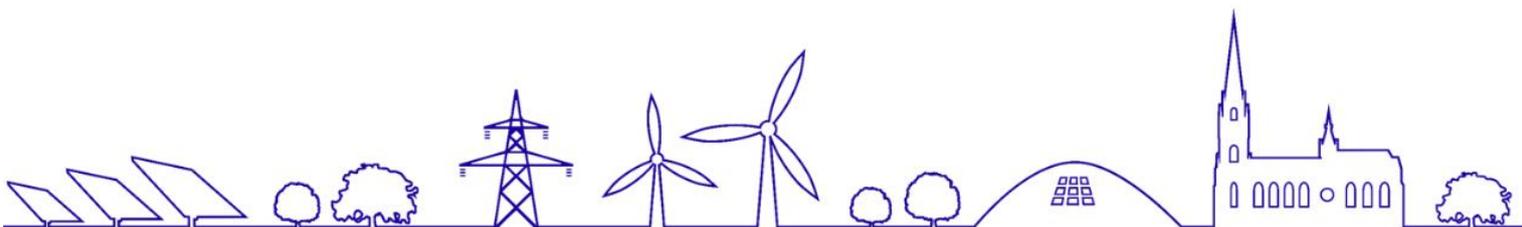




**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

# Energiepotenzialstudie der Gemeinde Ihringen

Abschlussbericht Dezember 2020



**Auftraggeberin:** Gemeinde Ihringen  
Bachenstraße 42  
79241 Ihringen

**Erstellt durch:** badenova AG & Co. KG  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

**AutorInnen:** Nina Weiß (Projektleiterin)  
Marc Krecher

Freiburg, Dezember 2020

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

# Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS .....	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	IV
TABELLENVERZEICHNIS .....	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE .....	VII
<b>1. AUSGANGSLAGE.....</b>	<b>11</b>
1.1    GLOBAL DENKEN .....	11
1.2    LOKAL HANDELN.....	12
1.3    ENERGIEPOTENZIALSTUDIE ALS ERSTER BAUSTEIN.....	13
1.3.1 <i>Aufbau der Energiepotenzialstudie</i> .....	13
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i> .....	14
1.3.3 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i> .....	14
<b>2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE.....</b>	<b>16</b>
2.1    DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	16
2.2    KLIMASCHUTZ IN IHRINGEN .....	18
2.3    WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	18
2.4    LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	20
2.5    NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	21
<b>3. ENERGIENUTZUNG UND CO<sub>2</sub>-BILANZ.....</b>	<b>23</b>
3.1    STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	23
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i> .....	23
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i> .....	25
3.1.3 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i> .....	26
3.2    WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG .....	26
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i> .....	26
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i> .....	27
3.2.3 <i>Wärmekataster</i> .....	29
3.2.4 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i> .....	30
3.3    VERKEHR.....	31
3.4    ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG) .....	33
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i> .....	33
3.4.2 <i>Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	36
<b>4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN.....</b>	<b>40</b>
4.1    SOLARENERGIE .....	40
4.1.1 <i>Hintergrund</i> .....	40
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i> .....	40
4.1.3 <i>Exkurs: PV-Freiflächenpotenziale</i> .....	43
4.2    ENERGIE AUS BIOMASSE.....	44

