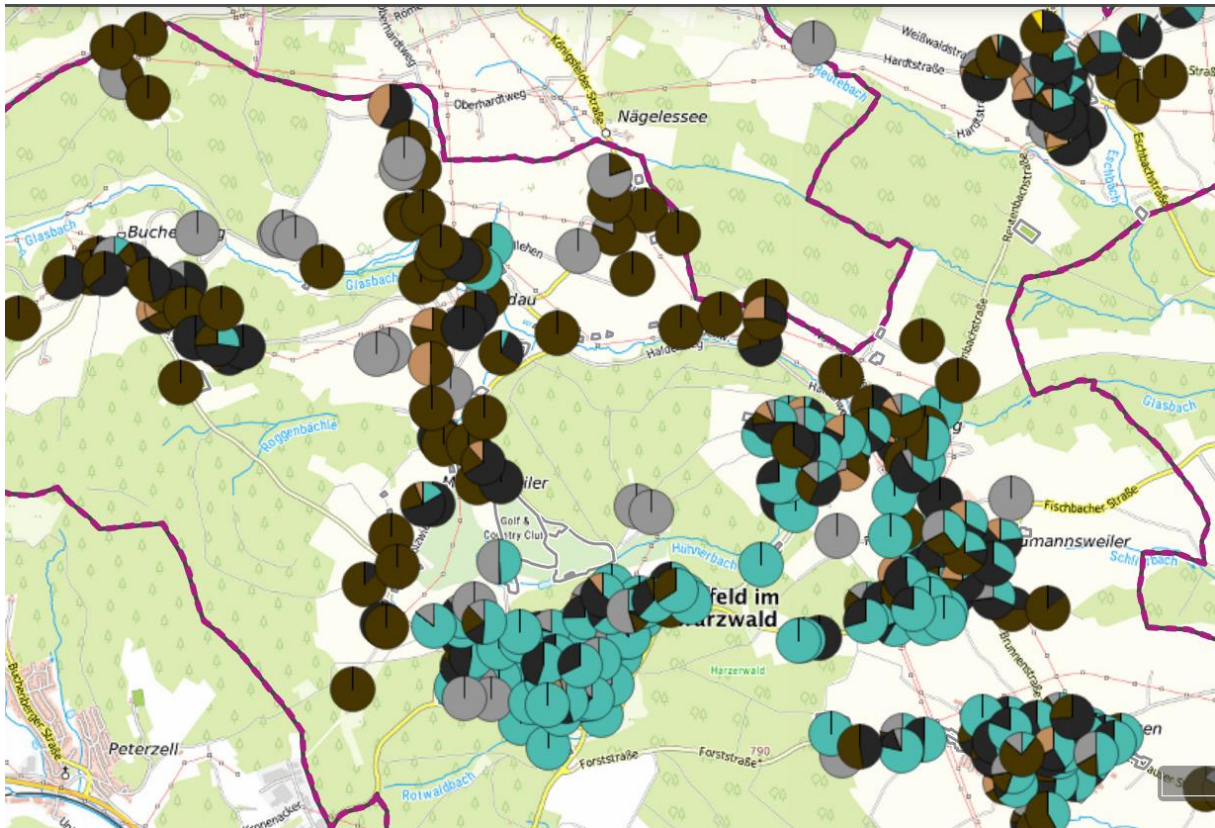
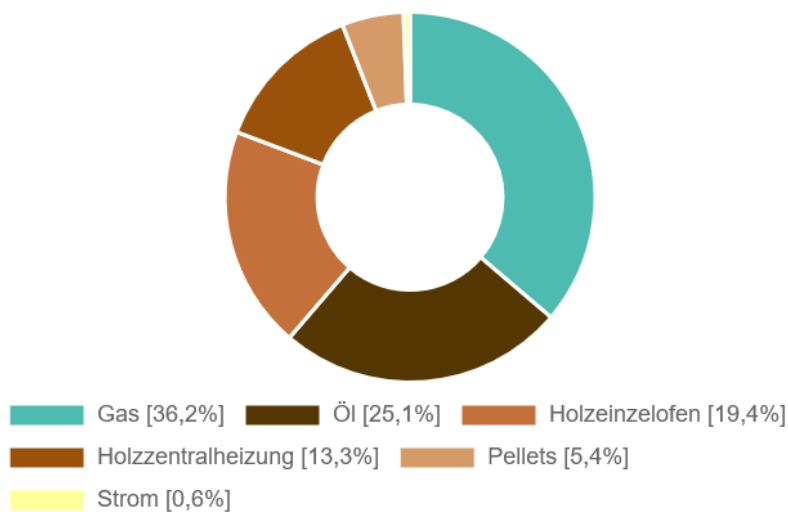


Abbildung 10: Räumliche Darstellung des Verbrauchs anteilig nach Energieträgern

## 2.4.2 Energieträgerverteilung nach Verbrauch

Die Verteilung der zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger nach Sektoren zeigt, dass Gas mit 36,2% der überwiegend eingesetzte Energieträger darstellt. Dahinter folgt wie schon oben beschrieben die Beheizung mit dem Energieträger Öl mit 25,1%. Die Holzfeuerung spielt in der Gemeinde Königsfeld jedoch auch eine nicht unbedeutende Rolle und ist zusammengenommen mit Holzzentral und Holzeinzelöfen sowie Pelletsfeuerung bei insgesamt 38,1%.

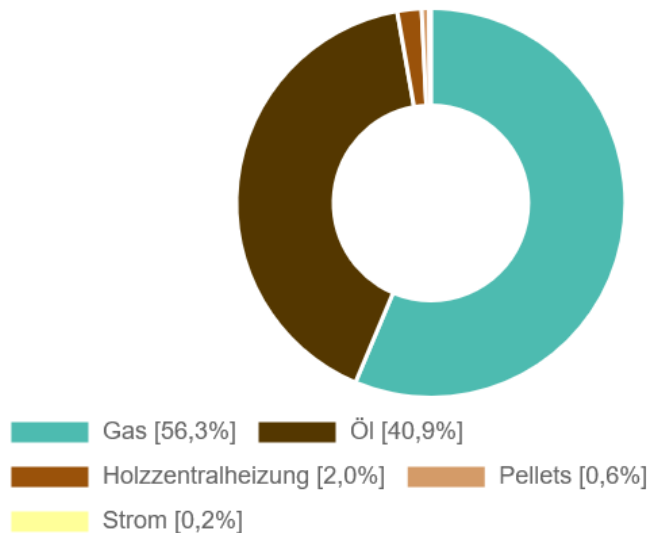


Verteilung Heizungsanlagen nach Anzahl (inkl. Nebenheizung) - Königsfeld im

Abbildung 11: Verteilung der Energieträger nach Verbrauch

### 2.4.3 Energieträgerverteilung nach Emissionen

Werden die Brennstoffe nicht nach dem Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen, sondern anhand ihres Anteils an den Treibhausgasemissionen im Bereich Wärme ausgewertet, so ist ersichtlich, dass die fossile Wärmeversorgung (im Wesentlichen Gas und Öl) etwa 97,2% beträgt.

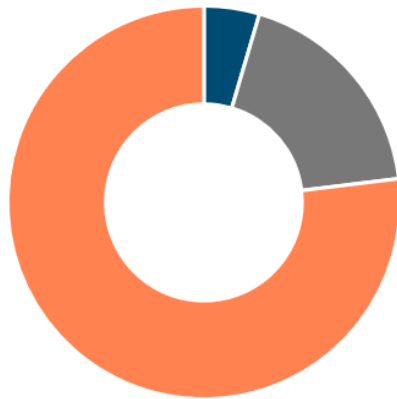


CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträger - Königsfeld im Schwarzwald

Abbildung 12: Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträger

### 2.5 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Wärme

Um aus den ermittelten Wärmebedarfen eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (Übersicht über Energiemengen und der daraus verursachten Treibhausgasemissionen) zu erstellen, werden die ermittelten Energiemengen mit den Emissionsfaktoren multipliziert. Im Bericht wird der Begriff CO<sub>2</sub>-Emission stets als Treibhausgasemission in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten verwendet. Aus der Berechnung ergibt sich folgende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz:



■ Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude [4,6%]  
■ GHD und Industrie [18,5%] ■ Private Haushalte [76,9%]

| Sektor                                    | CO <sub>2</sub> -Emissionen<br>[t/a] | Prozent |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude | 623                                  | 4,6%    |
| GHD und Industrie                         | 2.528                                | 18,5%   |
| Private Haushalte                         | 10.506                               | 76,9%   |
| Summe                                     | 13.657                               |         |

Abbildung 13: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

Im Rahmen des European Energy Awards (eea) wurde für die Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald ebenfalls eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt. Zur Validierung und zum Vergleich der Ergebnisse wurde die Bilanz von der Klimaschutz- und Energieagentur Schwarzwald-Baar-Heuberg zur Verfügung gestellt.

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, ist die Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis auf die Nachkommastelle identisch. Auch bei der Aufschlüsselung der Energieträger gemäß Abbildung 11 zeigen sich sehr ähnliche Ergebnisse. Lediglich bei der Nutzung von Pelletanlagen gibt es leichte Abweichungen, die sich durch unterschiedliche Datengrundlagen erklären lassen.

### 3. Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale der energetischen Sanierung, einer dekarbonisierten Wärmeversorgung des Gebäudebestands sowie der Stromversorgung unter Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme in der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald ermittelt und verortet. Gerade in der Potenzialanalyse ist es wichtig mit vielen Akteuren der Gemeinde und des Landkreises zu sprechen und die vorliegenden Potenziale zu erörtern, daher wurden Interviews mit den wichtigsten Akteuren der Landwirtschaft, Forstwirtschaft sowie der Gemeindeverwaltung Königsfeld geführt. Aus Datenschutzgründen können die Ergebnisse nicht im Detail innerhalb des Berichts veröffentlicht werden, sind aber in die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung eingeflossen.

#### 3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Die Analyse des Gebäudebestands zeigt, dass ein Großteil der Wohngebäude (74,4 %) vor dem Inkrafttreten staatlicher Regelungen zur Gebäudewärmedämmung errichtet wurde. Grundsätzlich besteht bei diesen Gebäuden ein erheblicher Bedarf an nachträglicher Wärmedämmung. In welchem Umfang solche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden und in welcher Form, lässt sich jedoch seriös nicht beziffern. Unsanierte oder nur teilweise sanierte Gebäude weisen folglich einen deutlich höheren Wärmeenergieverbrauch auf als vergleichbare Neubauten. Entsprechend hoch sind auch der Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen, zumal in vielen dieser Gebäude weiterhin fossile Wärmequellen zum Einsatz kommen.

Zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ergeben sich daraus drei zentrale Handlungsfelder, die für das Gelingen der Energiewende von entscheidender Bedeutung sind:

- Minderung des Gebäudeenergiebedarfs durch energetische Sanierungen
- Effizienzsteigerung der Heizungsanlagen durch Modernisierung
- Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energiequellen

Zur Dekarbonisierung von Prozessen gilt allgemein das Prinzip: Vermeiden – Optimieren – Substituieren. Vorrangig ist daher die energetische Sanierung von Gebäuden, da dadurch nur jene Energiemenge erzeugt werden muss, die tatsächlich benötigt wird. Dabei ist jedoch auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Sanierungskosten und Einsparpotenzial zu achten, um die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.

In einem zweiten Schritt sollte die Wärmeerzeugungsanlage möglichst effizient ausgelegt werden, um Energieverluste zu minimieren. Erst im dritten Schritt ist der verbleibende – nicht vermeidbare – Energiebedarf durch erneuerbare Quellen zu decken. Auch kleinere Maßnahmen zur Optimierung bestehender Anlagen können dabei helfen, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Dieses Vorgehen reduziert gleichzeitig die Investitions- und Betriebskosten, da es auf geringere Verbrauchsdimensionen abzielt. Für die kommunalen Gebäude in Königsfeld im Schwarzwald ist das kommunale Gebäudemanagement zuständig, das sich zunehmend auf die Verbesserung der Energieeffizienz konzentriert.

Das größte Potenzial zur Energieeinsparung im Wärmebereich liegt bei der energetischen Sanierung der Gebäudehülle und -technik. Dazu zählen sowohl die Modernisierung der Heizungsanlage durch den Austausch gegen ein effizienteres Modell als auch die Dämmung von Außenwänden, Fenstern, Dächern und Kellerdecken.

Die durch energetische Sanierungen erzielbaren Einsparungen variieren je nach Baujahr und energetischem Standard des Gebäudes. Für das Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald konnten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung – auf Basis der Baujahre der Wohngebäude und der Dämmstandardwerte der TABULA-Typologie (Institut für Wohnen und Umwelt, 2023) – die Einsparpotenziale für alle Wohngebäude im Gemeindegebiet ermittelt werden. Für Gebäude mit anderen Nutzungsarten sind die Einsparpotenziale deutlich heterogener und lassen sich nicht pauschal angeben. Beispielsweise ist eine exakte Trennung der Wärmemengen für Prozesswärme, Raumheizung und Warmwasserbereitung in gewerblich genutzten Gebäuden oft nicht standardisiert erfassbar. Hier sind Einzelfallanalysen notwendig. Da jedoch 87 % der Gebäude in Königsfeld Wohngebäude sind, lässt sich ein Großteil des Gesamtpotenzials durch die Analyse dieser Gebäude erfassen.

Unter konservativer Annahme eines Ziel-Gebäudeenergiebedarfs von etwa 70–100 kWh/(m<sup>2</sup>·a) – ein Wert, der durch Sanierungen heute in der Mehrzahl der Fälle erreichbar ist – könnten bei den Wohngebäuden in Königsfeld durch energetische Sanierungen im Durchschnitt rund 48 % des Wärmebedarfs eingespart werden. Die genaue Einsparhöhe hängt vom Baujahr des Gebäudes sowie vom individuellen Nutzerverhalten ab; in Einzelfällen sind noch höhere Einsparungen möglich.

Für die CO<sub>2</sub>-Reduktion ist von einem etwas höheren Einsparpotenzial auszugehen. Dies liegt daran, dass insbesondere in älteren Gebäuden Heizsysteme mit höheren CO<sub>2</sub>-Faktoren betrieben werden. In solchen Fällen bewirkt eine eingesparte Megawattstunde (MWh) eine deutlich größere Emissionsreduktion als in einem Gebäude mit moderner Heiztechnik.

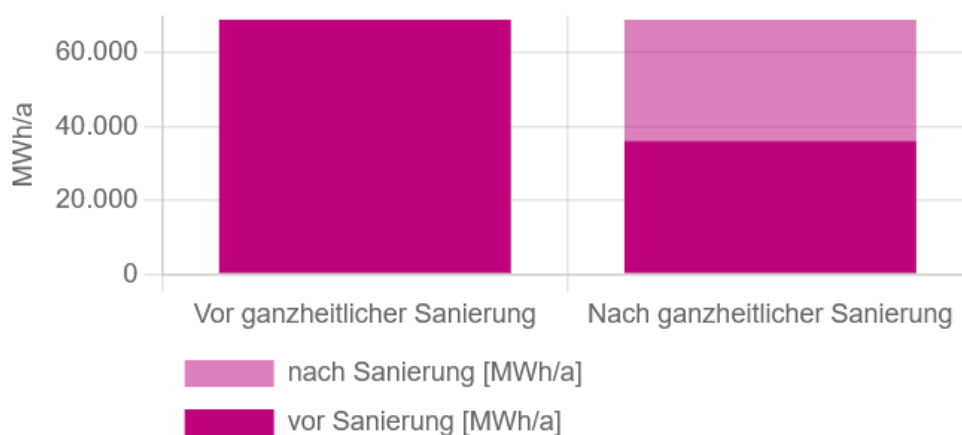


Abbildung 14: Energiebedarf der Wohngebäude vor und nach ganzheitlicher Sanierung

### 3.2 Räumlich verortete Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung sowie Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung auf dem Stadtgebiet

Im Folgenden werden die räumlich verorteten Potenziale erneuerbarer Energien für die Wärme- und Kälteversorgung, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung auf dem Gemeindegebiet erläutert und dargestellt. Hierbei sind die verschiedenen Optionen zur regenerativen Deckung des künftigen Wärmebedarfs eingeordnet. Die Priorisierung der Maßnahmen wird im Maßnahmenkatalog vorgenommen.

### 3.2.1 Biogene Energieträger

In diesem Bericht werden die energetischen Potenziale verschiedener biogener Energieträger in Königsfeld im Schwarzwald analysiert. Dabei erfolgt eine Differenzierung zwischen Biogas aus Silomais, Grünland sowie Gülle und Mist, und dem Potenzial von Hackgut aus Grüngutabfällen sowie Holzeinschlag aus dem Kommunal-, Privat- und Staatswald.

#### Biogas:

Laut dem Statistischen Landesamt umfasst die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Gemeinde Königsfeld 1.774 Hektar. Davon werden 121 Hektar – etwa 7 % der Gesamtfläche – mit Silomais bebaut. Diese Fläche entspricht dem vom Land Baden-Württemberg empfohlenen Maximalanteil. Basierend auf den Faustzahlen der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) ergibt sich hieraus ein energetisches Potenzial von 6.050 MWh.

Für das vorhandene Grünland, das sich laut Statistik auf 1.055 Hektar beläuft, sieht das Land Baden-Württemberg eine energetische Nutzung von bis zu 15 % vor. Daraus lässt sich ein Potenzial von 4.747 MWh ableiten.

Das Potenzial aus tierischen Exkrementen ergibt sich aus der Anzahl der gehaltenen Tiere. In Königsfeld leben 3.115 Rinder und 38 Schweine. Laut Statistischem Landesamt entspricht dies einem Biogas-Potenzial von 5.770 MWh.

Gesamtes Biogaspotenzial: 16.567 MWh

#### Brennholz/Hackgut:

Die zuständige Stelle des Forstamtes für den Kommunal- und Privatwald in Königsfeld stellte eine Auflistung mit der jährlichen Einschlagmenge zur Verfügung. Darin geht hervor, dass Brennholz und Hack-Rohholz im Kommunalwald mit ca. 5% nur eine untergeordnete Rolle spielt. Aus der Menge dieser Sorten würden sich nach Angaben von CARMEN e.V. ein energetisches Potenzial von 480 MWh generieren.

Im Privatwald spielt Brennholz und Hack-Rohholz mit ca. 16% eine wichtigere Rolle. Aus dieser Einschlagmenge ließ sich ein energetisches Potenzial nach den Daten von CARMEN e.V. ein Potenzial von 2.665 MWh ermitteln.

Nach Angaben des ForstBW ließen sich für das energetische Verwendung Hackholz, Brennholz und K-Holz (K steht für krank) nutzen. Derzeit fallen jährlich 600 fm Holz in diese Kategorie. Dies entspricht einen Energieinhalt von 1.142 MWh

In dem Ortsteil Erdmannsweiler befindet sich ein Wertstoffhof welcher auch Grüngut sammelt. Jährlich fallen dort Mengen in Höhe von 360 Tonnen Grüngut an, woraus derzeit 36 Tonnen Hackschnitzel hergestellt werden. Dies entspricht einem Energieinhalt von 144 MWh.

Zusammen mit dem Potenzial für Biogas und dem Potenzial aus Brennholz und Hackgut ergibt sich ein Gesamtpotenzial für biogene Energieträger in der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald von **20.998 MWh**.

### 3.2.2 Luft als Quelle für Wärmepumpen

Luftwärmepumpen stellen eine attraktive und leicht zugängliche Möglichkeit dar, den Heizbedarf von Gebäuden zu decken. Sie gewinnen Wärme aus der Umgebungsluft und wandeln diese in Heizenergie um. Die Effizienz dieser Technologie ist temperaturabhängig, jedoch können moderne Geräte auch bei niedrigen Außentemperaturen zuverlässig arbeiten.

Ein wesentlicher Vorteil von Luftwärmepumpen liegt in ihrer unkomplizierten Installation. Da weder Bohrungen noch größere bauliche Eingriffe erforderlich sind, eignen sie sich besonders gut für Bestandsgebäude und Nachrüstungen. Durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen leisten sie zudem einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen.

Luftwärmepumpen bieten darüber hinaus den Vorteil, dass sie nicht nur heizen, sondern auch kühlen können. Damit stellen sie eine ganzjährige Lösung für das Raumklima dar. Sie arbeiten in der Regel leise und gelten als wartungsarm, was sie sowohl für private Haushalte als auch für gewerbliche Anwendungen wirtschaftlich attraktiv macht.

In dicht bebauten Wohngebieten kann es jedoch aufgrund immissionsschutzrechtlicher Vorgaben zu Problemen kommen: Trotz ihres leisen Betriebs kann der von Luftwärmepumpen erzeugte Schalldruckpegel in Einzelfällen die zulässigen Grenzwerte überschreiten. In solchen Fällen könnte der Einsatz eingeschränkt sein. Künftige technische Entwicklungen versprechen jedoch leisere, effizientere und kompaktere Geräte, was diese Einschränkungen weiter minimieren dürfte.

Hinweis: Auf der Website des Bundesverbands Wärmepumpe steht ein Schallrechner zur Verfügung, mit dem die Schallemissionen von Wärmepumpen abgeschätzt werden können. Trotz einiger Herausforderungen – etwa der Leistungsabnahme bei sehr niedrigen Außentemperaturen oder dem gelegentlichen Bedarf an zusätzlicher Energie – bieten Luftwärmepumpen ein enormes Potenzial für eine energieeffiziente und nachhaltige Wärmeversorgung.

### 3.2.3 Geothermie als Quelle für Wärmepumpen

Geothermie ist die unterhalb der festen Oberfläche der Erde gespeicherte Wärmeenergie, die auch Erdwärme genannt wird. Die Geothermie wird als permanent verfügbare Energiequelle zur Strom- und Wärmeerzeugung angesehen. Es wird zwischen der oberflächennahen und der tiefen Geothermie unterschieden, die beide einen wichtigen Beitrag zum zukünftigen Energiemix leisten werden.

Möglichkeiten zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie:

- Erdwärmesonden
- Erdwärmekollektoren

Während in der oberflächennahen Geothermie Erdwärmekollektoren stets in den obersten frostsicheren Bodenschichten eingebaut werden, können für Erdwärmesonden Bohrungen bis zu 400 m (technisch sinnvoll bis 250 m) ausgeführt werden. Bohrtiefen bis 100 m sind üblich und erfordern keine aufwendigen Genehmigungen. Ab einer Bohrtiefe von über 100 m ist die Anforderung des Bergrechts notwendig. Somit steht für eine einfachere und auch günstigere Nutzung geothermischer Potenziale zunächst die Wärme bis 100 m Tiefe im Fokus.

Im Fall der oberflächennahen Geothermie mit Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren wird immer ein Wärmeträgermedium benutzt, um die Energie aus dem Erdreich zu entziehen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die thermische Energie des Grundwassers aus dem Erdreich genutzt wird, um zum Beispiel ein Kältemittel in einer Grundwasser-Wärmepumpe zu erhitzen.

Unter Tiefengeothermie fallen geothermische Bohrungen, die bis zu mehreren tausend Metern tief sein können und im Optimalfall über 100 °C heißes mineralisches Tiefengrundwasser zu Tage fördern.

Die oberflächennahe Geothermie ist grundsätzlich ein geeignetes Potenzial zur Gewinnung von Raumwärme im Zusammenspiel mit einer Wärmepumpe. Alle hier getroffenen Annahmen sind grobe Mittelwerte, die ausschließlich der Berechnung möglicher CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale dienen.

### **Oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden**

Für das Potenzial aus Erdwärmesonden lässt sich die Karte nach Abbildung 15 vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) generieren. Die orangen gekennzeichneten Flächen bieten ein Potenzial von 60W/m. Die Flächen welche grau gekennzeichnet sind gilt als Wasserschutzgebiet, in welchem nach Absprache mit dem Landratsamt keine Erdwärmesonden sowie keine Erdkollektoren installiert werden dürfen. In diesem Bereich fällt jedoch, wie in der Bestandsanalyse betrachtet die größte Wärmedichte für ein mögliches Wärmenetz an.

In den umliegenden Ortsteilen der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald können Erdwärmesonden und Erdkollektoren mit dem genannten Potenzial genutzt werden.