4.2.1	<i>Hintergrund</i> .....	44
4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i> .....	45
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i> .....	46
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i> .....	46
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i> .....	47
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i> .....	47
4.3	WINDKRAFT .....	47
4.4	WASSERKRAFT .....	49
4.5	GEOTHERMIE .....	49
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i> .....	49
4.5.2	<i>Geothermiepotenzial</i> .....	51
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN DER GEMEINDE IHRINGEN .....	53
<b>5.</b>	<b>KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER</b> .....	<b>54</b>
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN .....	54
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i> .....	54
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i> .....	55
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ .....	56
5.2.1	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i> .....	56
5.2.2	<i>Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i> .....	57
5.3	ENERGIEEINSPARUNG .....	58
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i> .....	58
5.3.2	<i>Sanierungs- und Quartierskonzepte</i> .....	60
5.3.3	<i>Energiekonzepte für Neubaugebiete</i> .....	61
5.3.4	<i>Umweltfreundliche Mobilität</i> .....	61
<b>6.</b>	<b>AUSBLICK</b> .....	<b>63</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>GLOSSAR</b> .....	<b>67</b>
<b>9.</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>70</b>
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG .....	70
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER .....	71
9.3	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	71
9.3.1	<i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i> .....	71
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i> .....	72
9.3.3	<i>Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i> .....	73
9.3.4	<i>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs</i> .....	73
9.3.5	<i>Datengüte</i> .....	73
9.4	SOLARPOTENZIAL .....	74
9.5	GEOTHERMIEPOTENZIAL .....	74
<b>10.</b>	<b>KARTENMATERIAL</b> .....	<b>77</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Bausteine der Energiepotenzialstudie und mögliche weitere Schritte.....	13
Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (Quelle: OpenStreetMap & Contributors, 2020).....	17
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Ihringen .....	19
Abbildung 4 – Verteilung der Gebäudearten in Ihringen.....	20
Abbildung 5 – Hauptstraßen und Gasleitungen (rot) in Ihringen und Wasenweiler .....	21
Abbildung 6 – Gesamtstromverbrauch in Ihringen nach Sektoren.....	23
Abbildung 7 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (gelb) (2017) .....	24
Abbildung 8 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2014-2019).....	24
Abbildung 9 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme- Kopplung e.V., 2011).....	25
Abbildung 10 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2017 .....	26
Abbildung 11 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren .....	27
Abbildung 12 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern .....	28
Abbildung 13 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern.....	28
Abbildung 14 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2017) .....	29
Abbildung 15 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene (Buchheim) .....	30
Abbildung 16 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2017).....	31
Abbildung 17 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Ihringen (2017).....	33
Abbildung 18 – Gesamtenergieverbrauch in Ihringen nach Sektoren .....	33
Abbildung 19 – Gesamtenergieverbrauch in Ihringen nach Energieträger .....	34
Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern.....	34
Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Ihringen im Jahr 2017.....	35
Abbildung 22 – CO <sub>2</sub> -Emissionen in Ihringen nach Sektoren .....	36
Abbildung 23 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträgern .....	37
Abbildung 24 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern.....	37
Abbildung 25 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Ihringen im Jahr 2017.....	38
Abbildung 26 – Auszug des Solarkatasters der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg) .....	41
Abbildung 27 – Solarpotenziale der Gemeinde Ihringen .....	42
Abbildung 28 – Auszug der Karte des PV-Freiflächenpotenzials der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg).....	43
Abbildung 29 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung .....	44
Abbildung 30 – Anteile am verfügbaren Gesamtenergiepotenzial von 4.850 MWh/Jahr aus Reststoffen von Ackerbaupflanzen, Rebland, Obstanbau und Grassilage .....	46

Abbildung 31 – Auszug des Energieatlas für Windpotenziale der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg).....	48
Abbildung 32 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit .....	50
Abbildung 33 – Lage, Verwerfungslinien und Bohrtiefenbegrenzungen im Gebiet Ihringen (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg) .....	51
Abbildung 34 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Ihringen .....	52
Abbildung 35 – Aktueller Stromverbrauch in Ihringen im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg .....	55
Abbildung 36 – Aktueller Wärmeverbrauch in Ihringen im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg .....	56
Abbildung 37 – CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas.....	57
Abbildung 38 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch.....	58
Abbildung 39 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial .....	59
Abbildung 45 – Auszug des Wärmekatasters: Spezifischer Wärmebedarf auf Gebäudeebene .....	60
Abbildung 41 – Ausblick auf die nächsten Schritte zum lokalen Klimaschutz.....	64

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Ihringen (STALA-BW, 2017) .....	16
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2017 der Gemeinde Ihringen (Datengrundlage: STALA BW, 2017) .....	32
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz (2017) .....	39
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	39
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Ihringen (Datengrundlage: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg) .....	40
Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs (*bzw. Wärmeverbrauchs) in Ihringen .....	52
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005 .....	70
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2017 (Quelle: AGEb) .....	72
Tabelle 9 – CO <sub>2</sub> -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2018) .....	72
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter .....	74
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter .....	75
Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte .....	75
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung .....	76
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte .....	76