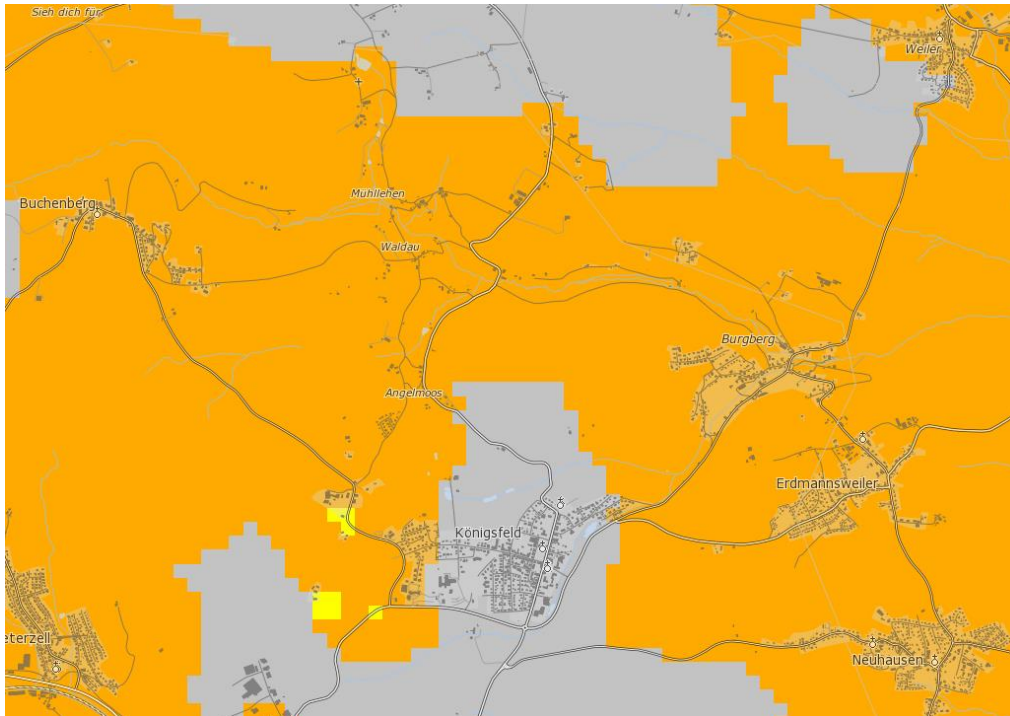


Abbildung 15: Potenzial für Erdwärmesonden nach LGRB

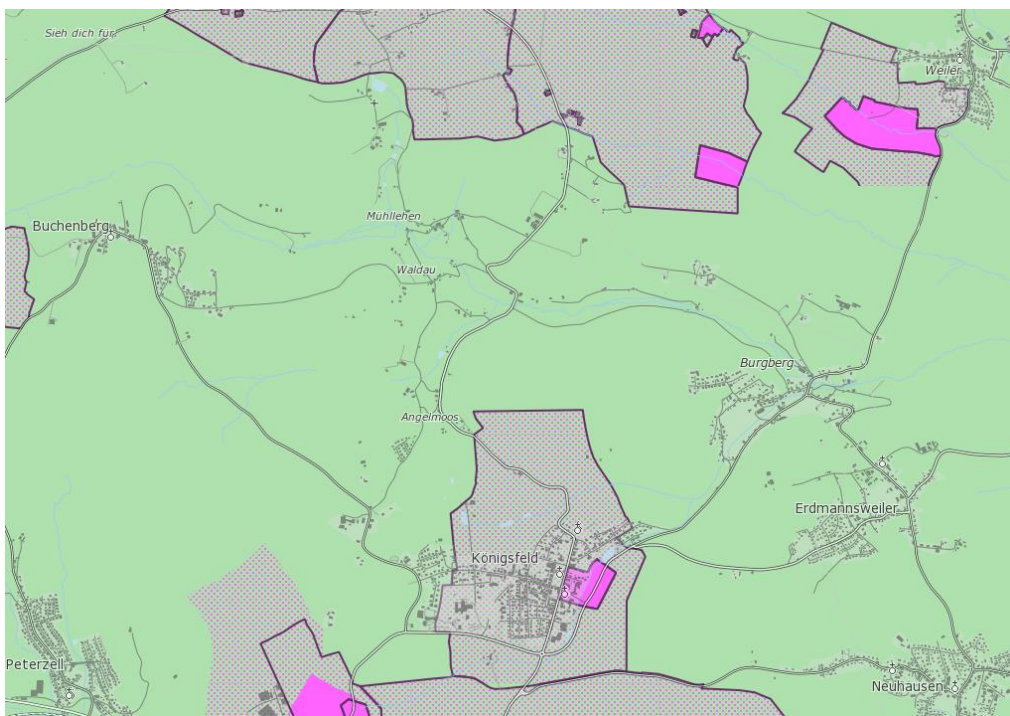


Abbildung 16: Wasserschutzgebiete auf der Gemarkung Königsfeld

Beispiel für die Beheizung mit Erdwärmesonden.

Ein saniertes Gebäude mit einer Heizlast von  $50 \text{ W/m}^2$  und  $100 \text{ m}^2$  Nutzfläche hat eine Gebäudeheizlast von  $5 \text{ kW}$ . Mit einer Wärmepumpe würde dies in etwa eine Leistung von  $5\text{-}6 \text{ kW}$  pro Wohneinheit bedeuten, was für ein energetisch voll saniertes Gebäude knapp ausreichen würde. Bei ca. 1.800 Jahresvollbenutzungsstunden und einer Heizleistung von  $5 \text{ kW}$  würde, das eine theoretisch benötigte Wärmeenergie von  $9.000 \text{ kWh}$  im Jahr bedeuten.

Mit einer effizienten 5 kW Wärmepumpe und einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 wäre eine Energieaufteilung von 1,25 kW Strom und 3,75 kW Umweltenergie zu berechnen. Das würde bei einer durchschnittlichen Entzugsleistung von 60 W/m pro Erdwärmesonden bedeuten, dass man Bohrungen von mindestens 62,5 m benötigt.

### Oberflächennahe Geothermie mit Erdkollektoren

Wie schon bereits oben erwähnt können aufgrund des Wasserschutzgebietes im Kernort Königsfeld Erdwärmekollektoren nur in den Teilorten eingesetzt werden. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs dieser Variante bietet sich diese Möglichkeit ohnehin größtenteils in Wohngebieten mit Einfamilienhäusern mit großen Grundstücken an.

Anhand der Grundstücksgröße und der geologischen Gegebenheit vor Ort kann ein Potenzial für jedes Grundstück abgeschätzt werden. Abbildung 17 gibt dabei das Potenzial an, welches in der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald pro Grundstück im Mittel bei **20.000 kWh/a** liegt.

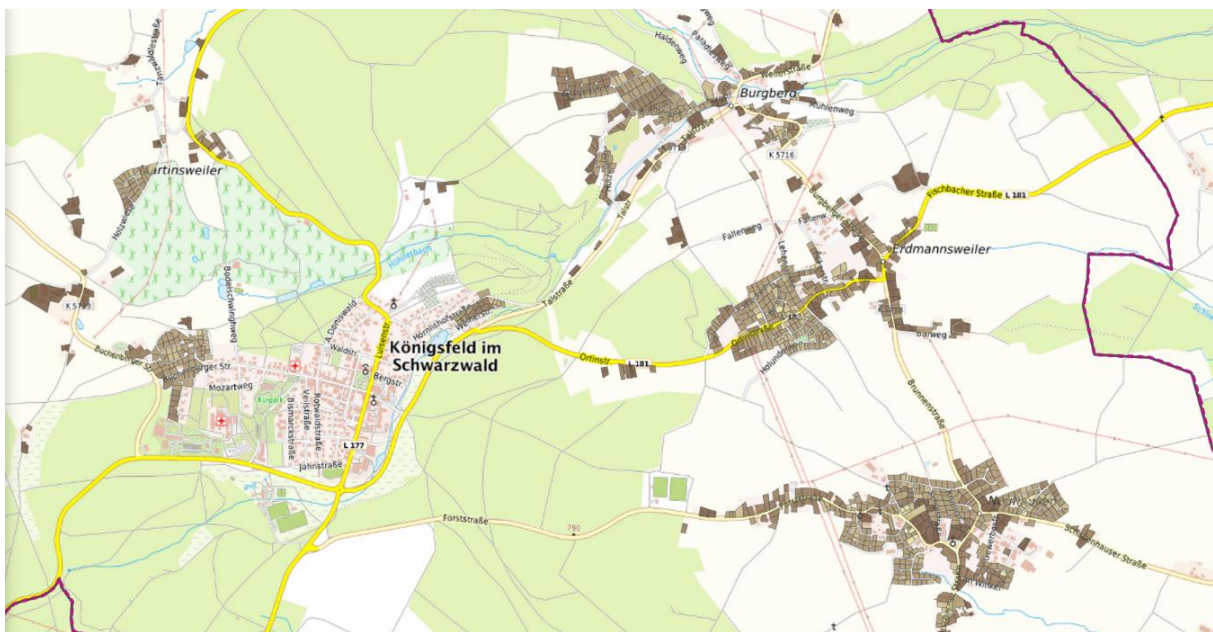


Abbildung 17: Potenzial Erdwärmekollektoren pro Grundstück

### Potenzial tiefe Geothermie

Wie schon in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben und auch in Abbildung 16 dargestellt befindet sich im Kernort Königsfeld mit der höchsten Wärmebedarfsdichte ein Wasserschutzgebiet, wo keine tiefe Geothermie möglich ist. Daher lässt sich für die Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald kein Potenzial für tiefe Geothermie abschätzen.

In unmittelbarer Nähe – Grenze bis Langenschiltach und Tennenbronn - befindet sich jedoch das Forschungsgebiet GeORG welches sich mit dem Potenzial von tiefer Geothermie auseinandersetzt. Möglicherweise wird in Zukunft das Forschungsgebiet noch ausgeweitet und in diesem Zusammenhang könnte auch ein mögliches Potenzial für Königsfeld ermittelt werden.

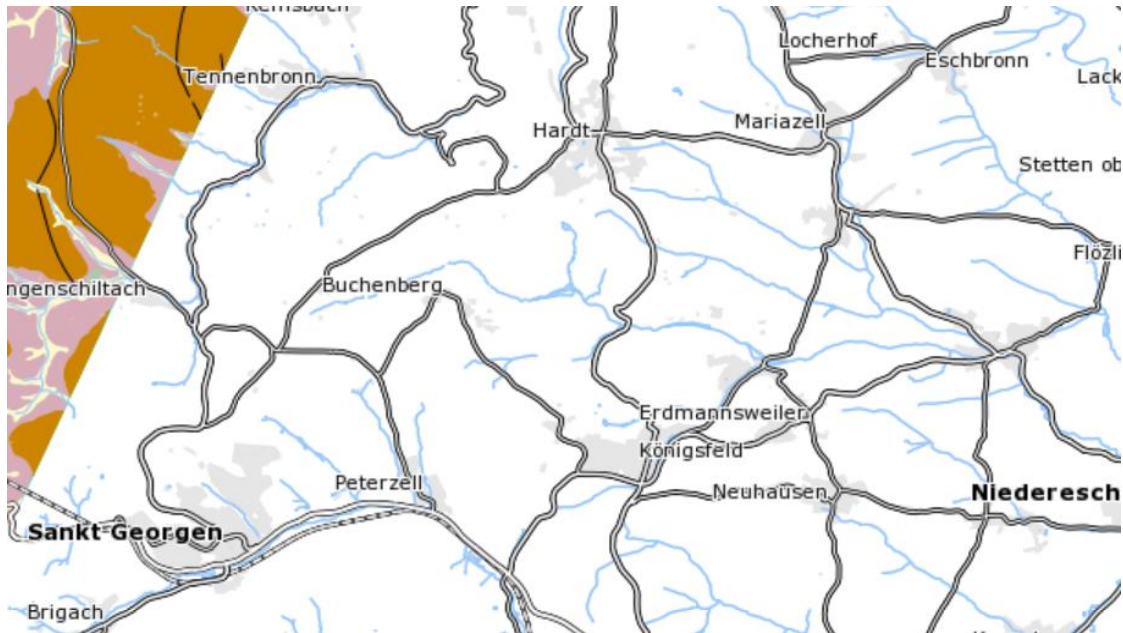


Abbildung 18: Forschungsgebiet für tiefe Geothermie - Randlage zu Königsfeld

### 3.2.4 Potenzial Umweltwärme aus Gewässern und Abwasser

#### Potenzial Wärme aus Fließgewässer

Die Fließgewässer in der Umgebung der Gemeinde Königsfeld verfügen über keine ausreichende Abflussmenge, um mittels Wärmetauscher eine wirtschaftlich nutzbare Menge an Wärmeenergie zu gewinnen.

Eine technische Möglichkeit wäre jedoch Wärme aus einem kleinen See zu entziehen. Der „Sägeweiher“ liegt angrenzend an einem Gebiet mit erhöhter Wärmebedarfsdichte. Mithilfe einer Einzelfallprüfung könnte hier ein Potenzial ermittelt werden.

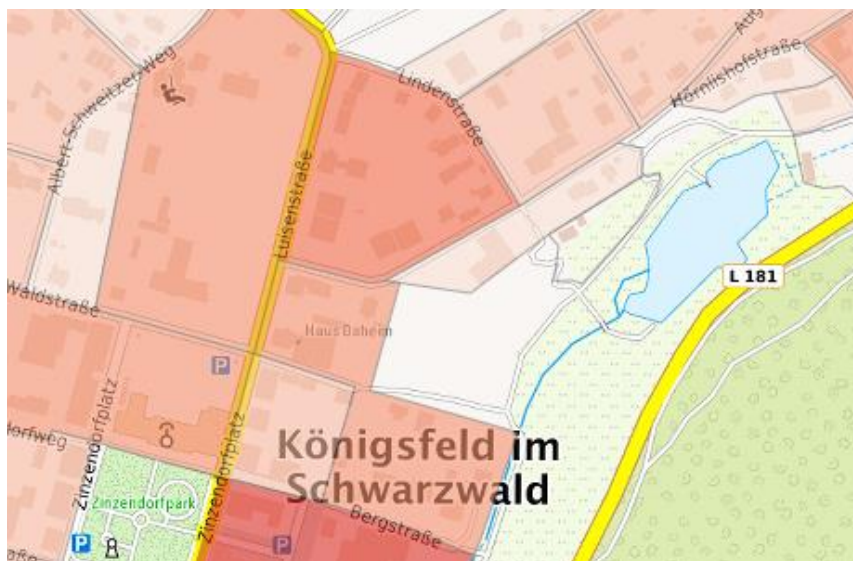


Abbildung 19: Sägeweiher angrenzend an Gebiete mit erhöhter Bedarfsdichte

## Wärmepotenzial Abwasser

Geeignete Standorte für ein Wärmepotenzial aus Abwasser wären die großen Abwassersammler bzw. der Abfluss direkt nach der Kläranlage. Eine Kläranlage besitzt die Gemeinde Königsfeld auf ihrer Gemarkungsfläche nicht und ist somit auch zu weit entfernt für eine sinnvolle Wärmenutzung.

Die größten Abwassersammler befinden sich unterhalb des Sägeweiher und somit immer noch im näheren Bereich der Gebiete mit erhöhter Wärmebedarfsdichte. Sinnvollerweise haben solche Kanäle mindestens einen Kanalquerschnitt von 400 mm, ein Gefälle von mindestens 1 Promille und ein Rohabwasser bei Trockenwetter von mindestens 10 bis 15 Liter pro Sekunde.

Nach Rücksprache mit dem Ingenieurbüro, welches für die Berechnung des Kanalnetzes zuständig ist, wurde in dem genannten größten Abwassersammler eine Trockenwetterabflussrate von 9,5 Liter pro Sekunde gemessen. Aufgrund der exponierteren Lage zu Abnehmern mit einem höheren Wärmebedarf und der nicht eingehaltenen Mindestabflussrate wurde die Potenzialberechnung nicht weiter konkretisiert.

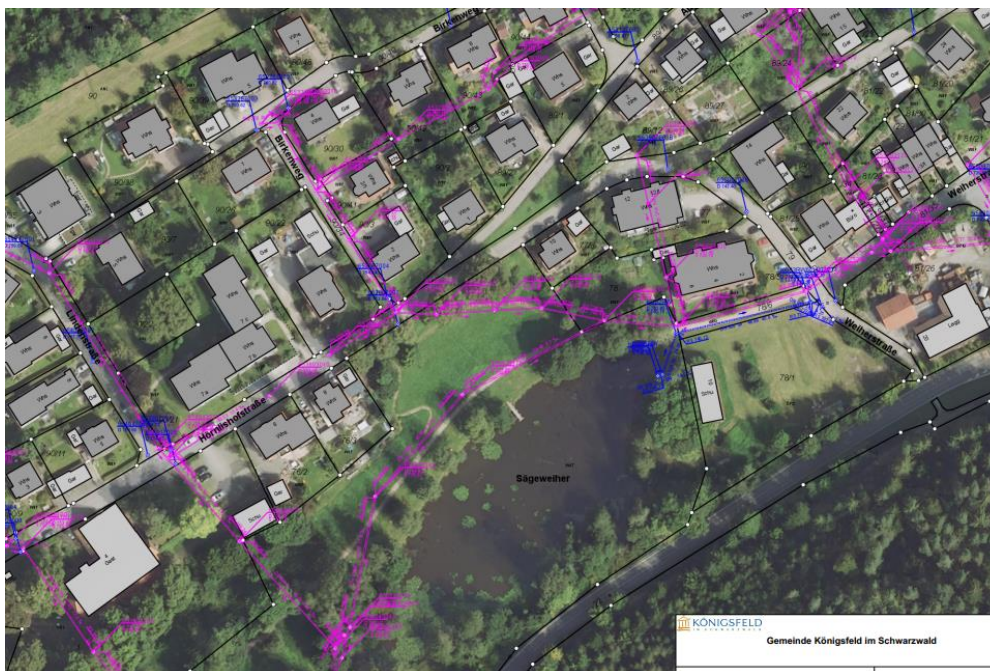


Abbildung 20: Kanalnetz mit Abwassersammler

### 3.2.5 Solarpotenzial (Photovoltaik und Solarthermie)

Für die Ermittlung des Solarpotenzials auf Dachflächen werden alle Dachflächen im Gemeindegebiet in Königsfeld im Schwarzwald auf der Grundlage der Modellierung der Gebäudekubaturen aus der Wärmebedarfsanalyse analysiert. Bei der Analyse werden Dachflächen ausgeschlossen, die nicht für die Erzeugung von Solarenergie geeignet sind, verschattet werden oder aus baulichen oder ästhetischen Gründen nicht für Solaranlagen geeignet sind (wie z. B. Gaubendächer). Bei denkmalgeschützten Gebäuden können in Zukunft wahrscheinlich weniger restriktive Vorgaben doch Dach-Photovoltaik ermöglichen. Hier gilt es, Einzelfallprüfungen durchzuführen. Bei den verbleibenden Dächern wird die

Dachneigung, die Ausrichtung und die Flächengröße bestimmt und so das Solarpotenzial ermittelt.

Das ermittelte PV-Potenzial auf Gebäudedächern für das Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald liegt bei ca. **42.048 MWh/a**.

Das ermittelte PV-Potenzial von 42.048 MWh/a sollte zwingend ausgeschöpft werden. Ein zügiger Ausbau von PV auf öffentlichen und privaten Dächern ist nicht nur wünschenswert, sondern auch erforderlich. Bei der Identifikation der Nutzungspotenziale ist eine sinnvolle Abwägung zwischen der Nutzung von Freiflächen und Dachflächenpotenzialen für Solarthermie oder Photovoltaik bzw. PVT erforderlich. Entsprechend der Gebäudetypologien und bestehenden Heizinfrastruktur bedarf es einer individuellen Betrachtung.

In der nachfolgenden Abbildung wird das theoretische technische Solarpotenzial dargestellt. Die größte Herausforderung wird darin bestehen, das technische Solarpotenzial auf den Gebäuden komplett zu nutzen.

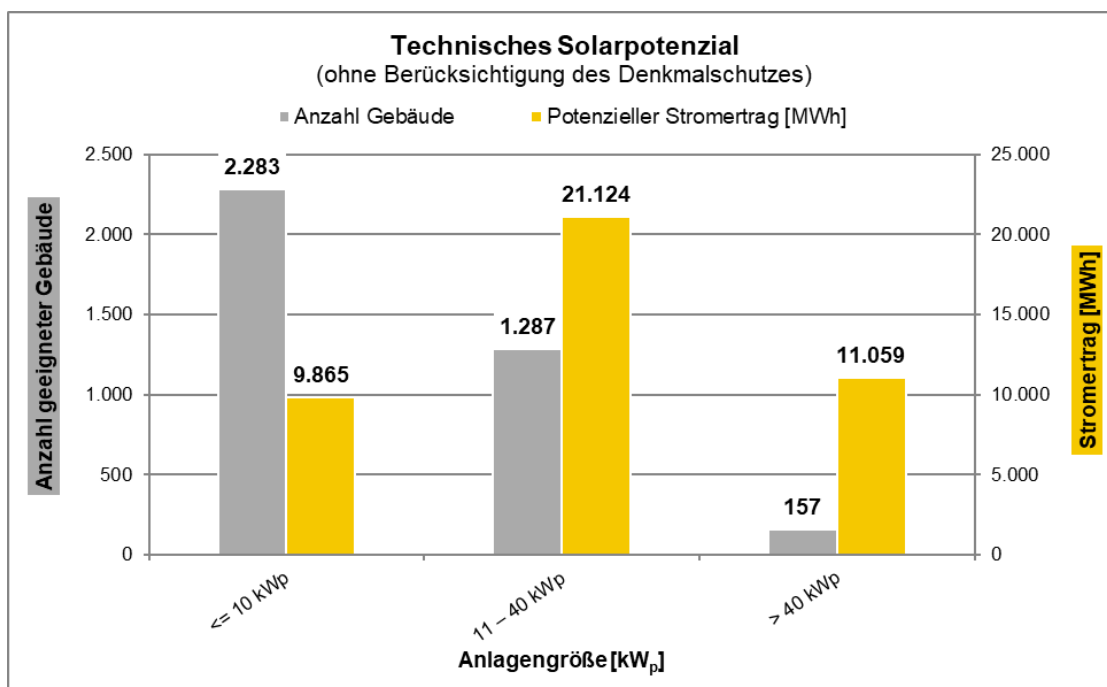


Abbildung 21: Technische Solarpotenzial

Aufgrund der oben beschriebenen Flächenkonkurrenz zu Photovoltaik-Flächen auf dem Dach werden für Solarthermieanlagen kein Potenzial auf Dächern zugewiesen. Für mögliche Wärmenetze wurde jedoch in Randlagen der Gemeinde ein technisches Potenzial auf Grünflächen mit insgesamt 18.500 m<sup>2</sup> bestimmt. Eine Fläche befindet sich südlich des geplanten Neubaugebiets Königshöhe. Die andere Fläche befindet sich östlich des Schulcampus auf der Wiesenfläche.

Für die zwei technisch möglichen Flächen in der Nähe von erhöhter Wärmebedarfsdichte ergibt sich ein Potenzial von **8.140 MWh/a**.

### 3.2.6 Windkraftpotenziale

Auf dem Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald sind zwei Windvorranggebiete ausgewiesen. Auf einer Fläche von den beiden Gebieten existiert bereits eine Windkraftanlage. Das Potenzial zur Stromgewinnung aus einer weiteren Windkraftanlage muss mit einer Einzelfallbegutachtung konkretisiert werden.

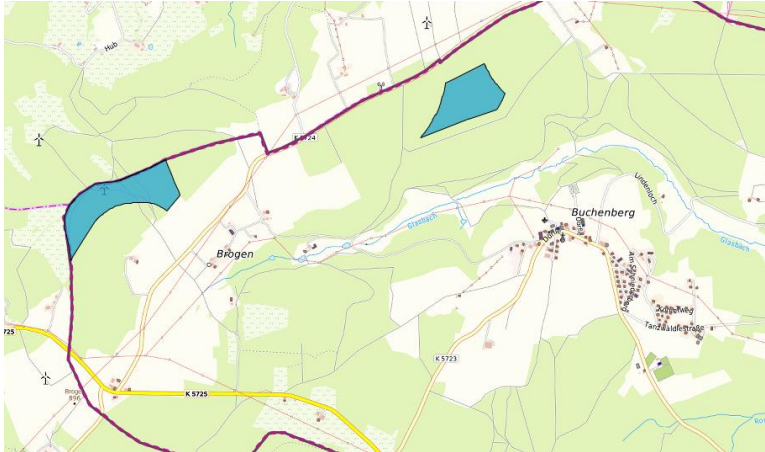


Abbildung 22: Windvorranggebiete für Windkraftanlagen

### 3.2.7 Abwärmepotenzial aus Industrie und Gewerbe

Für die Beheizung von Gebäuden können neben erneuerbaren Wärmequellen auch industrielle Quellen genutzt werden. Prozesswärme, die bspw. zur Herstellung eines Produkts erzeugt wird, führt in aller Regel zu Abwärme, die am Ende des Prozesses nicht weiter genutzt werden kann. Mit dieser Abwärme können Wärmenetze oder Wärmepumpen gespeist werden, die einen Teil der Wärmeversorgung übernehmen können.