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Gemeinde Ihringen. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und effiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der kommunalen Potenziale aufbauen. In Kapitel 1 bis 6 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert dargestellt und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

### Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2017 betrug 15.233 MWh. Die Sektoren private Haushalte und Wirtschaft stellen mit jeweils 53 % bzw. 39 % den größten Anteil. Rund 4 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit etwas über 4 % am Stromverbrauch der gesamten Gemeinde lediglich einen geringen Anteil.
- **Lokale Stromerzeugung:** Im Jahr 2017 wurden in Ihringen 3.013 MWh erneuerbarer Strom durch zahlreiche Photovoltaikanlagen produziert. Dies entspricht 20 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Zudem sind in der Gemeinde Ihringen mehrere KWK-Anlagen in privaten, gewerblichen und öffentlichen Gebäuden installiert, die im Jahr 2017 ca. 518 MWh Strom vor Ort produzierten.
- **Wärmeverbrauch:** 46.368 MWh Wärme wurden im Jahr 2017 in Ihringen verbraucht. Den weitaus höchsten Anteil hat der Sektor private Haushalte mit 75 %, gefolgt vom Wirtschaftssektor mit 22 %. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Heizöl und Erdgas gedeckt, was zusammen 85 % des Verbrauchs ausmacht.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** In der Gemeinde Ihringen wird erneuerbare Wärme mit Energieholz sowie durch solarthermische und umweltthermische Anlagen produziert. Insgesamt wurden im Jahr 2017 ca. 11 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

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

- **Energiebilanz:** Im Jahr 2017 summierte sich der Energieverbrauch (Strom, Wärme und Verkehr) der Gemeinde Ihringen auf 78.562 MWh.
- **CO<sub>2</sub>-Bilanz:** Im Jahr 2017 wurden in Ihringen durch den oben genannten Energieverbrauch 24.907 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Ihringer Bürger Emissionen von 4,1 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2017. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 3,8 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2017. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im selben Jahr pro Kopf durchschnittlich 6,3 t CO<sub>2</sub> emittiert.

## Erfassung Gebäudestruktur

- 67 % der Wohngebäude in der Gemeinde Ihringen sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 70 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in Ihringen sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 41 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben.

## Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
  - Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 12.000 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche ca. 80 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
  - Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von 7 % des Solarstrompotenzials ca. 1.800 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 11.500 MWh/Jahr bzw. 76 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
  - Ein weiteres Solarpotenzial bieten PV-Freiflächenanlagen, die parallel zur Bahnlinie errichtet werden könnten. Dafür stehen laut Energieatlas Baden-Württemberg ca. 54 ha Fläche zur Verfügung, zuzüglich einer bedingt nutzbaren Fläche von 18 ha. Unter Ausnutzung von nur 1,5 ha könnten ca. 1.000 MWh Strom pro Jahr zusätzlich erzeugt werden.
- **Windenergie:** Windkraftstandorte auf der Gemarkung der Gemeinde Ihringen wurden 2014 von der TU München untersucht und als naturschutzrechtlich nicht nutzbar befunden.
- **Wasserkraft:** In der Gemeinde Ihringen gibt es kein nutzbares Wasserkraftpotenzial.
- **Biogas:** Die Nutzung vorhandener landwirtschaftlicher und organischer Reststoffe sowie tierischer Exkrememente ergibt ein technisches Stromerzeugungspotenzial in einer Biogasanlage von ca. 1.843 MWh/Jahr. Da sich dieses Potenzial auf unterschiedliche Verwertungspfade verteilt, müsste die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zur Nutzung dieses Potenzials zunächst geprüft werden. Mit den Biogasanlagen in Forchheim und in Eschbach gibt es zudem

bereits wirtschaftlich günstigere Alternativen für die energetische Verwertung der Biomasse.

- **Energieholz:** Die Waldfläche innerhalb der Gemarkung befindet sich fast ausschließlich im Privateigentum. Der jährliche Holzeinschlag auf den gemeindeeigenen Flächen schöpft das wirtschaftlich nutzbare Potenzial an Energieholz aus, so dass sich keine weiteren relevanten Potenziale der Nutzung ergeben.
- **Erdwärme:** Die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme mit Wärmepumpen könnte den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung der privaten Haushalte in der Gemeinde um 16 % steigern.

## Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen Photovoltaikpotenziale könnten vierfünftel des Strombedarfs der Gemeinde Ihringen gedeckt werden. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (80 % bis 2050) könnten damit erreicht werden.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Erdwärme- und Solarthermiefpotenziale könnten rund 31 % des Wärmebedarfs der gesamten Gemeinde erneuerbar gedeckt werden.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** Der Austausch alter, ineffizienter Heizungen kann zu deutlichen Einsparungen führen und ist für Anlagen, die älter als 30 Jahre sind, teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Der Austausch bzw. die Justierung ineffizienter Heizungspumpen ist zudem eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme.
- **Erweiterung des Nahwärmenetzes im Zentralgebiet:** Das mit einer KWK-Anlage betriebene Nahwärmenetz zwischen Schulzentrum und Kaiserstuhlhalle könnte der Ausgangspunkt für ein großes Nahwärmenetz in Ihringen sein. Eine weitere KWK-Anlage wird im Gebäude der Winzergenossenschaft betrieben. Mit beiden Anlagen könnte zumindest theoretisch ein Wärmeverorgungsnetz im Ortszentrum betrieben werden.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Durch die Vor-Ort-Erhebung der Wohngebäude konnte festgestellt werden, dass sich ein hohes Gebäudesanierungspotenzial ergibt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen bei Wohngebäuden könnte bis zu 41 % des heutigen Wärmebedarfs einsparen.
- **Energiekonzepte für Neubaugebiete:** Sollen in Zukunft Neubaugebiete ausgewiesen werden, kann die Gemeinde durch Beratung und Bauvorgaben Einfluss auf den zukünftigen energetischen Standard im Baugebiet nehmen.
- **Ausbau der umweltfreundlichen Mobilität:** Die Gemeinde hat das Thema bereits auf der Agenda, dennoch gibt es weitere Potenziale. Neben dem

Ausbau der Fahrradwege, könnte die Gemeinde Beratung zum Thema Elektromobilität anbieten, um den Bürgern und Gewerbetreibenden den Umstieg auf die Elektromobilität zu erleichtern.

# 1. Ausgangslage

## 1.1 Global denken

Entscheidende Entwicklungen der letzten Jahrhunderte, wie die Industrialisierung, der rasante Anstieg des Konsums oder die Zunahme der Mobilität, wurden durch die Erschließung fossiler Ressourcen ermöglicht. Unser Wirtschaftswachstum hängt heute stark von der Verfügbarkeit dieser Energieträger ab. Die Endlichkeit der fossilen Ressourcen, der Abbau in und der Bezug aus politisch instabilen Förderregionen, unkalkulierbare Preisschwankungen und nicht zuletzt die durch die Nutzung hervorgerufenen Umweltverschmutzungen drängen jedoch dazu, nach Alternativen zu suchen.

Ausgangspunkt für die internationale Debatte um die Themen Energie und Klimawandel war die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Mit dem 2014 veröffentlichten 5. Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) wurde erneut der wissenschaftliche Konsens darüber bestätigt, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der steigende Verbrauch fossiler Energieträger (IPCC, 2014).

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde jedoch in kurzer Zeit eine große Menge zusätzliches Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (NO<sub>2</sub>), den Treibhauseffekt verstärkt und nun droht, das Klima aus dem Gleichgewicht zu bringen. Der Klimawandel zieht auch in unseren Regionen weitreichende klimatische, naturräumliche und wirtschaftliche Folgen nach sich. Unsere Wirtschafts- und Kulturräume müssen dringend Anpassungsstrategien entwickeln.