Aufgrund der fehlenden Akteure in energieintensiven Industrieunternehmen in Königsfeld im Schwarzwald kann von keinem nennenswerten Potenzial aus Abwärme zur Nutzung von Wärmeenergie ausgegangen werden.

## 3.3 Potenziale zur zukünftigen Stromnutzung und -bedarfsdeckung im Gebäude

Der Energieverbrauch in Gebäuden stellt in vielen Ländern – insbesondere in Deutschland – einen erheblichen Anteil am Gesamtenergiebedarf dar. Wie das Statistische Bundesamt (2022) berichtet, ist die Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudesektor ein zentraler Hebel zur Senkung des Gesamtenergieverbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen.

Angesichts aktueller Entwicklungen ist davon auszugehen, dass der Strombedarf in Gebäuden künftig weiter steigen wird. Ursachen dafür sind unter anderem die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen und der damit einhergehende Ausbau von Ladeinfrastruktur, ebenso

wie der verstärkte Einsatz strombetriebener Technologien wie Wärmepumpen oder elektrischer Warmwasserbereiter.

Um dieser wachsenden Stromnachfrage nachhaltig begegnen zu können, ist eine weitere Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich unerlässlich. Hierfür stehen verschiedene Strategien zur Verfügung. Laut Umweltbundesamt und anderen nationalen Umweltbehörden lassen sich dabei insbesondere fünf wesentliche Entwicklungsschwerpunkte identifizieren:

**Verbesserte Wärmedämmung:** Die Verringerung von Wärmeverlusten durch Wände, Fenster und Dächer kann den Energiebedarf zum Heizen und Kühlen von Gebäuden und damit auch den Verbrauch von strombasierter Wärmeversorgung (z. B. Wärmepumpen) senken.

**Innovative, energieeffiziente Geräte:** Der gezielte Einsatz energieeffizienter Geräte sowie moderner Heiz-, Kühl- und Beleuchtungssysteme trägt wesentlich zur Senkung des Stromverbrauchs in Gebäuden bei. Je stärker sich diese Technologien im Gebäudebestand durchsetzen, desto deutlicher lässt sich der Gesamtstrombedarf langfristig reduzieren. Ein anschauliches Beispiel ist die LED-Technologie: Der Umstieg auf LED-Beleuchtung kann gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln Einsparungen von über 70 % ermöglichen.

**Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energiesysteme:** Mit den weiter sinkenden Kosten für erneuerbare Energien wird die Installation entsprechender Systeme zunehmend wirtschaftlich attraktiv. Technologien wie Photovoltaikanlagen, Erdwärmesysteme, Kleinwasserkraft oder Windturbinen ermöglichen es Gebäuden, einen Teil oder sogar ihren gesamten Strombedarf selbst zu decken. Dadurch lässt sich nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern deutlich verringern, sondern auch der Bezug von Strom aus dem öffentlichen Netz reduzieren.

**Intelligente Gebäudetechnik:** Moderne Gebäudemanagementsysteme spielen eine zentrale Rolle bei der Optimierung des Energieverbrauchs und der Minimierung von Energieverlusten. Gleichzeitig tragen innovative Ansätze in der Gebäudeplanung dazu bei, energieeffizientere Bauwerke mit einem insgesamt geringeren Strombedarf zu realisieren. Ein Beispiel dafür ist der gezielte Einsatz von Materialien mit hoher Dämmwirkung oder reflektierenden Eigenschaften, die den Heiz- und Kühlaufwand deutlich reduzieren – und somit den Energieverbrauch nachhaltig senken.

**Entwicklung von Reaktionsstrategien zur Steuerung der Stromnachfrage:** Dies kann den Einsatz smarterer Geräte und Gebäudesysteme umfassen, die ihren Energieverbrauch flexibel an Schwankungen im Stromnetz anpassen. Ebenso kann die Einführung nutzungsabhängiger Preismodelle dazu beitragen, den Energieverbrauch gezielt in Zeiten niedriger Nachfrage zu verlagern.

**Entwicklung von Energiespeichertechnologien:** Beispielsweise können Batterien oder thermische Speichersysteme eingesetzt werden, um überschüssige erneuerbare Energie zu speichern und sie in Zeiten hoher Nachfrage bereitzustellen. Dadurch lassen sich die Schwankungen erneuerbarer Energiequellen ausgleichen, was die Nutzung dieser Energiequellen als primäre Stromversorgung erleichtert.

## 4. Wärmewendestrategie

### 4.1 Rahmenbedingungen für Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung

Um das Ziel, die zukünftige Klimaneutralität in Königsfeld im Schwarzwald bis 2045 zu erreichen, wird in den nachfolgenden Kapiteln ein mögliches Szenario für eine klimaneutrale Wärmeversorgung untersucht. Um als Grundlage für die Szenarien den zukünftigen Wärmebedarf zu ermitteln, werden zuerst die Effekte von Sanierungsraten beleuchtet. Im Anschluss wird untersucht, wie der verbleibende Wärmebedarf mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann.

#### 4.1.1 Reduzierung der Energiebedarfe

Bei der Sanierungsrate wird von einer umfassenden energetischen Sanierung von Heizungsanlage, Dächern, Fenstern, Außenwand und Kellerdecke ausgegangen. In Königsfeld liegt die Sanierungsrate im Bundesdurchschnitt bei etwa 1,0% gemäß der durchschnittlichen Sanierung in Deutschland. Die Sanierungsrate bezieht sich auf die Anzahl der Wohngebäude, die jedes Jahr saniert werden. Für die Zukunft kann man aufgrund der steigenden Energiepreise und der Notwendigkeit der Sanierung der meisten Gebäude davon ausgehen, dass sich die Sanierungsrate stetig auf 2,0 % erhöhen wird. Bei einer maximal benötigte Sanierungsrate von 6,69% wären alle Wohngebäude bis zum Jahr 2040 saniert. Aufgrund der Typologie der Wohngebäude in der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald kann durch die Sanierung aller Gebäude eine Einsparung von 48% des aktuellen Wärmebedarfes erreicht werden. Eine hohe Sanierungsrate von 6,69% ist aus mehreren Gründen nicht erreichbar. Eine erreichbare und in Zukunft realistische Sanierungsrate von 2,0% wird daher für die Berechnung der Wärmewendestrategie sowie des Zielszenarios angenommen.

- 1,0% Standard-Sanierungsrate,
- 2,0% angenommene zukünftige Sanierungsrate,
- 6,69% Maximal benötigte Sanierungsrate

Die Maximal benötigte Sanierungsrate von 6,69% wird nicht erreichbar sein, und zeigt hier die Notwendigkeit auf, die Sanierungsrate wenigstens in den nächsten Jahren von 1 % auf 2% zu verdoppeln.

Der verbleibende Rest des Verbrauches muss durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Verbindung mit modernen Heizungsanlagen erbracht werden.

#### 4.1.2 Dekarbonisierung der Energieversorgung

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung stellt einen wesentlichen Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Zukunft dar. Dabei geht es um den Ersatz fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Gas durch erneuerbare Energiequellen wie Solar-, Wind- und Wasserkraft. Im Mittelpunkt steht die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Inwieweit alternative Energieträger wie Biogas oder klimaneutraler Wasserstoff künftig eine Rolle spielen werden, hängt maßgeblich von deren Wirtschaftlichkeit ab. Klimaneutraler Wasserstoff könnte insbesondere zur Deckung von Spitzenlasten – etwa in Nahwärmenetzen – eine effektive und schnelle Wärmelösung bieten.

Die Entwicklung des Strommixes in Deutschland wird maßgeblich durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien bestimmt. Eine Berechnungsgrundlage hierfür bietet der Technikkatalog des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), der zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Zeitraum von 2020 bis 2050 herangezogen wurde. Die zugehörige Abbildung zeigt, dass das Klimaziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 in Deutschland erreicht werden könnte – vorausgesetzt, die derzeit geplanten Ausbaupfade für erneuerbare Energien werden konsequent umgesetzt. Wenn dieser Kurs beibehalten wird, könnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des deutschen Strommixes im Jahr 2030 auf 110 kg pro Megawattstunde und bis 2040 auf nur noch 25 kg pro Megawattstunde sinken – ein Ziel, das erhebliche Anstrengungen erfordert.

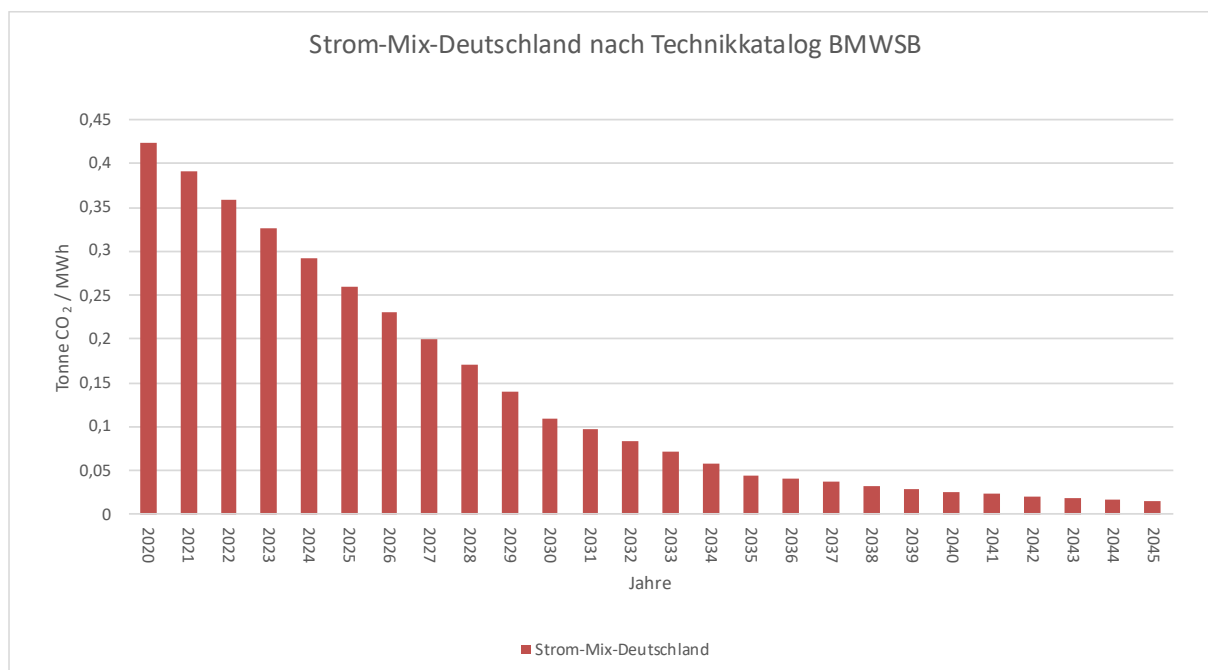


Abbildung 23: Entwicklung Strom-Mix Deutschland

#### 4.2 Grundlage zukünftige klimaneutrale Beheizung der Gebäude

Die Auswahl eines geeigneten Heizungssystems hängt von zahlreichen Faktoren ab – unter anderem von der Art der Gebäudenutzung, dem energetischen Zustand des Gebäudes, den verfügbaren Energiequellen sowie den Investitions-, Betriebs- und Verbrauchskosten. Ebenso sind gesetzliche Vorgaben und eine fachkundige Beratung wichtige Entscheidungskriterien.

Da Heizsysteme meist für mehrere Jahrzehnte genutzt werden, bestimmen sie langfristig die Energiekosten. Deshalb sollten auch zukünftige Entwicklungen und Rahmenbedingungen in die Entscheidung einfließen.

Laut der Ariadne-Studie (2024) sind Gesamtkosten von Heizsystemen mit niedrigen Treibhausgasemissionen – wie Wärmepumpen und Nahwärmelösungen – unter Berücksichtigung aktueller Vorgaben und künftiger Entwicklungen günstiger als jene von Gas-Brennwertgeräten oder Pelletheizungen. Selbst in unsanierten Mehrfamilienhäusern erweisen sich Wärmepumpen, Pelletkessel und Nahwärme, insbesondere dank aktueller Förderprogramme, als wirtschaftlich vorteilhafter als neue Gaskessel. Ein wesentlicher Grund dafür sind die hohen Betriebskosten fossiler Brennstoffe wie Erdgas, Biogas oder Wasserstoff. Insgesamt zeigt sich eine verbesserte Wirtschaftlichkeit emissionsarmer Heizsysteme. Bei Wärmepumpen lässt sich die Effizienz zusätzlich steigern, wenn eine Photovoltaikanlage zur Eigenstromnutzung installiert wird.

Ein zentrales Kriterium bei der Wahl eines Heizsystems ist die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen über die gesamte Lebensdauer – insbesondere bei Strom- und Nahwärmesystemen. Auch die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises sollte in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden, obwohl diese mit Unsicherheiten verbunden ist.

Ein weiterer praktischer Aspekt ist die Verfügbarkeit von Eigenkapital. Oft entscheiden sich Eigentümer trotz langfristig höherer Kosten für fossile Heiztechniken, da sie geringere Anfangsinvestitionen erfordern.

Die zugehörige Abbildung stellt die durchschnittlichen jährlichen Kosten verschiedener Heizsysteme je Quadratmeter Wohnfläche über einen Zeitraum von zwanzig Jahren dar. Berücksichtigt werden Verbrauchs-, Investitions- und Betriebskosten sowie CO<sub>2</sub>-Abgaben. Fördermittel werden separat ausgewiesen und reduzieren die jährlichen Gesamtkosten. Zusätzlich zeigt die Grafik die jährlichen Treibhausgasemissionen der einzelnen Systeme. Im Fall von Photovoltaikanlagen wird dabei nur der vor Ort genutzte Strom berücksichtigt.

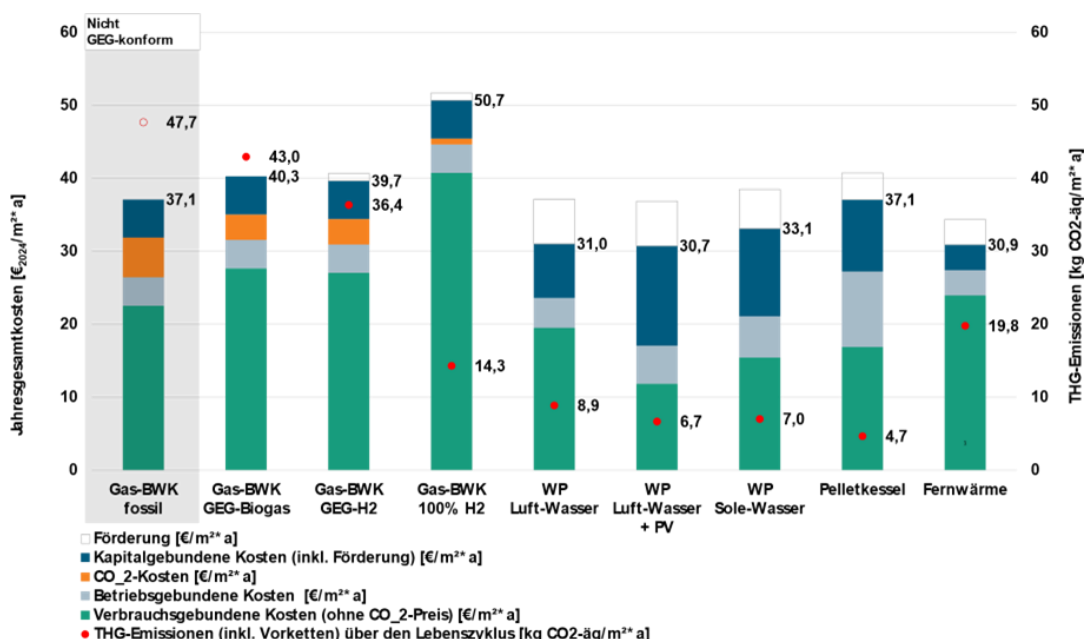


Abbildung 24: Wärmeverkostungsvergleich Einzelheizung

In Einfamilienhäusern gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Heizsystemen. Gasbrennwertkessel haben die niedrigsten Investitionskosten, aber die höchsten Verbrauchs- und Gesamtkosten. Sie haben auch hohe durchschnittliche Emissionen. Systeme mit Wärmepumpen und Nahwärme sind hinsichtlich der Gesamtkosten am günstigsten und haben die geringsten Emissionen. Die Effizienz der Gasvarianten entspricht etwa der Energieeffizienzklasse E, während Wärmepumpen mit PV-Anlage fast die Klasse A erreichen.

### **4.3 Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und dezentral versorgte Gebiete**

Basierend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wurde das Gemeindegebiet räumlich in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, die im Hinblick auf ihre Eignung der nachfolgend erläuterten Wärmeversorgungsarten überprüft werden sollen. Maßgeblich für die Einteilung sind bspw. räumlich zusammenhängend ähnliche Wärmedichten und die Gemeindestruktur vor dem Hintergrund der baulichen Gegebenheiten. Um Szenarien für eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Gemeindegebiet zu erstellen, wurde das Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt. Ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet ist jeweils ein Teil des Gemeindegebietes, in dem räumlich zusammenhängend ähnliche Wärmedichten und bauliche Gegebenheiten vorherrschen. Ziel ist hier, aufgrund der für den Bestand und die Zukunft ermittelten Wärmedichten und -entwicklungen, zu entscheiden, welche Art der Wärmeversorgungsinfrastruktur sich in einem Gebiet künftig am besten für den Großteil der Gebäude eignet. Diese Analysen sollen auch als Grundlage dienen, um für die weitere Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung eine Ausarbeitung in Machbarkeits- oder Transformationsstudien im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze zu identifizieren.

Die ermittelten voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete wurden in einem nächsten Schritt anhand einer Vielzahl von Kriterien aus dem Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung, im Leitfaden auch als Indikatoren, bewertet. Diese Kriterien dienen zur Bewertung der verschiedenen Wärmeversorgungsmöglichkeiten. Dabei weisen manche Kriterien deutlich auf eine Art der Wärmeversorgung hin. So ist bspw. der Wasserstoffbedarf in der Industrie ein Kriterium, das ausschließlich auf die Option der Wärmeversorgung mit Wasserstoff hinweisen kann. Andere Kriterien können auf die ein oder andere Option hinweisen. Liegt eine Wärmeliniendichte in geringer Höhe vor, so weist dies eher auf die Lösung der dezentralen Versorgung hin, bei einer hohen Wärmeliniendichte ist dies eine erste Grundvoraussetzung für die Umsetzung eines Wärmenetzes.

Nachfolgend sind die Kriterien für die Beurteilung der Eignung von Wärmenetzen und dezentraler Wärmeversorgung aufgeführt:

**Wärmeliniendichte:** Die Wärmeliniendichte beschreibt den Wärmebedarf pro Meter und Jahr für Straßensegmente. So ist bei einer dichten Bebauung ohne hausfreie Bereiche zwischen benachbarten Häusern in der Regel eine höhere Wärmedichte vorhanden, genau wie bei höherer Bebauung wie Mehrparteienhäusern.

**Potenzielle Ankerkunden:** Ankerkunden sind Wärmeabnehmer, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen und im Gebiet des potenziellen Wärmenetzes liegen. Hierzu können sowohl große Mehrparteienhäuser als auch große öffentliche Gebäude gehören.

**Potenziale für erneuerbare Wärmeerzeugung:** Zur Beurteilung wird berücksichtigt, ob es bspw. Flächen für geothermische Nutzung gibt oder Fließgewässer vorhanden sind, die als erneuerbare Quellen zur regenerativen Wärmeversorgung dienen können.

**Wärmenetz im Teilgebiet vorhanden:** Sofern ein Wärmenetz vorhanden ist, ist die Erweiterung bzw. der Anschluss eines weiteren Wärmenetzes ein deutlicher Kostenvorteil. Auch bei dem Vorhandensein eines Wärmenetzes in einem benachbarten Untersuchungsgebiet ist zumindest eine mittlere Eignung gegeben.

**Erwarteter Anschlussgrad an ein Wärmenetz:** Eine Abschätzung wie hoch der Anteil der Gebäude ist, die sich an ein Wärmenetz anschließen würden.

**Langfristiger Prozesswärmebedarf:** Beschreibung über den dauerhaften Wärmebedarf in Industrie und Gewerbe, oft bei hohen Temperaturen. Beeinflusst wesentlich die Eignung für Wärmenetze, erneuerbare Energien und Infrastrukturentscheidungen.

**Spezifischer Investitionsaufwand:** Dieses Kriterium gibt an wie wirtschaftlich ein Wärmenetz voraussichtlich gebaut werden kann. Wichtige Eigenschaften zur Bewertung sind dabei der Versieglungsgrad, die Untergrundbeschaffenheit und die Belegung mit anderer Infrastruktur.

**Kosten Anlagentechnik:** Gibt an wie hoch voraussichtlich die Investitionskosten für eine Heizungsanlage ausfallen. In Wasserstoffnetzgebieten fallen die Anlagenkosten meist gering aus, in Wärmenetzgebieten mittel und in dezentralen Gebieten sind die Anlagenkosten meist am höchsten.

**Risiko Auf-, Aus- und Umbau Infrastruktur:** Bewertung der bereits bestehenden Belegung von Infrastruktur im Untergrund der Siedlungsgebiete. Eine hoch verdichtete Belegung ist nachteilig für ein neues Wärmenetz.

**Rechtzeitige Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastruktur:** Bei Wärmenetzgebieten muss dieses Kriterium nicht bewertet werden. Bei Wasserstoffgebieten muss geprüft werden, ob die Kernnetzplanung eine Anbindung der Kommune an ein geplantes Netz vorsieht.

**Rechtzeitige Verfügbarkeit lokaler Energieträger:** Dieses Kriterium bewertet die Verfügbarkeit und die Abhängigkeit von möglichen Wärmequellen für ein Wärmenetz. Sind große und vielseitige Wärmepotenziale vorhanden wird dies günstig bewertet. Sind nur einzelne und kleinere Wärmequellen einsetzbar wird dies niedriger bewertet.

**Robustheit Rahmenbedingungen:** Kosten für Energieträger können durch geopolitische Auswirkungen stark schwanken. Davon können auch Wärmenetze abhängig sein. Wenn eine Möglichkeit besteht möglichst regionale Energieträger zu nutzen wird dies positiv bewertet.

**Kumulierte Treibhausgasemissionen:** Die Emissionen ergeben sich aus der Entwicklung des Energiebedarfs und der sukzessiven Umstellung des Wärmeerzeugers im betrachteten Gebiet.

Alle Kriterien werden auf alle Untersuchungsgebiete angewendet und in aufgrund der Übersichtlichkeit zusammengefasst. Die Gemeinde Königsfeld wurde in drei Untersuchungsgebiete aufgeteilt (Sanierungsgebiet Königsfeld, Ortskern Königsfeld und Ortsteile). Aus den Einzelbeurteilungen aller Kriterien ergibt sich eine abschließende Aussage zur Eignung für Wärmenetze sowie für die dezentrale Wärmeversorgung. Anhand der Ergebnisse wurden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in zwei Kategorien unterteilt:

**Wärmenetzgebiet:** Diese Gebiete werden als geeignet für den Bau oder Ausbau eines Wärmenetzes angesehen. Die Mehrheit der Kriterien spricht für ein Wärmenetz.

**Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung:** In diesen Gebieten sind die Voraussetzungen für eine dezentrale Beheizung vorteilhaft, wie bspw. gute Eignung für Geothermie und ausreichend Platz für die Errichtung von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen.

Hierbei sind Wärmenetzgebiete in orange dargestellt. Blau sind Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung, in denen voraussichtlich eine dezentrale Beheizung möglich wäre.

## Bewertungsmatrix Eignungsgebiete

Ableitung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsarten basierend auf der Bewertung der Kriterien - Untersuchungsgebiet **Sanierungsgebiet Königsfeld**

| Kriterium                                     | Wärmenetzgebiet              | dezentrale Versorgung        |
|-----------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Voraussichtliche Wärmegestehungskosten        | Wahrscheinlich ungeeignet    | Sehr wahrscheinlich geeignet |
| Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit | Sehr wahrscheinlich geeignet | Wahrscheinlich geeignet      |
| Treibhausgasemissionen                        | Gering                       | Mittel                       |
| Gesamtbewertung der Eignung                   | Wahrscheinlich geeignet      | Wahrscheinlich geeignet      |

Ableitung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsarten basierend auf der Bewertung der Kriterien -  
**Untersuchungsgebiet Ortskern Königsfeld**

| Kriterium                                                | Wärmenetzgebiet              | dezentrale Versorgung          |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>Voraussichtliche<br/>Wärmegestehungskosten</b>        | Wahrscheinlich geeignet      | Sehr wahrscheinlich ungeeignet |
| <b>Realisierungsrisiko und<br/>Versorgungssicherheit</b> | Sehr wahrscheinlich geeignet | Wahrscheinlich ungeeignet      |
| <b>Treibhausgasemissionen</b>                            | Gering                       | Mittel                         |
| <b>Gesamtbewertung der<br/>Eignung</b>                   | Sehr wahrscheinlich geeignet | Wahrscheinlich ungeeignet      |

Ableitung der Eignungsstufen der Wärmeversorgungsarten basierend auf der Bewertung der Kriterien -  
**Untersuchungsgebiet Ortsteile**

| Kriterium                                                | Wärmenetzgebiet              | dezentrale Versorgung   |
|----------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>Voraussichtliche<br/>Wärmegestehungskosten</b>        | Wahrscheinlich ungeeignet    | Wahrscheinlich geeignet |
| <b>Realisierungsrisiko und<br/>Versorgungssicherheit</b> | Sehr wahrscheinlich geeignet | Wahrscheinlich geeignet |
| <b>Treibhausgasemissionen</b>                            | Mittel                       | Mittel                  |
| <b>Gesamtbewertung der<br/>Eignung</b>                   | Wahrscheinlich ungeeignet    | Wahrscheinlich geeignet |

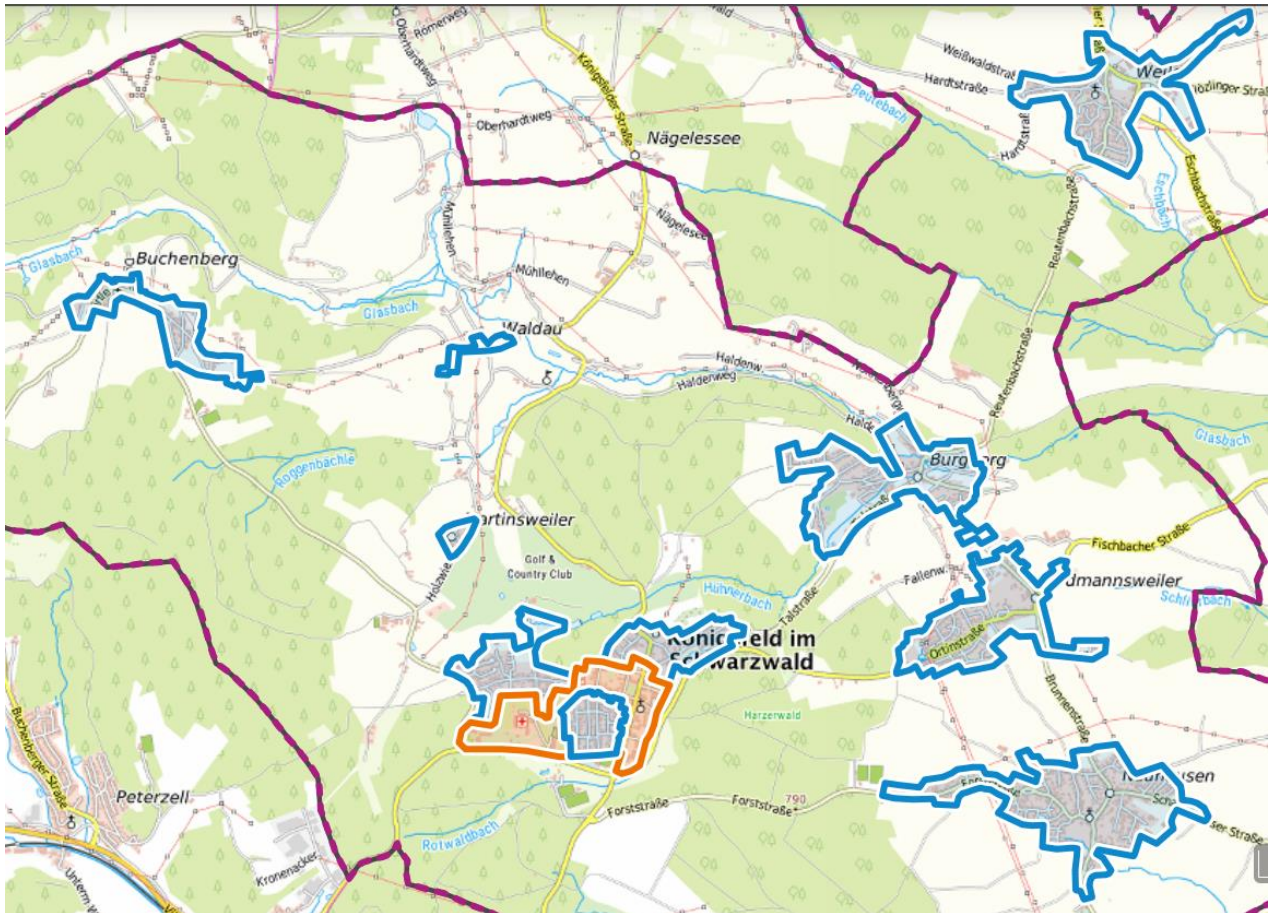


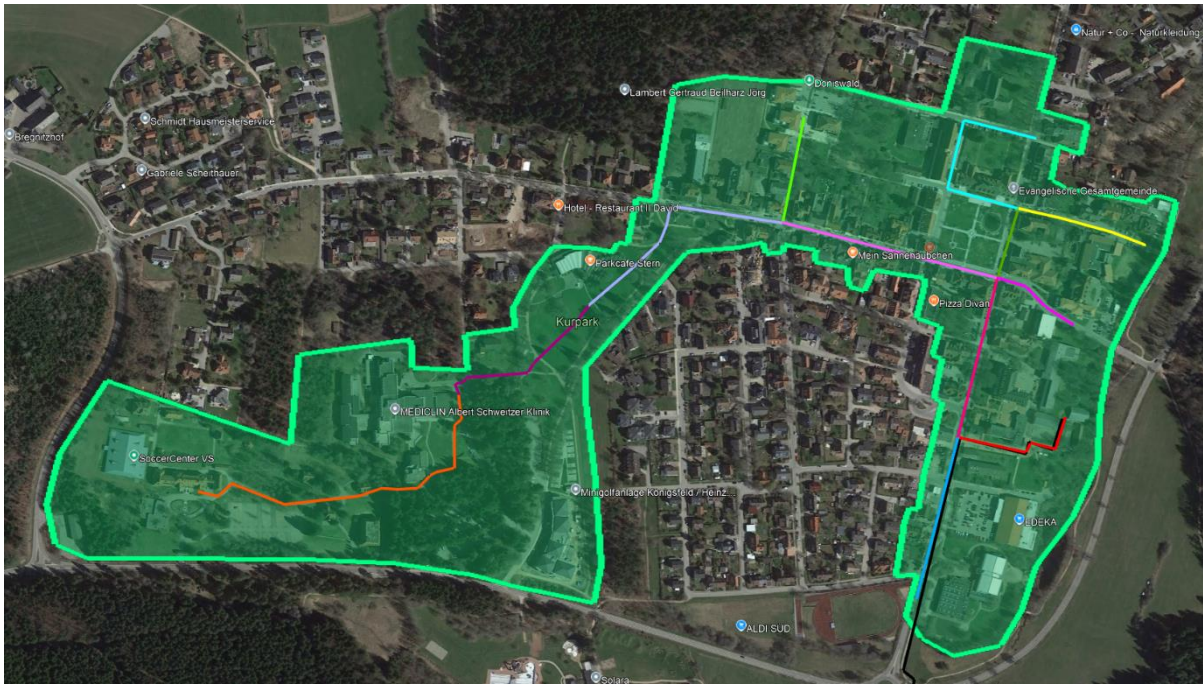
Abbildung 25: Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung

## 4.4 Identifizierung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

### 4.4.1 Technische und wirtschaftliche Grobbetrachtung

Aufgrund seiner Struktur als ländliche Gemeinde bestehen in Königsfeld nur wenige örtliche Voraussetzungen, um dort ein Wärmenetz aufzubauen, da es aufgrund flächenhaft nur geringerer Wärmebedarfe demzufolge auch nur in wenigen Straßenzügen ausreichende Wärmedichten gibt, die eine vertretbare Wirtschaftlichkeit für Betreiber und Wärmeabnehmer versprechen würden.

Im Kernort von Königsfeld konnte trotzdem ein Gebiet identifiziert werden, in welchen diese Voraussetzungen einigermaßen erfüllt werden. In der nachfolgenden Abbildung ist das Gebiet detaillierter dargestellt.



**Abbildung 26: Potenzielles Eignungsgebiet für ein Wärmenetz inkl. Grobskizze Haupttrassenverläufe**

In der obigen Abbildung steht das grünlich umrandete und geschummerte Gebiet für die Ausdehnung des Wärmenetzgebietes in alle möglichen Straßenverläufe. Die verschiedenfarbigen Linien innerhalb des Gebietes stellen die möglichen Verläufe der Haupttrassen (A1.1 bis C1.1) dar, wobei von einer Heizzentrale im Umfeld des östlichen Endes der rot eingefärbten Trasse ganz rechts in der Abbildung hinter den Zinzendorfschulen ausgegangen wird. Der ganz westlich im Gebiet verlaufende Strang (A1.1) kann als optional betrachtet werden, da ein Anschluss des Schwarzwald-Parkhotels sowie der angrenzenden Sporthalle abhängig von der zukünftigen Nutzung und vom Anschlussinteresse der Nutzenden ist.

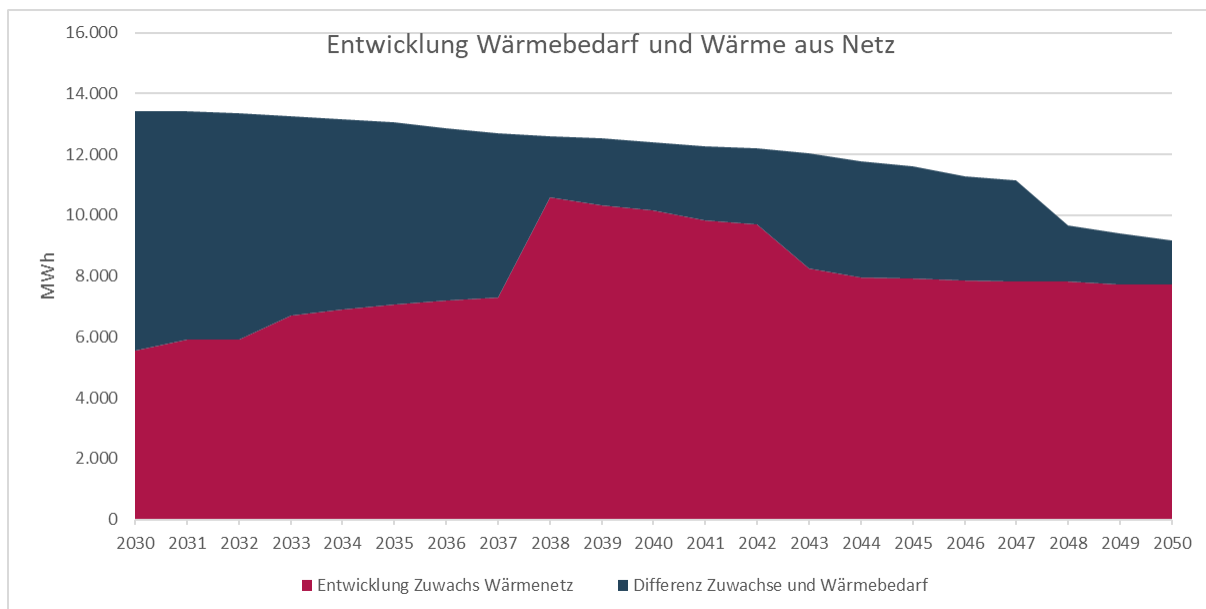
Wesentliche Ankerkunden neben zahlreichen anderen Gebäuden sind:

- MEDICLIN Albert-Schweitzer-Klinik,
- Seniorenheim Christoph-Blumhardt-Haus,
- ggfs. Schwarzwald-Parkhotel,
- Gebäudeensemble der Zinzendorfschulen,
- Hotel- und Restaurantbetrieb Herrnhuter Haus,
- Klinik am Doniswald,
- Haus Renatus Frühauf,
- Erdmuth-Dorotheen-Haus,
- Grundschule Königsfeld,
- Kurmittelhaus
- Haus Christian-Renatus von Zinzendorf.

Innerhalb des Gebietes besteht perspektivisch ein akkumulierter Wärmebedarf von 9.000 MWh/a (aktuell: fast 13.500 MWh/a) mit einer benötigten Heizleistung von 5.000 kW, der sich auf eine gesamte Netzlänge von 5.000 m verteilt. Dies bedeutet eine Wärmedichte

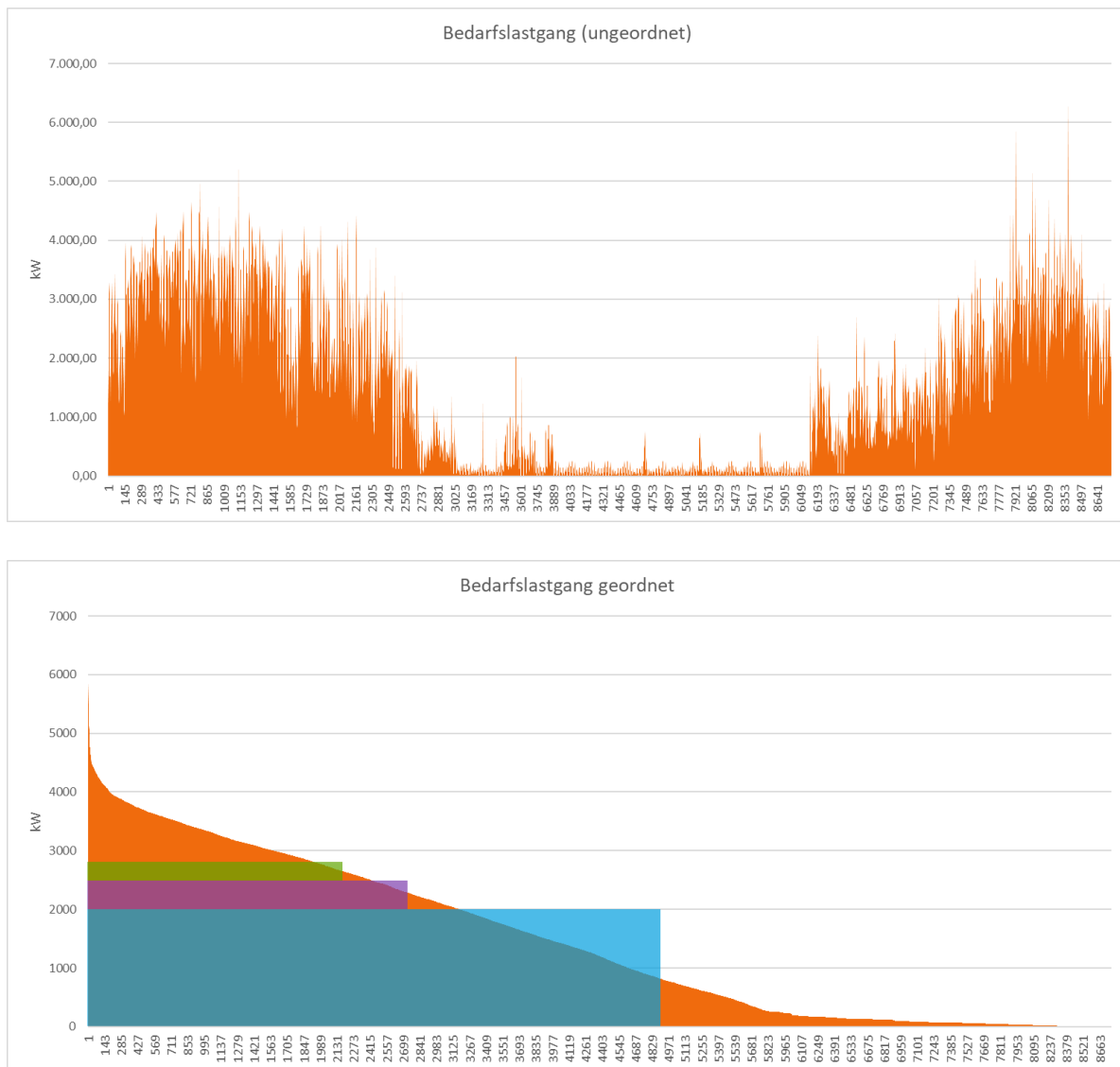
von 2.000 kWh Wärmebedarf pro Trassenmeter Wärmenetz inkl. Hausanschlusslängen. Die maximale Rohrdimension bewegt sich bei Leitungsstärken von DN 150- DN 200 in Doppelrohren. Dies gilt als starkes Indiz für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes nach heutigem Ermessen.

Unter der Annahme des Heizungsalters in den bestehenden Gebäuden samt einer angenommenen Quote für den Heizungstausch ergäbe sich bei einer Inbetriebnahme eines Wärmenetzes im Jahr 2030 eine erste Anschlussquote von 40 % des bestehenden Wärmebedarfes, da dann dieser Anteil der Gebäude rechnerisch einen Heizungstausch vornehmen würde. Dieser würde bis zum Jahr 2050 auf etwa 85 % des gesamten Wärmebedarfes im Gebiet ansteigen. Dabei wird angemerkt, dass der absolute Wärmebedarf durch energetische Gebäudesanierung rückläufig sein wird. Der Höhepunkt der aus dem Netz nachgefragten Wärmemengen wäre um das Jahr 2038 (s. Abbildung unten).



**Abbildung 27: Entwicklung Wärmebedarfe in Modellrechnung**

Es lässt sich davon ausgehen, dass für einen problemlosen Anschluss der Gebäude vor und nach energetischer Sanierung ein Heißwassernetz mit einem Temperaturvorlauf von 80°C notwendig ist. Daraus lässt sich in einer späteren Betrachtung und im Rahmen einer Modellsimulation eine entsprechende Kulisse an Erzeugungsanlagen ableiten, welche in der Lage ist, die dann bestehenden Wärmebedarfe stets zu decken (Versorgungssicherheit). Unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors und von Wärmeverlusten in den Netzsträngen ergäbe sich in der Heizzentrale eine Heizlast von etwa 3.500 und 4.000 kW, die durch Anlagenleistung gedeckt werden muss. Diese würde (wie in den Abbildungen unten ersichtlich) nur an Spitzenzeiten benötigt, muss aber vorgehalten werden.



**Abbildung 28: Bedarfslastgang geordnet und ungeordnet**

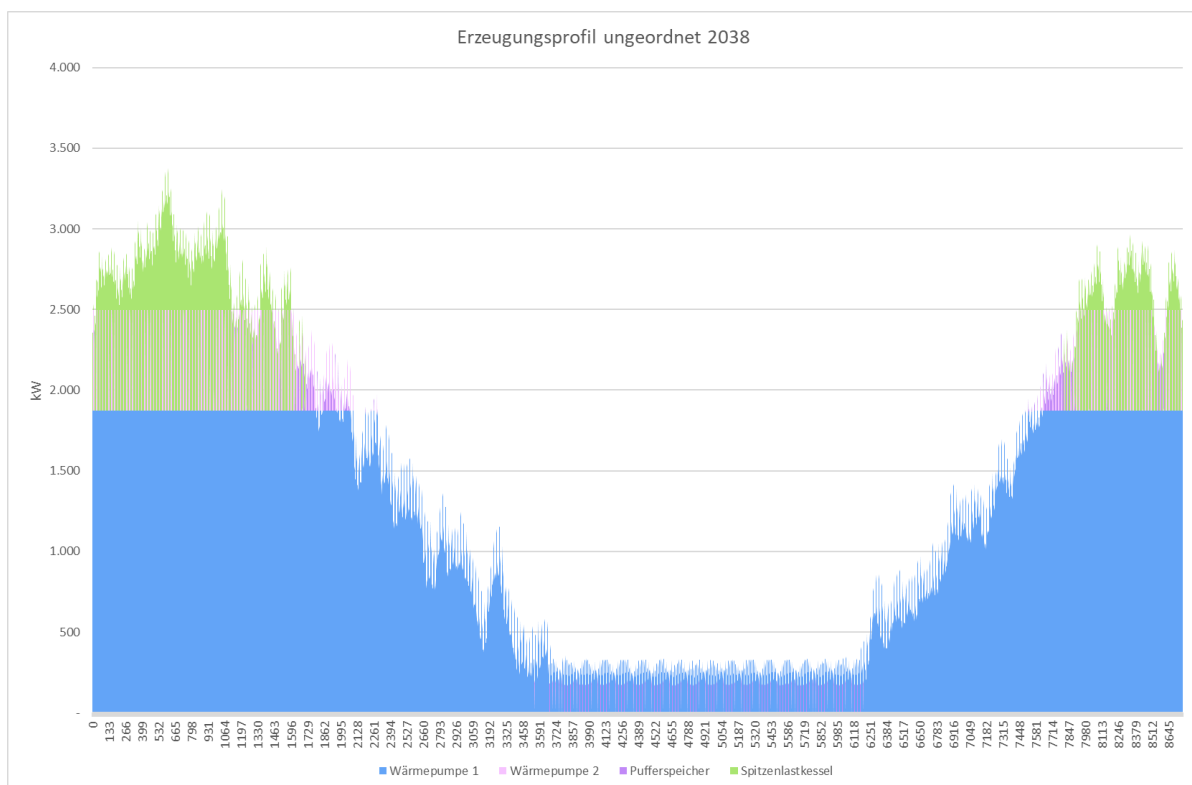
Der oben abgebildete, ungeordnete Bedarfslastgang zeigt den Verlauf einer typischen Bedarfskurve mit sehr niedrigen Bedarfen außerhalb der Heizperiode (Bedarfe Warmwasser) und Spitzenzeiten zwischen Dezember und Ende Februar. Bei der Anordnung nach Leistung zeigt sich, dass im Sinne einer wirtschaftlichen Deckung der Wärmebedarfe verschiedene Erzeugungsanlagen (Blöcke in blau, lila und grün) notwendig sind, um Leerläufe der Anlagen möglichst zu vermeiden. Die orangefarbenen Flächen würden durch Reserve- und Spitzenlastkessel gedeckt.

Beispielhaft wurde eine Erzeugungskulisse mit zwei Wärmepumpen (1.875 kW und 625 kW) modelliert. Dazu wäre ein großvolumiger Pufferspeicher (190 m<sup>3</sup>) wichtig, dessen Wärmemenge ein größeres Modulieren der Erzeugungsanlagen puffern kann. Zusätzlich wäre ein Redundanz- und Spitzenlastkessel (5.000 kW) zu installieren, der schnell auf Veränderungen bei der Wärmenachfrage ansprechen kann und etwa 20 % überdimensioniert ist.