Internationale Abkommen versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festschreiben. Die Europäische Union (EU) hat sich im September 2020 zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 den Ausstoß von Treibhausgasen um 40 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von erneuerbaren Energien auf einen Anteil von mindestens 32 % zu steigern und die Energieeffizienz um mindestens 32,5 % zu erhöhen. Außerdem stellte die Europäische Kommission im Dezember 2020 das Konzept „European Green Deal“ vor, mit dem Ziel die Treibhausgase in Europa bis 2050 auf netto null zu reduzieren. In dem Zusammenhang soll das Europäische Klimaschutzziel für das Jahr 2030 auf eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 55 % im Vergleich zum Jahr 1990 erhöht werden. Ziel ist es, die globale Erwärmung auf durchschnittlich maximal 1,5°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2020).

## 1.2 Lokal handeln

Außerhalb Deutschlands gibt es Regionen, die bei fortschreitender Erwärmung des Klimas mit sehr viel stärkeren Belastungen rechnen müssen als wir in Süddeutschland. Dies liegt zum einen daran, dass sie stärker vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen handelt es sich häufig um ärmere Länder, die nicht über die nötigen Mittel verfügen, die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern. Umgekehrt gibt es Regionen, die vom Klimawandel profitieren können.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UMVBW, 2011). Da Baden-Württemberg zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 38,5 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 21 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt. Des Weiteren sollen bis zum Jahr 2050 50 % weniger Energie als im Jahr 2010 verbraucht werden und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden (UMBW, 2019).

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So soll die Energieproduktivität im Land bis zum Jahr 2020 um jährlich durchschnittlich 2 % gesteigert werden, so dass immer weniger Kilowattstunden (kWh) pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung sollte bis zum Jahr 2020 auf 20 % verdoppelt werden und im Jahr 2050 bei einer überwiegend erneuerbare Stromerzeugung noch 18 % betragen (UMBW, 2019).

Die Erreichung dieser Ziele ist nur unter Einbeziehung der kommunalen und lokalen Akteure möglich. Städte und Gemeinden tragen über die Bürger und die ortsansässigen Unternehmen mit ca. 70 % des Energieverbrauchs in Deutschland erheblich zum Ressourcenverbrauch bei (UBA, 2019). Gleichzeitig sind sie auch wichtige Antreiber beim Klimaschutz. Dem Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ kommt daher zu Recht große Bedeutung zu.

Für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Energiesparen, Energieeffizienz und dem Ausbau von erneuerbaren Energien benötigen die kommunale Verwaltung, die Unternehmen vor Ort und jeder einzelne Bürger umfassende Kenntnisse der „energetischen Situation“ der Gemeinde. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch der ökonomische Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten einer Gemeinde diskutiert werden. Gleichzeitig ist die Einbindung der Bevölkerung in die Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen entscheidend, um eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen.

Im Jahr 2019 hat die Gemeinde Ihringen die Erstellung einer Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet darzu-

legen und – darauf aufbauend – Strategien und Handlungsfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde im Dezember 2020 abgeschlossen und in enger Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

## 1.3 Energiepotenzialstudie als erster Baustein

### 1.3.1 Aufbau der Energiepotenzialstudie

Die Energiepotenzialstudie ist der erste Baustein für weitere Klimaschutzaktivitäten in der Gemeinde. badenova gliedert die Studie in folgende Schritte (vgl. Abbildung 1):

- Modul 1: Erfassung der Energienutzungsstruktur und Erstellung einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Modul 2: Abschätzung der Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien und Aufzeigen von Handlungsfeldern im Bereich Energieeinsparung und -effizienz sowie Mobilität

Ergebnis von Modul 1 und 2 ist die hier vorliegende Energiepotenzialstudie.