Aufgrund von Strom als Betriebsmittel der Luft-Wärmepumpen und fehlender konstant-temperaturiger Wärmequellen etwa aus Wasser oder dem Untergrund wäre es zusätzlich

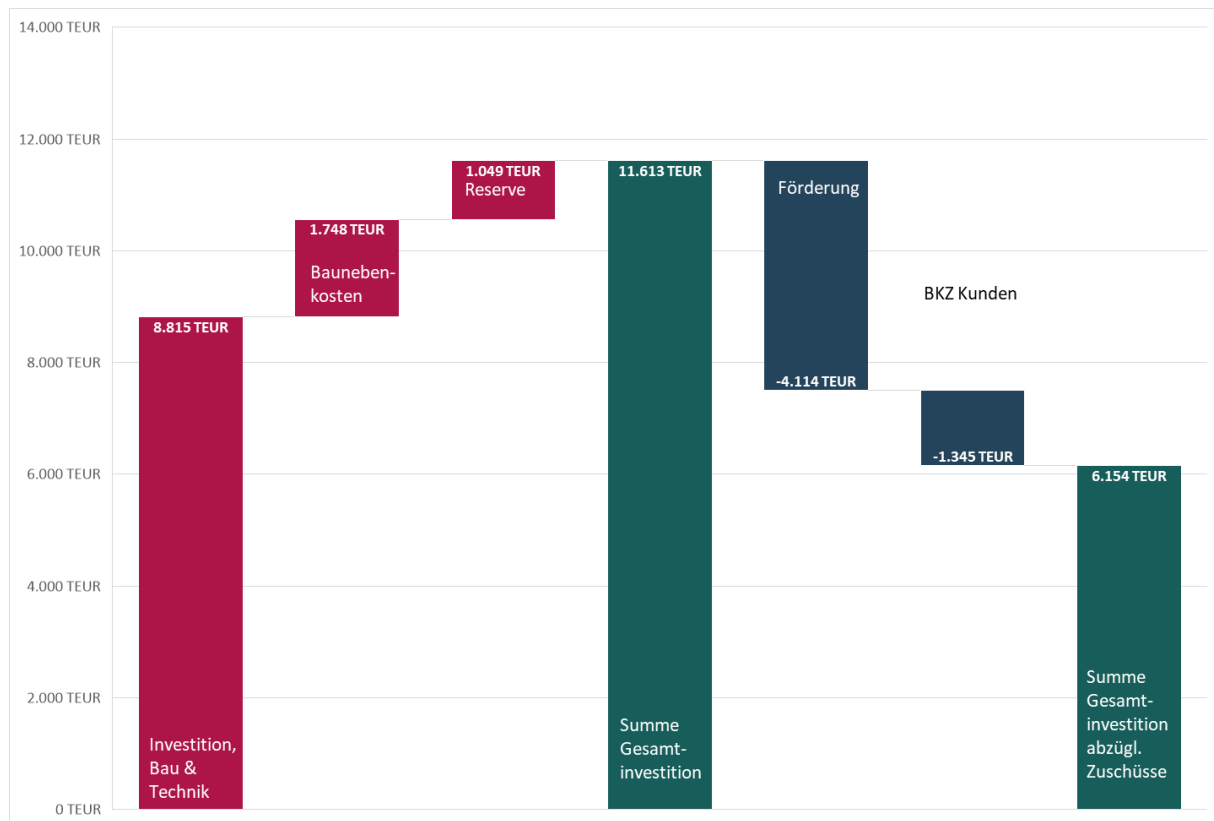
ratsam, nach günstigen Stromquellen aus direkter Umgebung zu suchen, bzw. diese extra dafür zu installieren. Besonders geeignet wäre die Stromerzeugung aus Windenergie, aber auch die photovoltaische Stromerzeugung wäre kostenseitig vorteilhafter als der reine Strom-Netzbezug.

Das Zusammenspiel von Erzeugung und Verbrauch wird nachfolgend beispielhaft für das Jahr 2038 (vermutetes Jahr der höchsten Wärmenachfrage) abhängig vom langjährigen Mittel der Außentemperaturen modelliert. Danach wäre mit knapp 3.500 kW als Spitzenlast zu rechnen, wobei in längeren Kälteperioden durchaus höhere Spitzenlasten erreicht werden können. Deshalb wurde die Spitzenerzeugung überdimensioniert.



**Abbildung 29: Erzeugungslastgang 2038**

Neben der rein technischen Betrachtung ist eine grobe Schätzung der Investitionskosten sehr wichtig, um ein realistisches Bild über ein mögliches Wärmenetz zu bekommen.



**Abbildung 30: Darstellung Grobüberschlag Investitionskosten**

Unter der Annahme von Investitionskosten für die Infrastrukturen inkl. Baunebenkosten und einer Finanzreserve von 10 % der Gesamtinvestitionen ergäben sich Gesamtinvestitionskosten von gut 11,6 Mio. €. Davon wären maximal 40 % über eine Förderung des Bundesprogrammes effiziente Wärmenetze (BEW) förderfähig. Zusätzlich wird nach diesem Investitionsvorschlag von den Anschlussnehmern ein Baukostenzuschuss (BKZ) von 200 €/kW angeschlossene Leistung angenommen. Gerade bei größeren Anschlussnehmern könnten hier Abschläge notwendig sein. Folglich blieben etwa 6,2 Mio. € an Investitionen übrig, die durch den zukünftigen Netzbetreiber aufgebracht werden müssten.

Unter Hereinnahme der angenommenen Instandhaltungs- und Betriebskosten lässt sich daraus ein grober Preis der Gestehungskosten von Wärme aus dem Netz abschätzen. Allerdings wurde dieser Betrachtung zugrunde gelegt, dass der Betriebsstrom für die Wärmepumpen mittels eines Power-Purchase-Agreement (PPA) als Direktlieferung von erneuerbaren Stromquellen in der Umgebung bezogen werden kann. Unter dieser Annahme ist ein Gestehungspreis in einer Vollkostenbetrachtung (angelehnt an VDI 2067) möglich, der sowohl mit Gestehungspreisen für dezentrale Wärmepumpen (190 €/MWh) bzw. Gestehungskosten für Erdgasbeheizung (150-200 €/MWh) durchaus konkurrenzfähig ist. Er bewegt sich in dieser Größenordnung, variiert aber mit der letztlich zu erzielenden Gebäudeanschlussquote. Hierzu lässt sich begünstigend sagen, dass Wärme aus dem angenommenen Wärmenetz mit einem Primärenergiefaktor (PEF) von anfänglich 0,5 und im Jahr 2040 von 0,31 (2050: 0,02!) sowie entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen von anfänglich 110 kg/MWh und 2040 71 kg/MWh (2050: 8 kg/MWh) unter Klimaaspekten sehr nachhaltig und fast treibhausgasneutral operieren kann.

#### 4.4.2 Herausforderung beim Wärmenetzausbau

Im vorigen Kapitel schon angeklungen stellt der Aufbau von Wärmenetzen die interessierten und potenziellen Umsetzer vor große Herausforderungen.

Hierzu ist zunächst zu sagen, dass eine möglichst hohe Anschlussquote von großer Wichtigkeit ist, denn die Anschlussquote bestimmt letztlich einen bedeutenden Anteil des späteren Endkundenpreises. Dies liegt in der Umlage der Investitionskosten auf möglichst viele „Verbraucherschultern“. Um diese Quote erzielen zu können, bedarf es zahlreicher Abstimmungen mit allen potenziellen Anschlussnehmern, v.a. mit der Frage nach grundsätzlicher Anschlusswilligkeit, Anschlusszeit und Anschlussleistung. Da nicht alle Anschlussnehmer im selben Zeitraum anschließen werden, sprechen wir hier über Zeiträume von 10 Jahren, in denen die finale Anschlussquote nicht erreicht wird. Trotzdem gilt es, durch Kommunikation und möglichst den Abschluss von Vorverträgen Investitionssicherheit zu schaffen. Hierzu ist eine entsprechende Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit über den Zeitraum mehrerer Jahre vonnöten.

Ein weiterer wesentlicher Punkt sind die Investitionskosten an sich, die sich nach Abzug aller Förderungen und Zuschüsse immer noch auf etwa 6,2 Mio. € belaufen. Bei einer Eigenkapitalquote von 30 % müssten dem Betreiber liquide Mittel von gut 2,0 Mio. € zur Verfügung stehen, damit er die entsprechende Menge Fremdkapital beschaffen kann. Dies können i.d.R. kaum Privatleute, sondern eher darauf spezialisierte Unternehmen, die heute schon in der Energiewirtschaft tätig sind. Die Alternative wäre eine lokale Energiegenossenschaft, die aber schon vertraut mit den Pflichten eines Energienetzbetreibers sein sollte, um bis 2030 auch handlungsfähig zu sein. Die Gemeinde selbst scheint dazu weder geeignet noch in der Lage, weil erst Strukturen eines Energienetzbetreibers (Bilanzkreismanagement, Abrechnung, Betrieb, Instandhaltung, etc.) mittels Personalstellen geschaffen werden müssten. Hier müssen entweder fähige Strukturen gesucht oder selbst geschaffen werden.

Eine weitere Herausforderung ist das Management beim Bau. Ein Wärmenetz wird in der Straße verlegt und dementsprechend ist im Bauzeitraum mit Straßensperrungen, Lärm und anderweitigen Behinderungen zu rechnen, die in einem Kurort als besonders störend empfunden werden könnten.

Um diese Herausforderungen besser bewältigen zu können, wird die Erstellung einer Machbarkeitsstudie durch den potenziellen späteren Netzbetreiber anzupeilen. Dieser muss im Vorfeld identifiziert werden. Entsprechende Vorarbeiten sind im Zeitraum nach der Studie unverzüglich anzugehen.

#### 4.5 Zukünftige Dezentrale Wärmeversorgung

In ländlichen Regionen gewinnt die dezentrale Wärmeversorgung zunehmend an Bedeutung – insbesondere vor dem Hintergrund der angestrebten Reduktion fossiler Energieträger und der Umsetzung der Energiewende. Nachhaltige Heizlösungen wie Wärmepumpen und Pelletheizungen stellen dabei effiziente Alternativen zu konventionellen Systemen dar.

Wärmepumpen machen sich die in der Umwelt gespeicherte Energie zunutze und gewinnen Wärme aus Luft, Erde oder Grundwasser. Diese wird in Heizenergie umgewandelt und zur Gebäudeversorgung genutzt. Die Technologie überzeugt durch hohe Energieeffizienz und niedrige Betriebskosten.

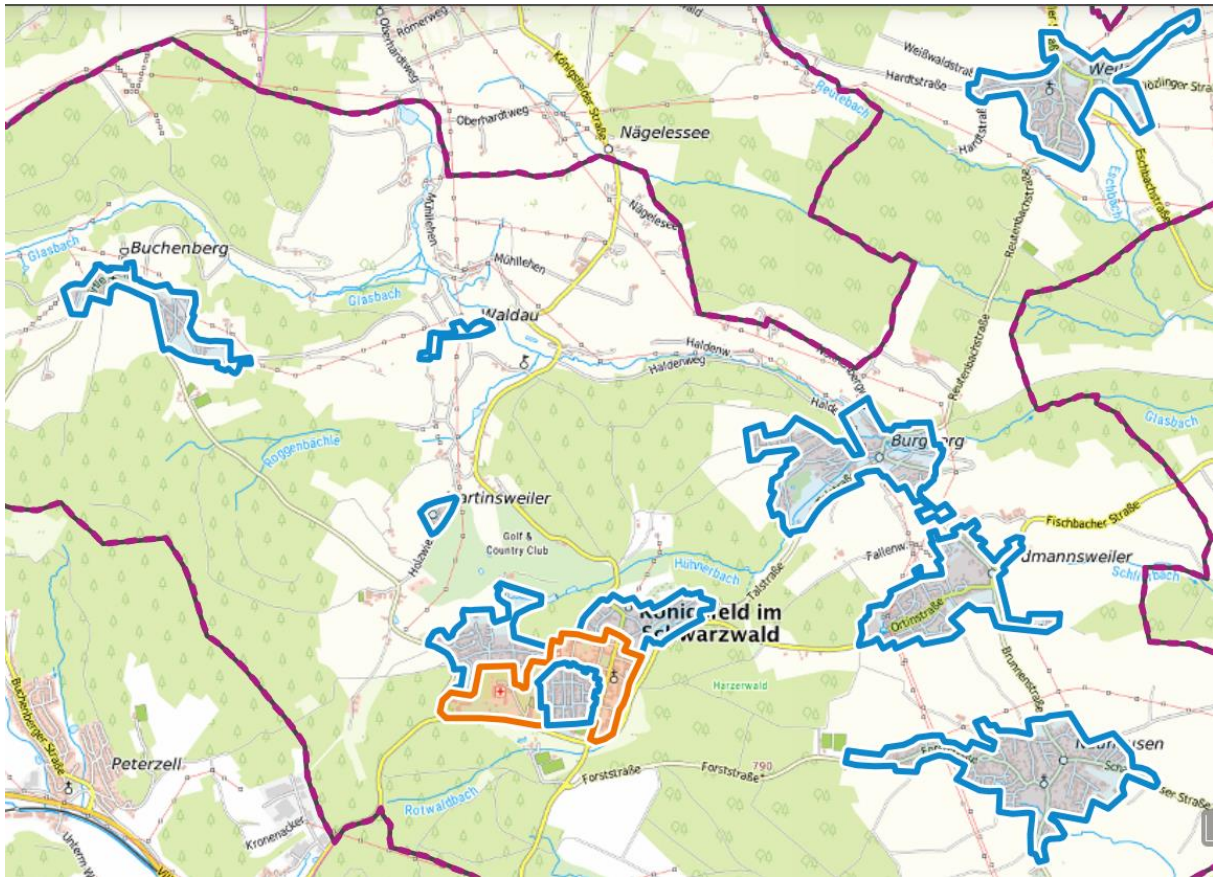


Abbildung 31: Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgung – blaue Gebiete

## 4.5.1 Wärmepumpen

### Vorteile der Wärmepumpen

- Hohe Energieeffizienz: Wärmepumpen erzeugen aus 1 kWh Strom bis zu 4 kWh Wärme (hohe Arbeitszahl). Besonders in gut gedämmten Gebäuden oder mit Fußbodenheizung laufen Wärmepumpen effizient.
- Nutzung von erneuerbaren Energiequellen: Umweltwärme aus Luft, Erde oder Grundwasser ist regenerativ und nahezu unbegrenzt verfügbar.
- Klimafreundlich: Keine lokalen Emissionen beim Betrieb; mit Ökostrom betrieben fast vollständig CO<sub>2</sub>-neutral.
- Förderfähig: Staatliche Förderprogramme (z.B. BEG) reduzieren Anschaffungs- und Umrüstkosten deutlich
- Kombinierbar mit PV-Anlage: Eigenstromnutzung erhöht die Wirtschaftlichkeit und senkt Betriebskosten zusätzlich

### Herausforderungen bei der Implementierung

Trotz ihrer Vorteile gibt es auch Herausforderungen, die bei der Implementierung von Wärmepumpen in ländlichen Gebieten berücksichtigt werden müssen:

- Hohe Investitionskosten: Anschaffung und Installation sind teurer als bei klassischen Heizsystemen, besonders bei Erd- oder Wasser-Wärmepumpen.

- Abhängigkeit vom Strompreis: Laufende Betriebskosten hängen stark vom Strompreis ab – wirtschaftliche Unsicherheit bei stark steigenden Preisen.
- Effizienz abhängig vom Gebäudestand: In schlecht gedämmten Altbauten sinkt die Effizienz spürbar, zusätzliche Sanierungskosten möglich.
- Technische Voraussetzungen notwendig: Für Erd- oder Wasser-Wärmepumpen sind Bohrungen oder wasserrechtliche Genehmigungen erforderlich.

### **Empfehlung für den Einsatz von Wärmepumpen**

Wärmepumpen eignen sich besonders gut für Gebäude mit guter bis mittlerer Wärmedämmung, in denen eine Vorlauftemperatur von maximal 60 Grad Celsius ausreicht. Unter diesen Bedingungen arbeiten sie besonders effizient, da ihre Leistung bei niedrigeren Vorlauftemperaturen optimal zur Geltung kommt. Der Einsatz in solchen Gebäuden sorgt nicht nur für eine hohe Energieeffizienz, sondern auch für eine gleichmäßige und angenehme Wärmeverteilung. Zusätzlich profitieren die Bewohnerinnen und Bewohner von geringen Betriebskosten und einem umweltschonenden Heizbetrieb – eine ideale Lösung für nachhaltiges und zukunftsfähiges Heizen.

### **4.5.2 Pellet-Heizungen**

Pellet-Heizungen verbrennen Holzpellets, die aus Restholz und Sägemehl hergestellt werden. Diese Heizungsart bietet eine erneuerbare Energiequelle und ist besonders in ländlichen Gebieten mit Zugang zu Holzressourcen attraktiv.

#### **Vorteile der Pellet-Heizungen**

Pellet-Heizungen weisen einige Vorteile auf.

- Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen: Holzpellets sind ein nachwachsender Rohstoff und lokal verfügbar, was besonders in Gegenden mit Holzindustrie oder Waldreichtum sinnvoll ist.
- Gute Verfügbarkeit in ländlichen Gebieten: In dezentralen Regionen ist die Versorgung mit Pellets durch regionale Produzenten oft gut organisiert – kurze Transportwege, stabile Lieferketten.
- Klimafreundlich: Bei nachhaltiger Forstwirtschaft gelten Pellets als CO<sub>2</sub>-neutral, da nur so CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, wie der Baum zuvor gebunden hat.
- Geringe Betriebskosten: Pellets sind oft günstiger als Heizöl oder Gas (insbesondere langfristig), und die Preisschwankungen sind meist moderater.
- Förderprogramme: In Deutschland gibt es staatliche Zuschüsse für die Umstellung auf Pelletheizungen.
- Gute Eignung für Einzelgebäude: Für alleinstehende Häuser oder kleinere Höfe ist die autarke Heizlösung ideal, da keine zentrale Infrastruktur (Fernwärme) nötig ist.

#### **Herausforderungen bei der Implementierung**

Trotz ihrer Vorteile gibt es auch Herausforderungen bei der Implementierung von Pellet-Heizungen:

- Hohe Investitionskosten: Die Anschaffungskosten für eine Pelletheizung samt Lagerraum und Fördersystem sind höher als bei Öl- oder Gasheizung.

- Lagerraum notwendig: Es muss ausreichend trockener Platz für die Pellets vorhanden sein – in dezentralen Häusern ist das oft möglich, aber nicht immer einfach umzusetzen.
- Wartungsaufwand: Regelmäßige Reinigung und Wartung (z.B. Ascheentfernung, Brennraumpflege) sind aufwändiger als bei Gasthermen.
- Anfällig bei schlechter Pelletqualität: Schlechte Qualität kann zu Verstopfungen, ineffizientem Betrieb oder Ausfall führen – im dezentralen Raum ist Qualitätskontrolle wichtig.

### **Immissionsschutz bei Pelletheizungen**

Moderne Pellet-Heizungen sind mit speziellen Filtersystemen ausgestattet, die die Partikelemissionen erheblich reduzieren. Diese Filter fangen Feinstaubpartikel auf und verhindern, dass sie in die Atmosphäre gelangen. Zudem ist es wichtig, regelmäßig Wartungs- und Reinigungsarbeiten durchzuführen, um die Effizienz der Filter und der Heizungsanlage insgesamt zu gewährleisten.

### **Empfehlung Pelletheizungen**

Pelletheizungen eignen sich besonders gut für ältere Gebäude, in denen oft höhere Vorlauftemperaturen benötigt werden. Sie ermöglichen eine zuverlässige Wärmeversorgung, ohne dabei auf Umweltverträglichkeit zu verzichten. Durch regelmäßige Wartung, den Einsatz hochwertiger, zertifizierter Pellets sowie moderne Abgas- und Filtertechnik gewährleisten diese Systeme einen effizienten und umweltschonenden Betrieb.

## **4.5.3 Detaillierte Betrachtung Effizienzsteigerung im dezentralen Gebiet**

In der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald gibt es bereits einige vorbildliche Sanierungen zu einem Effizienzhaus. Im Folgenden sollen anhand von drei Beispielen Wirtschaftlichkeitsberechnungen für eine Komplettsanierung veranschaulichen mit welchen Kosten für eine Sanierung gerechnet werden muss. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch auf mit welchen Gesamtkosten über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gerechnet werden kann und beziehen sich dabei auf den Ist-Zustand.

Die Methode der annuitätischen Gesamtkostendarstellung rechnet eben über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren die Kosten des Sanierungsvorhabens. Aus Vereinfachungsgründen würden über den Zeitraum der Sanierung einmalig anfallende Investitionskosten für Instandhaltung und Energieeffizienz sowie Baunebenkosten auf den aktuellen Zeitpunkt bezogen und mittels Annuitätsfaktors umgerechnet.

Die drei Beispiele beziehen sich dabei auf die Baualtersklassen mit dem größten Gebäudebestand nach Abbildung 4. Zunächst wird ein Gebäude aus dem Baujahr 1900 betrachtet. Als zweites ein Gebäude aus dem Baujahr 1962 und als letztes ein Gebäude aus dem Baujahr 2001. Alle Gebäude befinden sich auf der Gemarkung Königsfeld oder der näheren Umgebung und wurden oder werden, nachdem ein Sanierungsfahrplan erstellt wurde, zu einem Effizienzhaus saniert.

## Sanierung Gebäude Baujahr 1900



Baujahr: 1900

Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus

Wohnfläche: 351 m²

Energetische Bewertung:

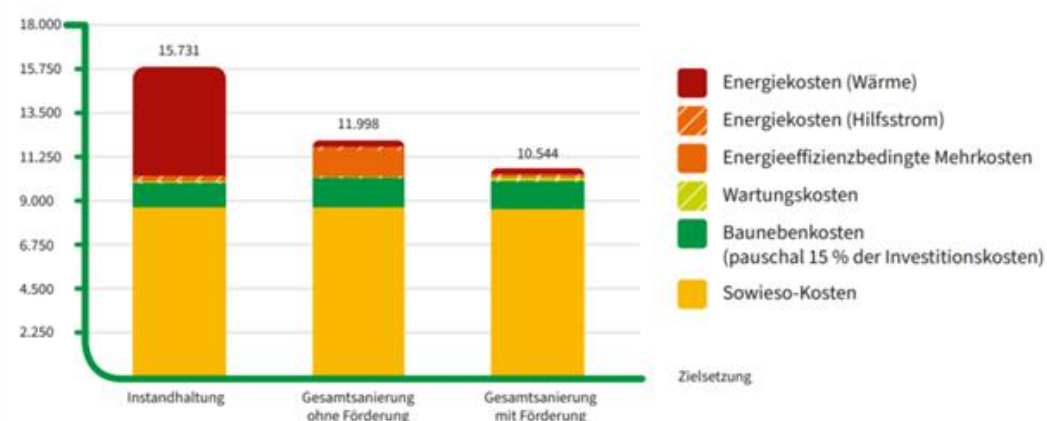
Das Gebäude ist energetisch in einem schlechten Zustand. Die Außenwände wurden bisher nicht saniert, ebenso wie das Dach. Die Fenster stammen nicht mehr aus dem Baujahr, sind aber ebenfalls in einem schlechten energetischen Zustand.

Bisher wurde jede einzelne Wohnung mit einer Gas-Etagenheizung beheizt.

### Detaillierte Kostendarstellung

| Kostenpositionen                               | Investitions-kosten¹<br>€ | davon<br>Sowieso-Kosten € | Förderung²<br>€ | Energiekosten³<br>€/a |
|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| Istzustand                                     |                           |                           |                 | 5.830                 |
| Maßnahmenpaket 1 gesamt                        | 183.665                   | 182.165                   | 36.000          | 1.822                 |
| Dämmung Kellerdecke                            | 14.810                    | 14.810                    | 0               |                       |
| Konstruktionstausch Dach                       | 69.725                    | 69.725                    | 0               |                       |
| Konstruktionstausch Wand                       | 60.193                    | 60.193                    | 0               |                       |
| Fensteraustausch, 3-fach-Verglasung            | 29.876                    | 29.876                    | 0               |                       |
| Haustür erneuern                               | 7.560                     | 7.560                     | 0               |                       |
| Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis          | 1.500                     | 0                         | 0               |                       |
| Maßnahmenpaket 2 gesamt                        | 64.514                    | 40.000                    | 30.000          | 480                   |
| Wärmepumpe Luft/Wasser                         | 35.000                    | 35.000                    | 0               |                       |
| Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser) | 150                       | 0                         | 0               |                       |
| Hydraulischer Abgleich                         | 5.000                     | 5.000                     | 0               |                       |
| Pufferspeicher - (500l)                        | 2.500                     | 0                         | 0               |                       |
| Photovoltaik-Anlage hinzufügen                 | 21.864                    | 0                         | 0               |                       |

### Jährliche Gesamtkosten aller Maßnahmenpakete in Euro



Das Gebäude befindet sich in einem sanierungsbedürftigen Zustand und war zum Zeitpunkt der Besichtigung vollständig entkernt. Ein Vorteil von Gebäuden aus dieser Bauzeit liegt in der häufigen Verwendung schadstofffreier Baumaterialien – insbesondere dann, wenn in den folgenden Jahrzehnten keine wesentlichen baulichen Veränderungen vorgenommen wurden. Dadurch lassen sich moderne Baustoffe, insbesondere Dämmmaterialien, besonders gut integrieren.

Vorrangig sollte die Sanierung der Gebäudehülle erfolgen, um die energetischen Voraussetzungen für ein effizientes Heizsystem zu schaffen.

Befinden sich alle Bauteile nach der Sanierung in einem energetisch guten Zustand, ist auch in einem Altbau aus dem Jahr 1900 der Einsatz einer Wärmepumpe technisch möglich. Wie ein Vergleich der jährlichen Gesamtkosten zeigt, ist eine umfassende Sanierung selbst ohne staatliche Fördermittel wirtschaftlich sinnvoll – vor allem angesichts des schlechten energetischen Ausgangszustands der Gebäudehülle.

## Sanierung Gebäude Baujahr 1968



Baujahr: 1968

Gebäudetyp: Einfamilienhaus

Wohnfläche: 154 m²

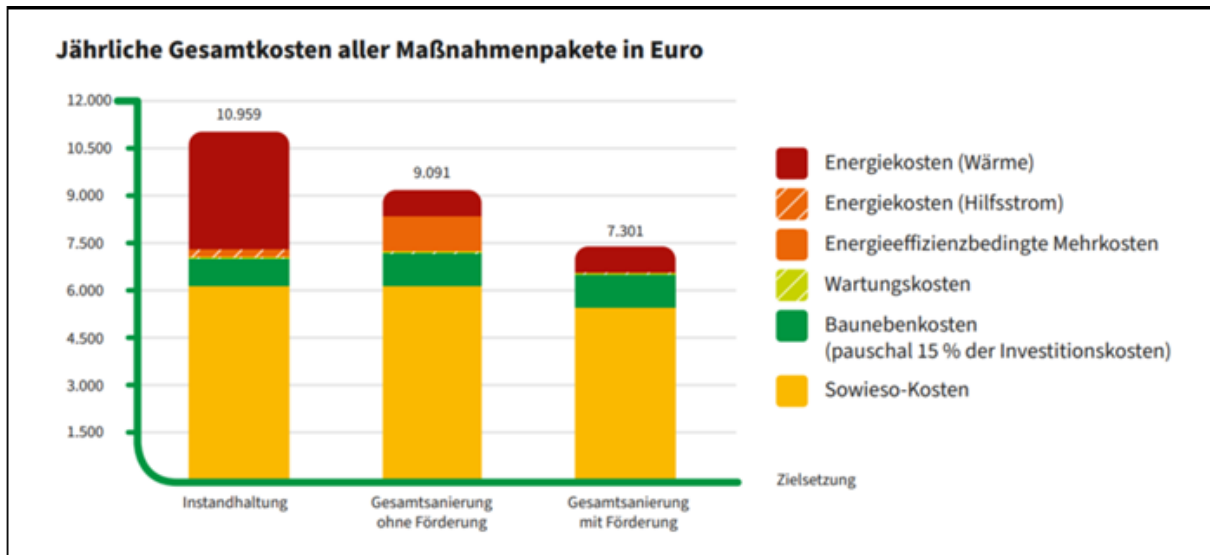
Energetische Bewertung:

Das Gebäude wurde seit dem Baujahr nicht saniert—lediglich die Heizungsanlage wurde einmal ausgetauscht. Dementsprechend ist die Gebäudehülle in einem schlechten energetischen Zustand und alle Gebäudeteile sollten saniert werden.

Die Anlagentechnik sollte ebenfalls erneuert werden, da sie in einem defekten Zustand ist und noch mit fossilen Energieträgern beheizt wird.

### Detaillierte Kostendarstellung

| Kostenpositionen                         | Investitions-kosten¹<br>€ | davon<br>Sowieso-<br>Kosten € | Förderung²<br>€ | Energiekosten³<br>€/a |
|------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Istzustand                               |                           |                               |                 | 3.963                 |
| <b>Maßnahmenpaket 1 gesamt</b>           | <b>50.726</b>             | <b>50.726</b>                 | <b>10.145</b>   | <b>2.331</b>          |
| Dämmung Dach                             | 22.809                    | 22.809                        | 0               |                       |
| Dämmung oberste Geschossdecke            | 9.164                     | 9.164                         | 0               |                       |
| Haustür erneuern                         | 4.140                     | 4.140                         | 0               |                       |
| Fenster austausch, Wärmeschutzverglasung | 14.612                    | 14.612                        | 0               |                       |
| <b>Maßnahmenpaket 2 gesamt</b>           | <b>51.100</b>             | <b>31.000</b>                 | <b>15.000</b>   | <b>1.418</b>          |
| Pelletkessel                             | 30.000                    | 30.000                        | 0               |                       |
| Hydraulischer Abgleich                   | 1.000                     | 1.000                         | 0               |                       |
| Pufferspeicher - (850l)                  | 2.500                     | 0                             | 0               |                       |
| Photovoltaik-Anlage                      | 11.000                    | 0                             | 0               |                       |
| Stromspeicher einbauen                   | 6.600                     | 0                             | 0               |                       |
| <b>Maßnahmenpaket 3 gesamt</b>           | <b>54.646</b>             | <b>53.146</b>                 | <b>10.929</b>   | <b>881</b>            |
| Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem     | 35.486                    | 35.486                        | 0               |                       |
| Dämmung Innenwände                       | 4.228                     | 4.228                         | 0               |                       |
| Perimeterdämmung                         | 13.432                    | 13.432                        | 0               |                       |
| Wärmebrückengleichwertigkeitsnachweis    | 1.500                     | 0                             | 0               |                       |
| <b>Maßnahmenpaket 4 gesamt</b>           | <b>20.245</b>             | <b>20.245</b>                 | <b>4.049</b>    | <b>800</b>            |
| Dämmung Bodenplatte                      | 12.471                    | 12.471                        | 0               |                       |
| Dämmung Kellerdecke                      | 7.774                     | 7.774                         | 0               |                       |



Aufgrund der Hanglage und des teilweise beheizten Daches und des teilweise beheizten Kellers ist dieses Gebäude recht aufwendig zu sanieren. Gerade im Schwarzwald ist diese Gebäudetypologie allerdings häufiger anzutreffen. Da die Heizungsanlage bereits nahezu defekt war bietet sich eine schrittweise Sanierung an, bei der zunächst die Anlagentechnik erneuert wird und dann sukzessive die Gebäudehülle energetisch modernisiert wird. Aus diesem Grund fiel die Wahl auch auf eine Pelletsheizung, da diese in den ersten Jahren mit höheren Vorlauftemperaturen und einer ungedämmten Gebäudehülle besser einzusetzen ist.

Bemerkenswert ist, dass die jährlichen Gesamtkosten einer umfassenden Sanierung bereits ohne Berücksichtigung von Fördermitteln unter den Kosten einer reinen Instandhaltung liegen. Durch die deutlich reduzierten Energiekosten verlieren die investitionsbedingten Mehrkosten für Energieeffizienzmaßnahmen zunehmend an Relevanz.

## Sanierung Gebäude Baujahr 2003



Baujahr: 2003

Gebäudetyp: Einfamilienhaus

Wohnfläche: 193 m<sup>2</sup>

Energetische Bewertung:

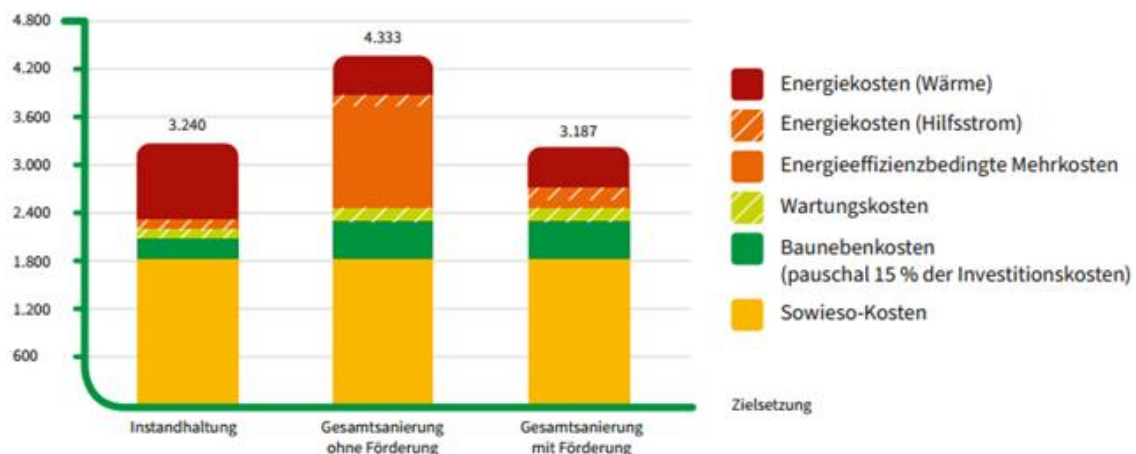
Das Gebäude besitzt bedingt durch die EnEV-Vorgaben schon einen guten Dämmstandard. In diesem Beispiel übererfüllt die Gebäudehülle sogar die gesetzlichen Anforderungen, so dass die Gebäudehülle bereits ein Effizienzhaus-Niveau besitzt.

Die Anlagentechnik musste jedoch ausgetauscht werden und im Zusammenhang mit dem Einbau einer Wärmepumpe sollte ein Effizienzhaus entstehen.

### Detaillierte Kostendarstellung

| Kostenpositionen                               | Investitionskosten <sup>1</sup><br>€ | davon<br>Sowieso-Kosten € | Förderung <sup>2</sup><br>€ | Energiekosten <sup>3</sup><br>€/a |
|------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Istzustand                                     |                                      |                           |                             | 1.061                             |
| Maßnahmenpaket 1 gesamt                        | 57.600                               | 33.799                    | 23.040                      | 628                               |
| Photovoltaik-Anlage hinzufügen                 | 10.900                               | 0                         | 0                           |                                   |
| Stromspeicher hinzufügen                       | 7.700                                | 0                         | 0                           |                                   |
| Wärmepumpe Luft/Wasser                         | 35.000                               | 33.799                    | 0                           |                                   |
| Elektro-Heizstab (bei Wärmepumpe Luft/ Wasser) | 500                                  | 0                         | 0                           |                                   |
| Pufferspeicher - (500l)                        | 2.500                                | 0                         | 0                           |                                   |
| Hydraulischer Abgleich                         | 1.000                                | 0                         | 0                           |                                   |

### Jährliche Gesamtkosten aller Maßnahmenpakete in Euro



Nach Berücksichtigung der Förderung besitzt das betrachtete Gebäude in etwa die gleichen jährlichen Gesamtkosten wie vor der Sanierung. Dies ist in Anbetracht der bereits guten Gebäudehülle und der vergleichsweise teuren Investition in die Anlagentechnik (Wärmepumpe und PV-Anlage) nicht weiter verwunderlich. Hervorzuheben ist, dass durch die gleichen jährlichen Gesamtkosten ein nahezu CO<sub>2</sub>-neutrales Gebäude entstanden ist.

#### **4.5.4 Zusammenfassung Dezentrale Wärmeversorgungen**

Die dezentrale Wärmeversorgung durch Wärmepumpen – sowohl mit Luft- als auch Geothermiequellen – sowie durch Pelletheizungen bietet eine zukunftsfähige Perspektive für das Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald. Mit gezielten Maßnahmen und gemeinschaftlicher Unterstützung können diese Technologien einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung leisten. Insbesondere in ländlich geprägten Wohn- und Gebäudestrukturen sind sie vorteilhaft, während der Aufbau eines Wärmenetzes vor allem in dichten besiedelten Bereichen wie dem Ortskern durch das koordinierte Handeln aller Beteiligten besser realisierbar ist.

#### **4.6 Analyse und Beschreibung der Entwicklung der Gasversorgung für 2030 und 2040**

Alle Maßnahmen zur Erreichung der klimaneutralen Versorgung von Gebäuden haben erhebliche Auswirkungen auf die Bedeutung der bestehenden Erdgasnetzstrukturen, die durch den Ausbau der erneuerbaren Wärmeerzeugung an Bedeutung verlieren. Dennoch werden Gasnetze in Zukunft einen nützlichen Zweck erfüllen können, wenn auch nicht mehr zur dominanten Versorgung von Kleinverbraucher\*innen. Hier liegt der Fokus eher auf der Versorgung von KWK-Anlagen, Brennstoffzellen und größeren Industriebetrieben mit energetisch aufwendigen Prozessen und hohen Prozesstemperaturen.

Die zukünftige Preisentwicklung von Erdgas für Endverbraucher in Deutschland wird maßgeblich durch mehrere Faktoren beeinflusst, darunter steigende CO<sub>2</sub>-Abgaben, höhere Netzentgelte und die allgemeine Marktentwicklung.

##### **CO<sub>2</sub>-Abgaben**

Die CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Rahmen des nationalen Emissionshandels (nEHS) wird in den kommenden Jahren schrittweise erhöht. Im Jahr 2025 beträgt der CO<sub>2</sub>-Preis 55 Euro pro Tonne, was zu einer Verteuerung von Erdgas um etwa 1,19 Cent pro Kilowattstunde führt. Bis 2030 ist eine weitere Steigerung auf 275 Euro pro Tonne geplant, was die Kosten um etwa 5,94 Cent pro Kilowattstunde erhöhen würde.

##### **Netzentgelte**

Ab 2025 erhöhen sich die Netzentgelte für Gaskunden im Durchschnitt um 23 Prozent. Für einen Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 20.000 Kilowattstunden bedeutet dies zusätzliche Kosten von rund 103 Euro. Diese Erhöhung resultiert aus neuen Abschreibungsregeln, die eine zukünftige Stilllegung der Gasnetze berücksichtigen.

##### **Marktentwicklung**

Obwohl die Großhandelspreise für Erdgas im Jahr 2024 zwischen 30 und 40 Euro pro Megawattstunde lagen und damit unter dem Niveau der Jahre 2021 bis 2023, bleiben sie

dennoch über dem Vorkrisenniveau. Langfristig könnten jedoch sinkende Nachfrage und verstärkte Investitionen in erneuerbare Energien zu einer Stabilisierung oder sogar einem Rückgang der Großhandelspreise führen.

Das Erdgasnetz wird perspektivisch vor allem für Abnehmer\*innen relevant bleiben, die hohe Prozesstemperaturen über 100 bis 140 °C benötigen – ein Anwendungsbereich, der mit Wärmepumpen derzeit technisch kaum abgedeckt werden kann. Dies betrifft nahezu ausschließlich industrielle Produktionsprozesse. Offen bleibt dabei, ob Unternehmen künftig eher auf Biomethan oder auf Wasserstoff setzen – eine Entscheidung, die stark von der jeweiligen Verfügbarkeit und den Endkundenpreisen abhängen dürfte.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie sich die sinkende Zahl an Netzabnehmer\*innen auf die Höhe der Netzentgelte auswirken wird. Steigende Kosten pro Anschluss könnten letztlich ein entscheidender Nachteil des Erdgasnetzes im Vergleich zum Wasserstoffnetz sein.

Festzuhalten ist, dass Wasserstoff gegenüber Methan einen geringeren Veredelungsaufwand erfordert und sein Netz potenziell gezielter – etwa für Industrieanlagen oder Wasserstofftankstellen – aufgebaut werden kann. Dabei entfällt auch die Belastung durch bestehende Gasnetzentgelte. Vor diesem Hintergrund ist absehbar, dass künftig nur noch wenige große Industrieunternehmen Methan benötigen werden, während große Teile des heutigen Erdgasverteilnetzes an Bedeutung verlieren. Für die Spitzenlastabdeckung könnten zentrale Heizwerke gegebenenfalls weiterhin am Methan-Netz verbleiben – sofern eine Umstellung auf Wasserstoff keine wirtschaftlichere Alternative darstellt.

In Bezug auf die Weiterentwicklung des Erdgasnetzes bedeutet dies, dass Investitionen außerhalb industrieller Versorgungsschwerpunkte auf ein Minimum zu begrenzen sind. Gleichzeitig sollten heutige Erdgaskund\*innen frühzeitig geeignete Alternativen aufgezeigt bekommen, um ihre künftige Energieversorgung sicherzustellen.

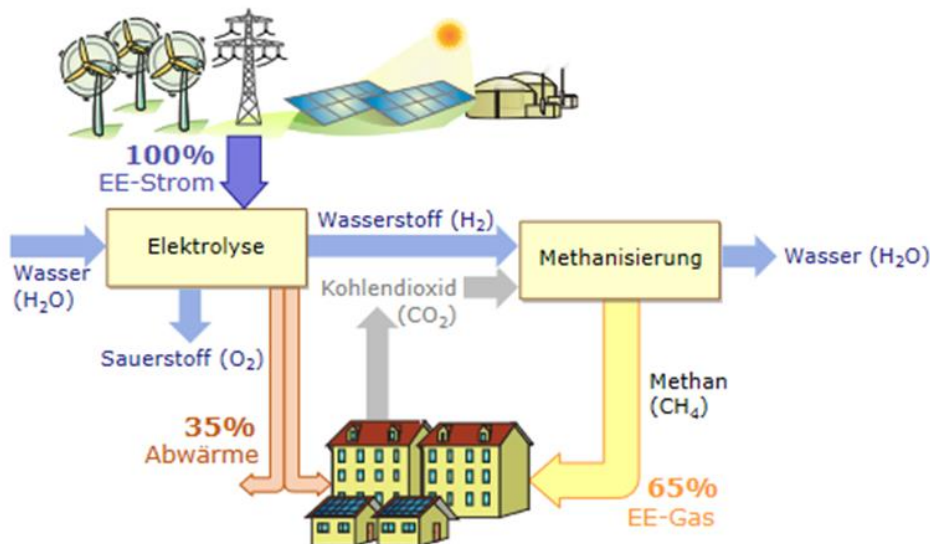
#### **4.7 Ausblick Wasserstoffnutzung**

Ab dem Jahr 2035 könnte eine teilweise Beimischung von Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz in Betracht gezogen werden, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gassektor zu reduzieren. Technisch ist derzeit ein maximaler Wasserstoffanteil von etwa 23 Volumenprozent möglich. In diesem Zusammenhang würden Gasversorgungssysteme schrittweise von der heutigen G20-Gasqualität auf G222 umgestellt: Während G20 nahezu reines Methan (über 99,5 Vol.-%) beschreibt, besteht G222 aus 77 % Methan und 23 % Wasserstoff.

Moderne Gas-Brennwertgeräte werden bereits mit G222 getestet, wobei G20 weiterhin als Referenzgas dient. Der Brennwert von G222 liegt bei 28,53 MJ/m<sup>3</sup>, im Vergleich zu 34,02 MJ/m<sup>3</sup> bei G20. Das bedeutet, dass etwa 19 % mehr Gasvolumen benötigt wird, um denselben Energieertrag zu erzielen. Insgesamt kann durch die Nutzung von G222 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um rund 8 % erreicht werden.

Soll grüner Wasserstoff zukünftig direkt für die Wärmeversorgung von Wohngebäuden eingesetzt werden, ist dessen Herstellung über das Power-to-Gas-Verfahren erforderlich. Dabei wird Wasser mithilfe erneuerbarer Energien in einem Elektrolyseur in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Die dabei entstehende Abwärme kann potenziell genutzt werden. Der Transport des Wasserstoffs erfolgt über spezielle H<sub>2</sub>-Pipelines.

Da Wasserstoff andere Brenneigenschaften als Methan besitzt, sind die meisten heutigen Heizgeräte nicht dafür ausgelegt. Nur sogenannte „H<sub>2</sub>-ready“-Systeme können Wasserstoff direkt nutzen. Um bestehende Heizungsanlagen weiterhin zu betreiben, müsste der Wasserstoff durch Zugabe von CO<sub>2</sub> zu synthetischem Methan umgewandelt werden. Dieses Methan kann dann wie gewohnt ins Gasnetz eingespeist und in Haushalten genutzt werden. Das bei der Verbrennung entstehende CO<sub>2</sub> entspricht genau der Menge, die zuvor für die Methanisierung eingesetzt wurde – der Prozess ist damit CO<sub>2</sub>-neutral und bildet einen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf.



**Abbildung 32: Prinzip der Substitution von fossilem Erdgas durch aus erneuerbarem Strom erzeugtem Methan (Power to Gas) (Quelle: Quaschnig, 2023)**

Wird das PtG (Power to Gas) genutzt, um die Wohnhäuser mit warmem Wasser zu versorgen, so muss viel Energie dafür verwendet werden, bedeutend mehr, als würde man ausschließlich mit einer Wärmepumpe arbeiten. Wird beispielsweise ein Einfamilienhaus mit 23.000 kWh Erdgas geheizt, so sind bei einem PtG-Betrieb ca. 46.000 kWh notwendig, um es zu versorgen. Wenn die Gasheizung gegen eine Wärmepumpe ausgetauscht wird, so sinkt der Energiebedarf auf 5.000 bis 7.500 kWh pro Jahr.

### **Warum Wasserstoff in Königsfeld im Schwarzwald keine tragende Rolle spielen wird**

Wasserstoff gilt häufig als vielversprechender Energieträger der Zukunft – vor allem wegen seiner flexiblen Einsatzmöglichkeiten und seines Potenzials zur Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bei genauerer Betrachtung der aktuellen technischen, wirtschaftlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen zeigt sich jedoch, dass Wasserstoff für den Einsatz im Gemeindegebiet Königsfeld im Schwarzwald derzeit keine realistische Zukunftsaussichten bietet. Ausschlaggebend hierfür sind unter anderem die bestehenden technologischen Limitierungen, der hohe Energieaufwand bei der Herstellung sowie das Fehlen einer geeigneten Infrastruktur.

- Technologische Einschränkungen: Ein wesentlicher Grund, warum Wasserstoff bislang vor allem als Nischenlösung für Industrieprozesse betrachtet wird, sind die technischen Begrenzungen der bestehenden Systeme. Die Beimischung von Wasserstoff ins aktuelle Erdgasnetz ist auf maximal 23 % beschränkt, da heutige Gas-Brennwertheizungen und andere Heizungssysteme nicht für höhere Wasserstoffanteile ausgelegt sind. Die Umstellung auf das sogenannte G222-Gas (77 % Methan, 23 % Wasserstoff) würde

umfangreiche Anpassungen an der vorhandenen Infrastruktur erfordern – verbunden mit hohen Kosten und technischem Aufwand.

- Erhöhter Energiebedarf: Ein weiterer entscheidender Aspekt ist der deutlich gesteigerte Energieaufwand, der mit der Wasserstoffproduktion durch das Power-to-Gas-Verfahren (PtG) einhergeht. Im Vergleich zur direkten Nutzung von Wärmepumpen ist die Herstellung von Wasserstoff deutlich energieintensiver. Dies führt insbesondere bei der Beheizung von Wohngebäuden zu einem ineffizienten Energieeinsatz.
- Fehlende Infrastruktur: Die notwendige Infrastruktur für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung ist derzeit noch nicht vorhanden. Angesichts der hohen Erzeugungskosten und des Preises für Wasserstoff sollte dieser vor allem dort eingesetzt werden, wo keine Alternativen bestehen. Die Beheizung von Wohnräumen zählt nicht dazu, da hier effizientere Lösungen verfügbar sind.
- Alternative energetische Lösungen: Vor dem Hintergrund dieser Herausforderungen bieten sich alternative, effizientere und kostengünstigere Technologien an. Wärmepumpen stellen eine vielversprechende Option dar, da sie einen wesentlich geringeren Energiebedarf aufweisen und bereits heute breit verfügbar sind. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine verstärkte energetische Sanierung von Gebäuden, um die Vorlauftemperaturen in den Heizkreisen nachhaltig zu senken.

### **Fazit Wasserstoffnutzung**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Wasserstoff als Energieträger aufgrund der technologischen Einschränkungen, des erhöhten Energiebedarfs und der fehlenden Infrastruktur keine breite zukunftssträchtige Option darstellt. Stattdessen sollten effizientere und kostengünstigere Alternativen wie Wärmepumpen, Pelletheizungen sowie zusätzlich energetische Sanierungsmaßnahmen in den Fokus rücken. Nur so kann eine nachhaltige und klimaneutrale Energieversorgung in Königsfeld im Schwarzwald gewährleistet werden.

## **4.8 Zielszenario**

Die Modellierung des Zielszenarios hängt von einer Reihe von Faktoren ab, welche in den vorigen Kapiteln besprochen wurden. Wesentlich sind die energetische Gebäudesanierung aller Gebäude sowie der Umstieg auf – wo möglich – klimafreundliche Beheizungsarten, wie Wärmepumpen und Biomassekessel mit Staubfiltern, um der Luftreinhaltung zu dienen. Gerade im Bereich des Kernortes spielt der Aufbau des Wärmenetzes eine wesentliche Rolle, da gerade größere Gebäude nach heutigen technischen Möglichkeiten mit dezentralen Großwärmepumpen wohl deutlich höhere Kosten zu befürchten hätten, als es der Wärmenetaufbau bedingt, da die energetische Sanierung in Gebäuden wesentlich restriktiver vorgenommen werden müsste, um Wärmebedarfe für Wärmepumpen samt deren niedriger möglichen Vorlauftemperaturen für sie zu ertüchtigen.

Durch den knappen Zeitraum müssen nach dem Szenario große Anstrengungen unternommen werden, um sowohl Energiebedarfe absolut zu verringern als auch dem Umstieg auf eine klimafreundliche Beheizung hinzubekommen. Die folgenden Abbildungen zeigen einen ambitionierten, aber aus Sicht des Gutachters machbaren Weg zur Klimaneutralität. Grundlage dafür sind neben den steigenden CO<sub>2</sub>-Abgaben auch der Wille der Bürger, hier mitzumachen. Nichtsdestoweniger obliegt es der Gemeinde, hier tatkräftig und beratend den Bürgern zur Seite zu stehen.

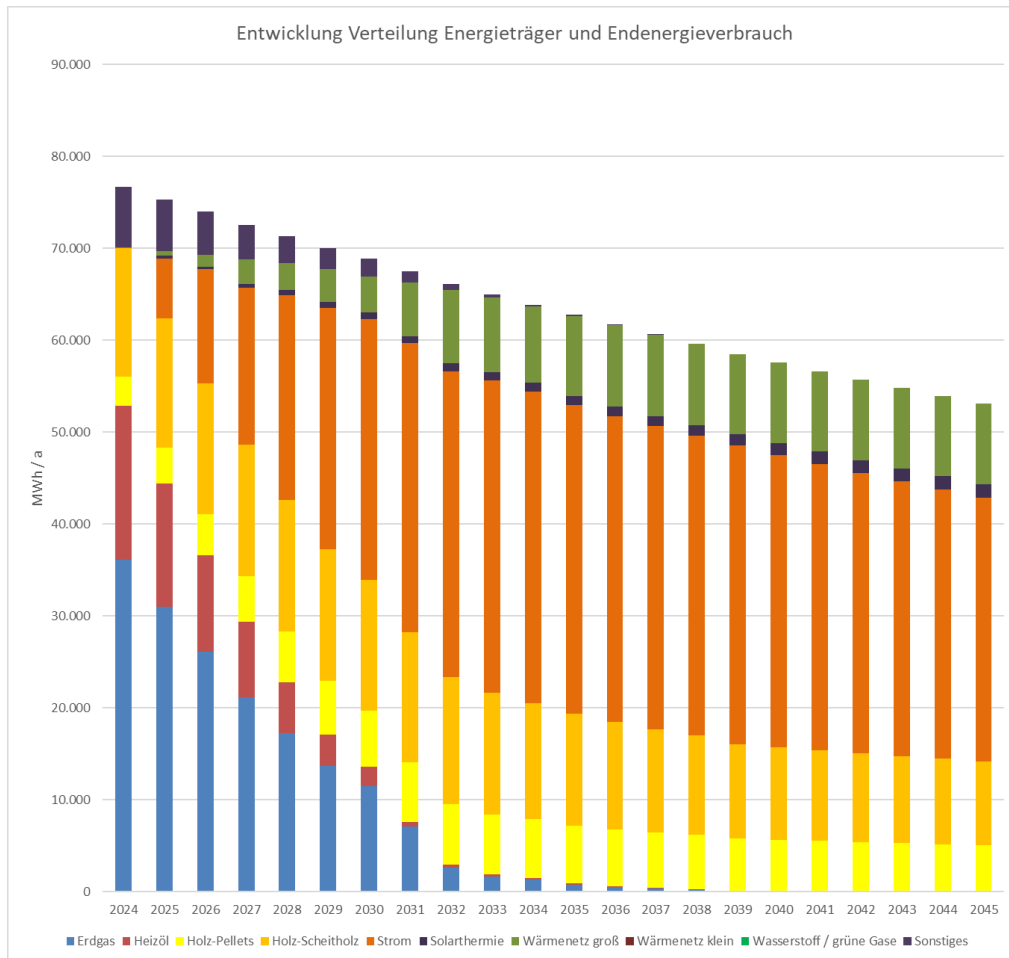


Abbildung 34: Entwicklung Endenergiebedarfe und eingesetzte Energieträger

Die obige Graphik macht deutlich, dass alleine mit der energetischen Gebäudesanierung das fossile Energieproblem nicht zu lösen ist. Dazu sind die angenommenen Sanierungsquoten einfach zu niedrig. Der Grund dafür liegt in den hohen Kosten der Sanierung, der ohne staatliche Anreize in Größenordnungen nicht signifikant steigerbar ist. Es ist – ausgehend vom aktuellen Wärmebedarf – ein Rückgang auf etwa 53.000 MWh/a erwartbar und möglich. Vielmehr muss der verbleibende Wärmebedarf „vergrünt“ werden. Dies lässt sich nur über einen Umstieg auf klimafreundliche Heizungen erreichen. Allem voran muss dies über die Elektrifizierung der Beheizung über Wärmepumpen erfolgen, bei den Gebäuden, die dafür geeignet sind. Alle weiteren Gebäude müssen entsprechend auf eine Biomasseheizung umsteigen. Dafür müssen in den nächsten Jahren größere Anstrengungen unternommen werden, Erdgas- und vor allem Heizölheizungen zu setzen. Aufgrund der teils schon betagten Anlagen geschieht dies im Szenario ziemlich schnell, da hier idealtypische Nutzungsdauern unterstellt werden. In Wirklichkeit dürfte sich dieser Prozess länger hinziehen.

Wie erwähnt ist der Aufbau des Wärmenetz ein weiterer wesentlicher Baustein. Gerade größere Gebäude können mit heute handelsüblichen Wärmepumpen nur bedingt versorgt werden und wären demzufolge auf Biomasseheizungen angewiesen. Dies steht jedoch einem Standort als Luftkurort entgegen und somit steht dem Wärmenetz eine gewisse Bedeutung über die reine Energieversorgung hinaus zu. Hochtemperaturwärmepumpen für größere Gebäude mit entsprechenden Heizlasten sind heute noch sehr teuer. Auch deshalb wäre ein Wärmenetz dort wohl die bessere Maßnahme.

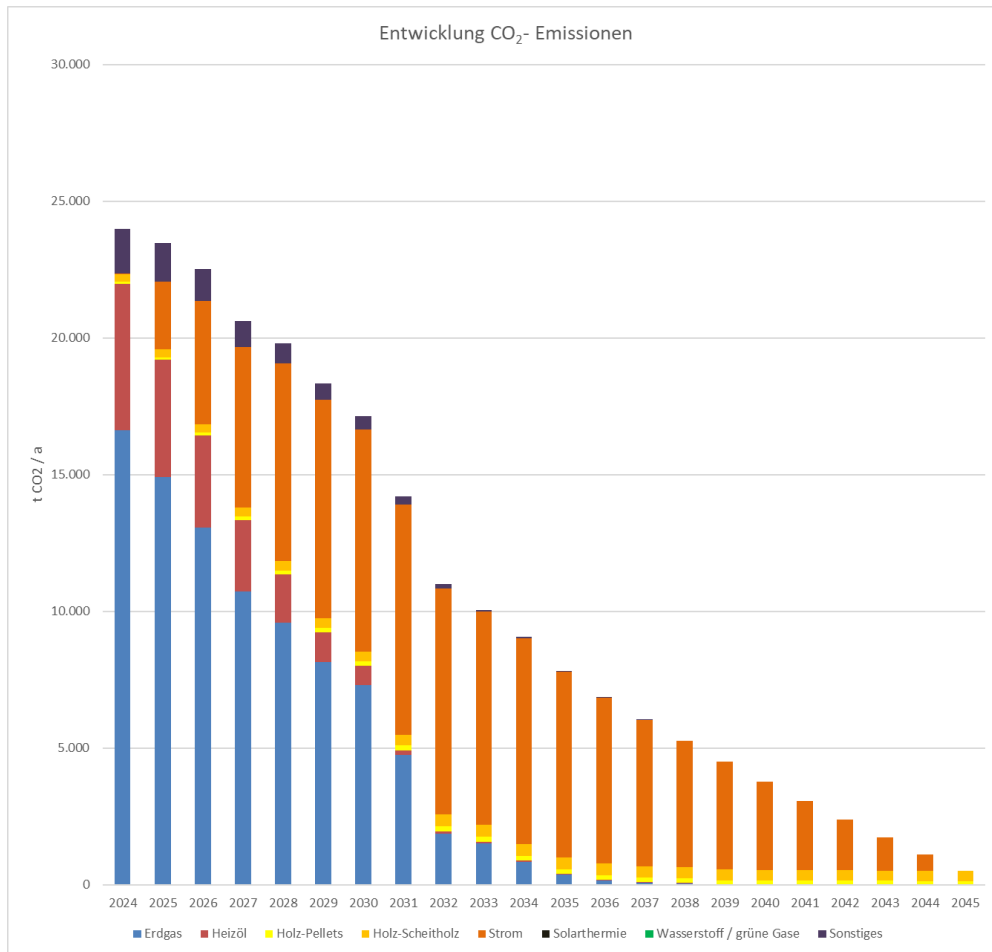


Abbildung 35: Entwicklung Treibhausgasemissionen

Die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen würden in den nächsten Jahren rapide zurückgehen und bis zum Jahr 2045 auf fast Null absinken. Geschuldet ist dies der raschen Verdrängung der fossilen Heizungen und zusätzlich dem Effekt, dass Strom bis 2045 als klimaneutral angenommen wird. Dies liegt darin begründet, dass der deutsche Strommix bis 2045 bilanziell klimaneutral erzeugt werden soll. Dies führt allerdings zu dem Effekt, dass Klimaneutralität bis 2040 nicht erreicht werden kann.

Die genauere Umsetzung des Szenarios wird im nachfolgenden Kapitel mit konkreten Maßnahmen untersetzt.

## 5. Umsetzungsstrategie

Die aus den Szenarien sowie den vorangegangenen Analysen abgeleitete Wärmewendestrategie stellt eine räumlich differenzierte Darstellung der zukünftigen Versorgungsstruktur bis zum Jahr 2045 dar, einschließlich konkreter Zwischenziele für 2030, 2035 und 2040. Grundlage hierfür ist die Identifikation geeigneter Gebiete für den Ausbau von Wärmenetzen sowie für dezentrale Wärmeversorgungslösungen.

Ein zentraler Bestandteil ist dabei die Entwicklung eines Transformationspfads zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans. Dieser umfasst konkrete Maßnahmen, Prioritäten für die Umsetzung, einen Zeitplan für die kommenden Jahre sowie mögliche Strategien zur Erreichung der erforderlichen Energieeinsparungen und zum Aufbau einer zukunftsfähigen Wärmeinfrastruktur.

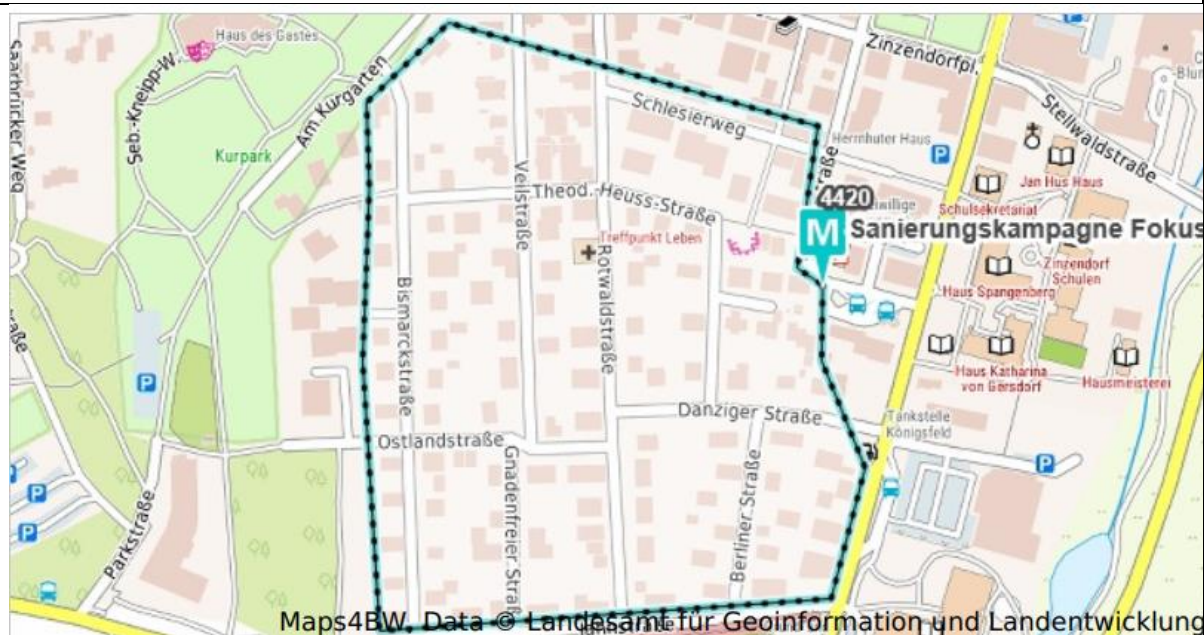
### 5.1 Maßnahmenkatalog

#### 5.1.1 Betrachtung Ankerkunden

| Titel: Detaillierte Betrachtung von Verbrauchern im Fokusgebiet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p><b>Beschreibung:</b><br/> Im potenziellen Versorgungsgebiet eines Wärmenetzes stellen sogenannte Ankerkunden eine tragende Säule für die Wirtschaftlichkeit und erfolgreiche Umsetzung der Wärmeversorgung dar. Im Rahmen der durchgeführten Bedarfsanalyse wurden relevante Gebäude hinsichtlich ihres Endenergieverbrauchs, der eingesetzten Energieträger sowie der technischen Spezifikationen der Wärmebereitstellung erfasst.<br/> Für eine fundierte Bewertung der Anschlussfähigkeit an ein Wärmenetz ist jedoch eine detaillierte Untersuchung der thermischen Gebäudehülle sowie der gebäudetechnischen Anlagen (Heizungssysteme, Wärmeübergabe, Regelungstechnik) erforderlich. Nur durch eine solche integrale energetische Bewertung lassen sich potenzielle Effizienzmaßnahmen ableiten, die eine Netzanbindung sowohl technisch als auch wirtschaftlich optimieren können.<br/> Besonders im Fokus stehen Maßnahmen zur Absenkung der notwendigen Systemtemperaturen (Vorlauf-/Rücklauftemperaturen), da diese die Netzverluste minimieren und den Einsatz von regenerativen Wärmeerzeugern (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie oder Abwärmenutzung) begünstigen.<br/> Durch diese Maßnahmen kann der Anschluss an ein Wärmenetz nicht nur technisch ermöglicht, sondern die Effizienz des Gesamtsystems nachhaltig verbessert werden.<br/> In Form eines Sanierungsfahrplans für Wohngebäude sowie Nichtwohngebäude kann diese Maßnahme zu 50% über das BAFA gefördert werden.</p> |                                                   |
| Kosten: ca. 40.000 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Akteure: Energieberater, regionale Energieagentur |
| Synergien: Detaillierte Datengrundlage für eine Machbarkeitsstudie zu einem Wärmenetz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Zeithorizont: bis 2027<br>Priorität: hoch         |
| eea-Handlungsfeld: HF2 – Kommunale Gebäude und Anlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |

## 5.1.2 Sanierungskampagne

### Titel: Sanierungskampagne im Fokusgebiet



#### Beschreibung:

Das vorgeschlagene Fokusgebiet soll in Zukunft ein Sanierungsgebiet werden. In dem Gebiet weisen die meisten Gebäude einen starken Mangel hinsichtlich der Energieeffizienz auf. Aus diesem Grund ist in diesem Gebiet eine Informationskampagne zu starten, welche auf die Energieeffizienz der Gebäude abzielt.

Als geeignete Methode für eine Sanierungskampagne wird eine Energie-Effizienz-Tour vorgeschlagen.

Das Prinzip der Energie-Effizienz-Tour beschreibt eine quartiersbezogene, aufsuchende Energieberatungsaktion, die Immobilieneigentümer aktiv für energetische Sanierungsmaßnahmen sensibilisiert. Qualifizierte Energieberater führen Vor-Ort-Besichtigungen durch, erfassen den energetischen Zustand von Gebäudehülle und Anlagentechnik und entwickeln individuelle Sanierungsempfehlungen. Der Fokus liegt dabei auf der Reduktion des Energiebedarfs und der Absenkung der Systemtemperaturen, um Gebäude auf eine mögliche Anbindung an ein Wärmenetz oder den Einsatz effizienter Heiztechnologien wie Wärmepumpen vorzubereiten. Die Beratungen werden durch Informationen zu Fördermöglichkeiten und Umsetzungsbegleitung ergänzt, um die Sanierungsquote im Quartier nachhaltig zu steigern.

Kosten: ca. 6.000 €

Akteure: Energieberater, regionale Energieagentur, sachkundige Bürger

Synergien: Datengrundlage für eine Machbarkeitsstudie und späteren Anschluss an ein Wärmenetz

Zeithorizont: bis 2027

Priorität: hoch

eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation

### 5.1.3 Informationsberatung dezentrale Gebiete

#### Titel: Informationsberatung dezentrale Gebiete



#### Beschreibung:

Außerhalb der Schwerpunktgebiete wird eine Dekarbonisierung der Heizungsanlagen größtenteils über die Erneuerung der Einzelheizungen stattfinden. Dabei werden vor allem Gebäudeeigentümer von Einfamilienhäusern angesprochen, welche ihre Heizungsanlage auf erneuerbaren Energien umstellen müssen. Um diesen Prozess inhaltlich begleiten zu können sollte ein niederschwelliges Beratungsangebot zur Verfügung gestellt werden. Eine geeignete Maßnahme wären die Energie-Checks der Verbraucherzentrale.

Die Energie-Checks der Verbraucherzentrale sind standardisierte, unabhängige und kostengünstige Energieberatungsangebote für private Haushalte. Qualifizierte Energieberater analysieren dabei vor Ort oder online den Energieverbrauch sowie die energetische Qualität von Gebäudehülle und Anlagentechnik. Die Ergebnisse werden in einem Kurzbericht mit Handlungsempfehlungen zusammengefasst, um die Energieeffizienz zu steigern und die Betriebskosten zu senken.

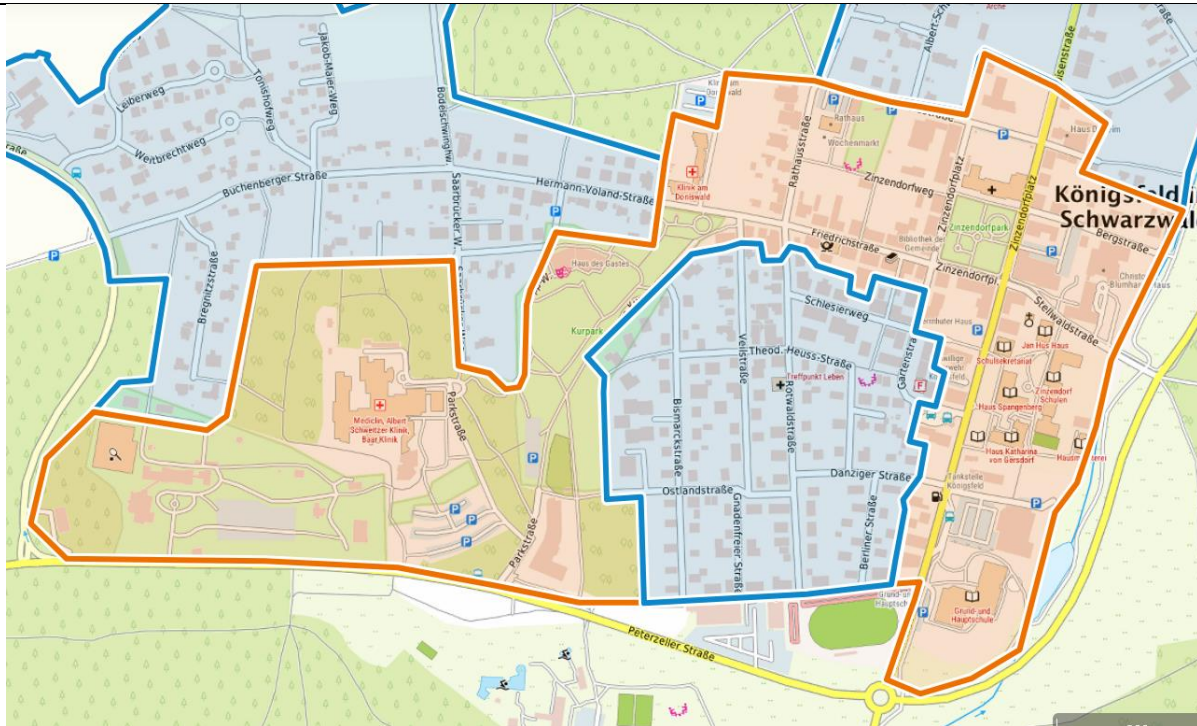
|                                                        |                                   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Kosten: 2.000 €                                        | Akteure: regionale Energieagentur |
| Synergien: Informationsveranstaltungen                 | Zeithorizont: bis 2030            |
|                                                        | Priorität: mittel                 |
| eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation |                                   |

### 5.1.4 Erstellung Bauherrschaftenmappe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Titel: Erstellung Bauherrschaftenmappe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                               |
| <p>Die Bauherrschaftenmappe bündelt relevante Informationen zur zukünftigen Wärmeversorgung im jeweiligen Planungsgebiet und dient der frühzeitigen Sensibilisierung und Lenkung von Investitionsentscheidungen im Gebäudebereich.</p> <p>Sie enthält typischerweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationen zur Wärmeplanung der Kommune (z. B. geplantes Wärmenetz, Versorgungskorridore, Zeitpläne).</li> <li>- Technische Empfehlungen zur Heiztechnik und Gebäudeausstattung, insbesondere niedertemperaturfähige Systeme zur Vorbereitung auf eine spätere Wärmenetzanbindung.</li> <li>- Hinweise zur Vorlauftemperaturabsenkung (z. B. Flächenheizungen, hydraulischer Abgleich, Heizflächenenergieerweiterung).</li> <li>- Förderübersicht zu Sanierungsmaßnahmen und Heizungserneuerung.</li> <li>- Checklisten für Neubauten und Sanierungen zur Abstimmung mit der kommunalen Wärmeplanung.</li> </ul> <p>Ziel ist es, die Bauherrschaft frühzeitig für die Anforderungen der zukünftigen Wärmeversorgung – insbesondere im Hinblick auf niedertemperaturgeeignete Systeme und eine anschlussfähige Gebäudetechnik - zu sensibilisieren. Dies reduziert spätere Umrüstkosten und erleichtert die Einbindung der Gebäude in die kommunalen Wärmenetzstrukturen.</p> |                                                               |
| Kosten: ca. 2.500 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Akteure: Energieberater, regionale Energieagentur, Handwerker |
| Synergien: Grundlage für Beratungsangebot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zeithorizont: bis 2027                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Priorität: hoch                                               |
| eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                               |

## 5.1.5 Machbarkeitsstudie Wärmenetz

### Titel: Machbarkeitsstudie Wärmenetz



Die Gemeinde Königsfeld ist eine ländliche geprägte Kommune mit erwartbar geringen Wärmelinienichten in den Straßenzügen. Im identifizierten Schwerpunktgebiet für ein Wärmenetz wurden dennoch erhöhte Wärmelinienichten ermittelt und potenzielle Ankerkunden erkannt. Es ist daher sinnvoll in diesem Gebiet eine detaillierte Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz zu erarbeiten.

Eine Machbarkeitsstudie für ein kleines Wärmenetz ist eine technisch-wirtschaftliche Voruntersuchung, die die Realisierbarkeit eines Nahwärmenetzes in einem begrenzten Versorgungsgebiet prüft. Ziel der Machbarkeitsstudie ist die fundierte Entscheidungsvorbereitung zur Umsetzung eines technisch zuverlässigen und wirtschaftlich tragfähigen Wärmenetzsystems.

Kosten: 30.000 €

Akteure: Planungsbüro Wärmeplanung

Synergien: Fortführung der kommunalen Wärmeplanung, Fördermöglichkeit über BEW

Zeithorizont: bis 2028

Priorität: hoch

eea-Handlungsfeld: HF3 – Versorgung und Entsorgung

### 5.1.6 Bürgerenergiegenossenschaft

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Titel: Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 |
| <p>Der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes kann in aller Regel über die Kommune, ein Energieversorgungsunternehmen oder eine Bürgerenergiegenossenschaft erfolgen. In einer ländlichen Region wird dies meist von der Kommune selbst oder einer Bürgerenergiegenossenschaft übernommen. Falls eine Kommune keine Kapazität besitzt ein Nahwärmenetz zu betreiben, kann sie bei der Initiierung einer Genossenschaft mitwirken.</p> <p>Die Kommune übernimmt dabei die Rolle des Impulsgebers und Moderators, um die Gründung einer Genossenschaft anzustoßen und die organisatorischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen vorzubereiten. Ziel ist es, Bürgerinnen und Bürger sowie lokale Akteure aktiv an der Planung, Finanzierung und Umsetzung von Energieprojekten zu beteiligen.</p> |                                                 |
| Kosten: - €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Akteure: Kommune, fachkundige Bürger            |
| Synergien: Fortführung der kommunalen Wärmeplanung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zeithorizont: bis 2030<br><br>Priorität: mittel |
| eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |

### 5.1.7 Beratungsoffensive Ölkesseltausch

#### **Titel: Beratungsoffensive Ölkesseltausch**



In den Gebieten mit einer dezentralen Versorgungsstruktur und keinem vorhandenem Gasnetz sollen Informationsveranstaltungen zum Austausch der alten Heizungsanlagen stattfinden. Vor allem alte Öl-Heizungen sollen dabei gegen Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien ausgetauscht werden.

Mögliche Informationsmöglichkeiten wären:

- Gezieltes Anschreiben mit Info-Material (bsw. Bauherrschaftenmappe)
- Informationsabende mit neutraler Energieberatung
- Live-Demonstrationen von erneuerbaren Heizungsanlagen im Altbau
- Hilfestellung bei Fördermöglichkeiten
- Kampagne auf social media

|                                                                     |                                             |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kosten: 4.000 €                                                     | Akteure: Kommune, regionale Energieagentur  |
| Synergien: Verteilung Bauherrschaftenmappe, Energieberatungs-Checks | Zeithorizont: bis 2027<br>Priorität: mittel |
| eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation              |                                             |

## 5.1.8 Öffentlichkeitsveranstaltung

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel: Umsetzungs-Workshop „Kommunale Wärmeplanung – wie geht es weiter?“</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                      |
| <p>Im Rahmen dieser Maßnahme wird ein Umsetzungsworkshop mit relevanten lokalen Akteuren durchgeführt, um den Übergang von der abgeschlossenen Wärmeplanung in die praktische Umsetzung vorzubereiten. Ziel ist es, zentrale Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung vorzustellen, Prioritäten zu identifizieren, Verantwortlichkeiten zu klären und nächste Schritte gemeinsam zu definieren.</p> <p>Inhalte des Workshops:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der zentralen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung</li> <li>- Vorstellung potenzieller Projektansätze, z. B. Machbarkeitsstudien für Wärmenetze</li> <li>- Abstimmung zu Rollen und Zuständigkeiten (Verwaltung, Gemeinderat, Versorger etc.)</li> <li>- Austausch mit relevanten Akteuren (z. B. Energieversorger, Wohnungswirtschaft, Gewerbe)</li> <li>- Festlegung eines konkreten Fahrplans für die nächsten Schritte und Projektentwicklung</li> </ul> <p>Der Workshop dient als Plattform zur Koordination, Motivation und zum Aufbau konkreter Umsetzungsstrukturen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Gemeinde.</p> |                                                                                      |
| Kosten: - €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Akteure: Kommune, Industrie und Gewerbe, Bürgerschaft, Energieversorgungsunternehmen |
| Synergien: Fortführung der kommunalen Wärmeplanung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zeithorizont: bis 2026<br>Priorität: hoch                                            |
| eea-Handlungsfeld: HF6 – Kommunikation und Kooperation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |

## 6. Verstetigungsstrategie und Controlling-Konzept

Eine langfristig tragfähige Verstetigungsstrategie ist von zentraler Bedeutung, um die Klimaziele der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald nachhaltig zu erreichen und dauerhaft abzusichern. Ziel dieser Strategie ist es, bereits erzielte Fortschritte bei der Energieeinsparung sowie beim Ausbau erneuerbarer Energien zu festigen und dauerhaft in der kommunalen Entwicklung zu verankern. Dabei kommt der kontinuierlichen Anpassung an technologische Innovationen und sich wandelnde gesetzliche Rahmenbedingungen eine entscheidende Bedeutung zu.

Im Zentrum der Verstetigungsstrategie steht die Stärkung der Zusammenarbeit aller relevanten Akteure – darunter die Stadtverwaltung, Energieversorger, Gebäudeeigentümer\*innen und die Bürgerschaft. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der fortlaufenden Sensibilisierung und Information der Bürger\*innen über die Chancen und Notwendigkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung. Dies soll durch regelmäßige Informationskampagnen, Workshops und individuelle Beratungsangebote erfolgen. Diese genannten Punkte wurden als einzelne Maßnahmen in der Umsetzungsstrategie integriert.

Darüber soll der Einsatz eines digitalen Zwillings als Monitoringsystem geplant werden, um die Wirkung und den Fortschritt der umgesetzten Maßnahmen transparent und nachvollziehbar abzubilden. Durch regelmäßige Berichterstattung und öffentliche Präsentationen werden die Bürger\*innen über den Stand der kommunalen Energiewende informiert und zur aktiven Mitgestaltung motiviert. Auf diese Weise soll die notwendige gesellschaftliche Akzeptanz gefördert und eine breite Beteiligung erreicht werden.

Nach dem Wärmeplanungsgesetzes ist die Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald dazu verpflichtet den Wärmeplan alle fünf Jahre zu überprüfen und die Strategien und Maßnahmen zu überwachen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und zu aktualisieren.

Das Controlling-Konzept verfolgt das Ziel, die Umsetzung der im kommunalen Wärmeplan definierten Maßnahmen systematisch zu überwachen, zu bewerten und fortlaufend zu verbessern. Es stellt sicher, dass die Klimaziele langfristig erreicht werden.

Folgende Indikatoren und Kennzahlen werden vorgeschlagen:

| Indikator                                  | Einheit                    | Zielwert / Zeitpunkt   |
|--------------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Anteil erneuerbarer Wärme                  | %                          | 60% bis 2030           |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen im Wärmesektor | t CO <sub>2</sub> pro Jahr | -25% ggü. Berichtsjahr |
| Anschlussquote Wärmenetz                   | %                          | 2% bis 2030            |
| Gebäudesanierungsrate                      | %/Jahr                     | 2%                     |
| Umgesetzte Maßnahmen aus Plan              | Anzahl                     | 75% bis 2030           |
| Energieberatungen                          | Anzahl pro Jahr            | 50 Beratungen / Jahr   |

Die Indikatoren und Kennzahlen sollten durch einen jährlichen Monitoringbericht mit Bewertung des Fortschritts und Handlungsempfehlungen kontrolliert werden. Dieser Bericht

sollte auf der Website der Kommune veröffentlicht werden. Auch Bürgerversammlungen mit Berichten der Ergebnisse sind möglich.

Die Maßnahmen aus dem Wärmeplan sollten jährlich priorisiert und gegebenenfalls angepasst werden. Durch ein Ampelsystem kann erkannt werden, ob die Umsetzung der Maßnahmen gefährdet ist. Die Ergebnisse des Controlling-Konzepts sollten die Fortschreibung des Wärmeplans integriert werden. Zudem sollten wie bereits geschehen die Maßnahmen mit dem eea (European Energy Award) verknüpft werden.

## 7. Akteursbeteiligung und Kommunikationsstrategie

Die Klimaziele der Gemeinde Königsfeld im Schwarzwald sind ambitioniert und erfordern eine umfassende und durchdachte Kommunikationsstrategie. Diese Strategie soll sicherstellen, dass alle relevanten Akteure informiert, sensibilisiert und motiviert werden, um gemeinsam die angestrebten Veränderungen zu realisieren. Die Akteursbeteiligung ist ein essenzieller Bestandteil der Verstetigungsstrategie und unterstützt die Umsetzung der geplanten Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Nutzung erneuerbarer Energien.

### Durchgeführte Akteursbeteiligungen

- **Kick-Off-Meeting** mit Mitarbeitern der Verwaltung und der Klimaschutz- und Energieagentur Schwarzwald-Baar-Heuberg am 14.03.2024 in Tuttlingen.
- **Auftaktveranstaltung:** Tag der Städtebauförderung am 02.05.2024 mit Vortrag und Info-Stand für interessierte Bürgerinnen im Haus des Gastes in Königsfeld.
- **Interne Meetings** mit Bürgermeister und Mitarbeitern der Verwaltung
  - o Besprechung Bestands- und Potenzialanalyse am 30.01.2025
  - o Vorstellung und Diskussion über mögliche Schwerpunktgebiete für ein Wärmenetz am 25.02.2025
- **Vorstellung Zwischenstand** über die Bestands- und Potenzialanalyse in der Gemeinderatssitzung am 10.09.2024.
- **Ausarbeitung Maßnahmenkatalog** in der European-Energy-Award-Teamsitzung mit dem Energieteam (Bürgermeister, Klimaschutz- und Energieagentur Schwarzwald-Baar-Heuberg, Mitarbeiter der Verwaltung, sachkundige Bürger) am 14.05.2025.

Gemäß § 8 Absatz 2 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) haben Kommunen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans geeignete Akteure zu beteiligen. Für kleine Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern sieht das Gesetz jedoch eine vereinfachte Form der Beteiligung vor. In diesem Rahmen wurde auf eine umfassende Einbindung externer Akteure verzichtet. Stattdessen wurde der fertige Entwurf des kommunalen Wärmeplans den örtlich zuständigen Energieversorgern zur Stellungnahme vorgelegt. Damit wurde der gesetzlichen Mindestanforderung an die Akteursbeteiligung entsprochen, gleichzeitig aber der Aufwand für die Kommune verhältnismäßig gestaltet.

### Maßnahmen und Instrumente der Kommunikationsstrategie

#### **Informationskampagnen**

Regelmäßige Informationskampagnen sind notwendig, um die Bevölkerung kontinuierlich über den Stand und die Ziele der Energiewende zu informieren. Dies kann durch verschiedene Kanäle geschehen, wie lokale Zeitungen, Radiostationen, Social Media und öffentliche Plakataktionen. Die Kampagnen sollten leicht verständliche und ansprechende Inhalte bieten, um ein breites Publikum zu erreichen.

### ***Workshops und Beratungsangebote***

Workshops und persönliche Beratungsangebote sind effektive Mittel, um detaillierte Informationen und praktische Ratschläge zu vermitteln. Diese Veranstaltungen sollten Themen wie Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energien und Fördermöglichkeiten abdecken und von Experten geleitet werden. Ziel ist es, den Bürger\*innen konkrete Handlungsoptionen zu bieten und sie zur Umsetzung eigener Projekte zu ermutigen.

### ***Transparenz durch Monitoring-Systeme***

Die Einführung eines Monitoring-Systems, das die Fortschritte und Effekte der eingeleiteten Maßnahmen transparent und nachvollziehbar macht, ist entscheidend. Regelmäßige Berichte und öffentliche Präsentationen sollen die Bürger\*innen über den Stand der Energiewende in Königsfeld im Schwarzwald informieren und zur aktiven Teilnahme motivieren. Dies schafft Vertrauen und zeigt die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen.

### ***Förderprogramme und finanzielle Anreize***

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Kommunikationsstrategie ist die Bekanntmachung und Erläuterung von Förderprogrammen und finanziellen Anreizen. Durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit sollen die Bürger\*innen über die verfügbaren Fördermöglichkeiten informiert und zur Teilnahme ermutigt werden. Dies kann durch Informationsbroschüren, Online-Plattformen und persönliche Beratungen geschehen.

### ***Zusammenarbeit und Beteiligung***

Die Energiewende kann nur durch eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure gelingen. Die Stadtverwaltung sollte regelmäßige Treffen und Austauschformate mit Energieversorgern, Gebäudeeigentümern, lokalen Unternehmen und interessierten Bürger\*innen organisieren. Ziel ist es, eine gemeinsame Vision zu entwickeln und die Kräfte zu bündeln, um die gesteckten Ziele zu erreichen.

### ***Fazit der Kommunikationsstrategie***

Die Kommunikationsstrategie ist ein zentraler Baustein für das Gelingen der Energiewende in Königsfeld im Schwarzwald. Durch gezielte Informationskampagnen, Workshops, Transparenzmaßnahmen und die Bekanntmachung von Förderprogrammen sollen die Bürger\*innen informiert, sensibilisiert und zur aktiven Teilnahme motiviert werden. Nur durch eine breite und kontinuierliche Kommunikation sowie die enge Zusammenarbeit aller Akteure können die ambitionierten Klimaziele Königsfelds erreicht werden.

## 8. Fazit und Ausblick

### 8.1 Fazit

Die Energiewende in Königsfeld im Schwarzwald ist ein komplexes und ehrgeiziges Projekt, das eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteurinnen sowie eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit erfordert. Eine transparente Kommunikation der Fortschritte – unterstützt durch geeignete Monitoring-Systeme – ist entscheidend, um das Vertrauen der Bürgerinnen zu stärken und ihre aktive Mitwirkung zu fördern. Förderprogramme und finanzielle Anreize tragen wesentlich dazu bei, die Beteiligung der Bevölkerung zu erhöhen.

Auf Grundlage der im Bericht dargestellten Bestandsanalyse und der verfügbaren Potenziale zur Umsetzung des angestrebten Szenarios ergeben sich zahlreiche Aufgaben im Bereich der Energieversorgung. Diese erfordern einen tiefgreifenden Umbau des bestehenden Energiesystems. Um die definierten Ziele zu erreichen, müssen sämtliche Potenziale für die Erzeugung von erneuerbarem Strom und Wärme innerhalb des Gemeindegebiets konsequent genutzt werden. Dabei sind nicht nur die Gemeindeverwaltung, sondern auch weitere zentrale Akteurinnen wie Netzbetreiber und insbesondere Gebäudeeigentümerinnen gefragt.

Ein bedeutender Bestandteil der lokalen Energiewende ist der Wandel des bestehenden Wärmeversorgungssystems. Dieser Wandel erfordert den umfassenden Aufbau neuer Infrastrukturen, während bestehende Systeme wie das Erdgasnetz künftig nur noch eine untergeordnete Rolle spielen werden.

Aufgrund des ländlichen Potenzials haben in Königsfeld im Schwarzwald die Substrate zur Biogasgewinnung, Solarthermie sowie oberflächennahe Geothermie die größten Potenziale. Der Neubau einer Nahwärmeversorgung im Kernort-Gebiet kann ebenfalls als wichtiges Potenzial gesehen werden.

Die Analyse macht deutlich, dass die Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung für die Gemeinde mit erheblichen Herausforderungen verbunden ist und größte Anstrengungen erfordert. Das zugrunde liegende Szenario basiert auf sehr ambitionierten Annahmen, die aus heutiger Sicht als herausfordernd einzuschätzen sind. Dazu zählen unter anderem eine sehr hohe Sanierungsrate im Gebäudebestand sowie der rasche Ersatz fossiler Energieträger wie Öl und Erdgas durch erneuerbare Alternativen – beispielsweise durch den Ausbau von Wärmenetzen und den flächendeckenden Einsatz von Wärmepumpen.

Zwar existieren geeignete Flächen, die eine teilweise zentrale Wärmeerzeugung grundsätzlich ermöglichen würden, jedoch stehen viele davon nicht zur Verfügung. Gründe hierfür sind unter anderem Eigentumsverhältnisse sowie Einschränkungen vor allem durch Wasserschutzgebiete.

Die kommunale Wärmeplanung zeigt deutlich: Die Energiewende in Königsfeld im Schwarzwald ist grundsätzlich umsetzbar, erfordert jedoch erhebliche Anstrengungen sowie ambitionierte und koordinierte Maßnahmen. Um die Klimaschutzziele zu erreichen und eine nachhaltige Zukunft zu sichern, ist die aktive Mitwirkung aller gesellschaftlichen Gruppen in der Stadt unverzichtbar.

Besonders wichtig ist die baldige Planung einer Machbarkeitsstudie für die Erstellung eines Nahwärmenetzes im Kernort sowie die frühzeitige Implementierung von Wärmenetzen in Neubaugebieten. Auch die Zusammenarbeit zwischen lokalen Energieversorgern, regionalen Energieagenturen und Ingenieurbüros muss weiter gestärkt werden, um Synergien zu nutzen und Umsetzungshürden zu verringern.

Die finanziellen Aufwendungen für die Neuausrichtung der Wärmeversorgung sind erheblich und hängen stark von externen Faktoren wie Förderbedingungen, der Entwicklung der Energiepreise und anderen Rahmenbedingungen ab – eine genaue Kostenprognose ist daher derzeit schwierig. Besonders im Bereich der energetischen Gebäudesanierung ist der Aufwand groß. Um hier Fortschritte zu erzielen, sind gezielte Informationskampagnen und umfangreiche staatliche Förderungen notwendig.

Insgesamt wird die Energiewende eines der zentralen Themen der kommunalen Entwicklung in den kommenden Jahren sein. Nur durch das gemeinsame Engagement von Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und den Bürger\*innen kann es gelingen, sowohl die selbst gesetzten als auch die gesetzlichen Klimaziele zu verwirklichen.

## **8.2 Ausblick**

### **Ausblick zur Umsetzung der Wärmeplanung**

Mit der Vorlage der kommunalen Wärmeplanung liegen nun umfassende Bestandsdaten, Anregungen sowie konkrete Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Klimaschutzziels 2045 vor. Die gestiegene öffentliche Aufmerksamkeit für das Thema sollte gezielt genutzt werden, um die Umsetzung der geplanten Maßnahmen zu fördern und zu beschleunigen.

Eine fortlaufende, transparente Kommunikation seitens der Stadt ist hierbei von zentraler Bedeutung – etwa durch einen eigenen Informationsbereich auf der gemeindeeigenen Website. Dort könnten regelmäßig Berichte zum Umsetzungsstand, Ankündigungen kommender Maßnahmen sowie Beteiligungsmöglichkeiten für Bürger\*innen veröffentlicht werden.

Insbesondere der Planungsprozess des Wärmenetzes erfordert eine offene und verständliche Kommunikation. Aufgrund der Diskussionen rund um das Gebäudeenergiegesetz (GEG) besteht ein hohes Informationsbedürfnis in der Bevölkerung. Informationsveranstaltungen – etwa zu den Auswirkungen auf Haushalte mit Erdgas- und Ölheizungen – sollten gezielt angeboten werden, um Unsicherheiten zu begegnen und Beteiligung zu ermöglichen.

### **Konkrete Schritte (Vorschläge)**

Es wird empfohlen, zunächst mit den im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Informationsveranstaltungen für alle relevanten Akteur\*innen zu starten. Dadurch lässt sich eine sinnvolle Verbindung zwischen den ersten Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung und einer potenziellen Machbarkeitsstudie herstellen.

Zur konkreten Umsetzung des möglichen Wärmenetzgebiets sollten Fördermaßnahmen des Bundes in Form der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) geprüft und genutzt werden. Hierbei können 50 % der Kosten für die Durchführung von Machbarkeits- und Transformationsstudien und 40 % für die Realisierung der Wärmenetze gefördert werden. Dieses Instrument ist elementar wichtig für die konsequente und strukturierte Umsetzung der Wärmenetze. Angepasst auf die voraussichtlich optimalen Zeitpunkte des Wärmenetzbaus sollten die ersten Planungen angegangen werden.

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Verteilung Gebäudenutzung.....                                                                                                             | 8  |
| Abbildung 2: Verteilung Wohngebäudetypen .....                                                                                                          | 8  |
| Abbildung 3: Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen.....                                                                                             | 9  |
| Abbildung 4: Verteilung der Errichtungszeiträume der Gebäude .....                                                                                      | 10 |
| Abbildung 5: Räumliche Kategorisierung der Baualtersklassen .....                                                                                       | 10 |
| Abbildung 6: Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren .....                                                                                                 | 11 |
| Abbildung 7: Räumliche Verteilung Endenergie (Wärme) Gemeinde Königsfeld .....                                                                          | 12 |
| Abbildung 8: Wärmebedarfsdichte auf Straßenabschnittsebene .....                                                                                        | 13 |
| Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Wärmeerzeugung nach Brennstoffen.....                                                                             | 14 |
| Abbildung 10: Räumliche Darstellung des Verbrauchs anteilig nach Energieträgern.....                                                                    | 15 |
| Abbildung 11: Verteilung der Energieträger nach Verbrauch.....                                                                                          | 15 |
| Abbildung 12: Verteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträger .....                                                                       | 16 |
| Abbildung 13: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren .....                                                                                           | 17 |
| Abbildung 14: Energiebedarf der Wohngebäude vor und nach ganzheitlicher Sanierung .....                                                                 | 19 |
| Abbildung 15: Potenzial für Erdwärmesonden nach LGRB .....                                                                                              | 23 |
| Abbildung 16: Wasserschutzgebiete auf der Gemarkung Königsfeld .....                                                                                    | 23 |
| Abbildung 17: Potenzial Erdwärmekollektoren pro Grundstück .....                                                                                        | 24 |
| Abbildung 18: Forschungsgebiet für tiefe Geothermie - Randlage zu Königsfeld .....                                                                      | 25 |
| Abbildung 19: Sägeweiher angrenzend an Gebiete mit erhöhter Bedarfsdichte .....                                                                         | 25 |
| Abbildung 20: Kanalnetz mit Abwassersammler .....                                                                                                       | 26 |
| Abbildung 21: Technische Solarpotenzial .....                                                                                                           | 27 |
| Abbildung 22: Windvorranggebiete für Windkraftanlagen .....                                                                                             | 28 |
| Abbildung 23: Entwicklung Strom-Mix Deutschland.....                                                                                                    | 31 |
| Abbildung 24: Wärmeverkostenvvergleich Einzelheizung .....                                                                                              | 32 |
| Abbildung 25: Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung .....                                                                         | 37 |
| Abbildung 26: Potenzielles Eignungsgebiet für ein Wärmenetz inkl. Grobskizze Haupttrassenverläufe .....                                                 | 38 |
| Abbildung 27: Entwicklung Wärmebedarfe in Modellrechnung.....                                                                                           | 39 |
| Abbildung 28: Bedarfslastgang geordnet und ungeordnet.....                                                                                              | 40 |
| Abbildung 29: Erzeugungslastgang 2038.....                                                                                                              | 41 |
| Abbildung 30: Darstellung Grobüberschlag Investitionskosten.....                                                                                        | 42 |
| Abbildung 32: Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgung – blaue Gebiete .....                                                                      | 44 |
| Abbildung 33: Prinzip der Substitution von fossilem Erdgas durch aus erneuerbarem Strom erzeugtem Methan (Power to Gas) (Quelle: Quaschnig, 2023) ..... | 54 |
| Abbildung 34: Entwicklung Endenergiebedarfe und eingesetzte Energieträger .....                                                                         | 56 |
| Abbildung 35: Entwicklung Treibhausgasemissionen .....                                                                                                  | 57 |