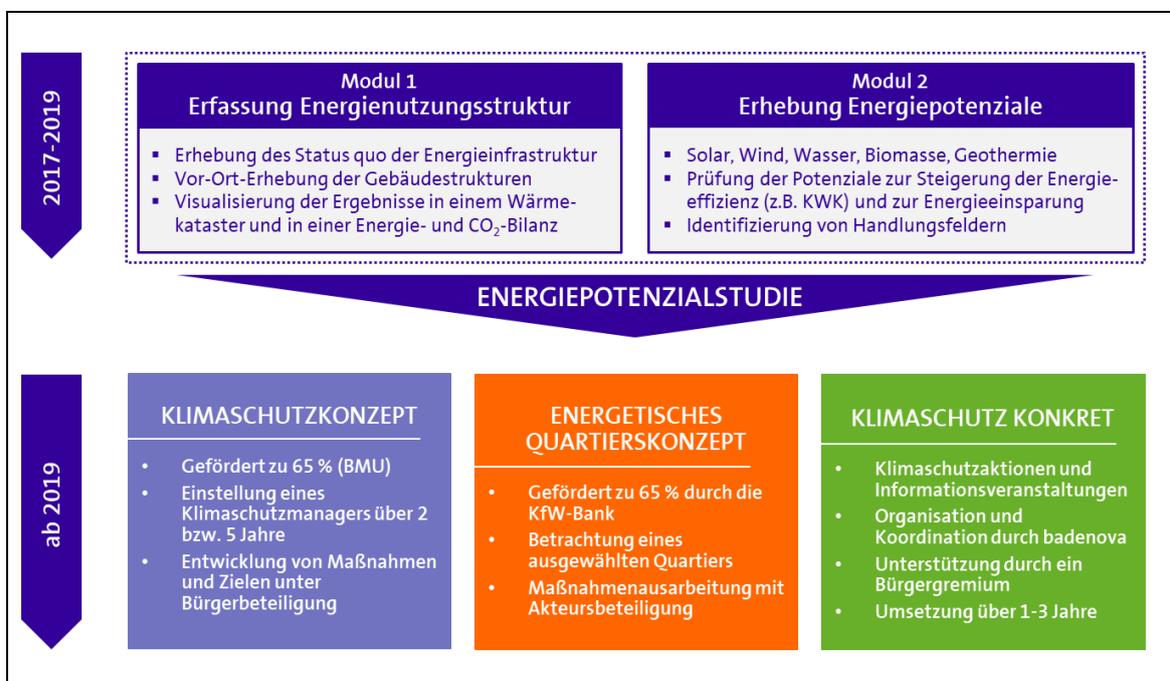


Abbildung 1 – Bausteine der Energiepotenzialstudie und mögliche weitere Schritte

Aufbauend auf den hier vorliegenden Ergebnissen lassen sich unter Beteiligung der Bürger und lokalen Akteure kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen entwickeln, beispielsweise im Rahmen eines Klimaschutzkonzepts. badenova bietet die Möglichkeit, die weiteren Klimaschutzprozesse in der Gemeinde Ihringen sowie die Umsetzung von konkreten Maßnahmen zu begleiten (vgl. Kapitel 6).

### 1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde beschrieben. In *Kapitel 3* werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Heizöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 5* wichtige Handlungsfelder für die Gemeinde erörtert. Dabei stehen die Themen Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung des Erneuerbare-Energien-Potenzials im Fokus. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen und die nächsten Schritte in der Gemeinde wird in *Kapitel 6* gegeben. In den *Kapiteln 7 bis 9* können detaillierte Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 10* die erstellten Potenzialkarten im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden. Diese Studie und die Potenzialkarten werden außerdem in digitaler Version zur Verfügung gestellt.

### 1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 2.9.1). Dieses Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- Die nachfolgende CO<sub>2</sub>-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase

wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO<sub>2</sub>-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.

- In der CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine entscheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben (Gemarkungsgrenze). Verursachen z.B. die Bürger der Gemeinde durch Fahrten in die nächste Gemeinde Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

## 2. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Weinbaugemeinde Ihringen liegt am Südhang des Kaiserstuhls im Oberrheintal, etwa 25 km westlich von Freiburg und unweit der französischen Grenze. Im Jahr 1974 wurde der Ort Wasenweiler in die Gemeinde eingegliedert. Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 2.300 ha. Davon entfallen 533 ha auf Rebland, 551 ha auf Waldfläche und 747 ha auf landwirtschaftlich genutzte Fläche. Ihringen liegt ca. 202 m ü. NN. Aktuell leben hier 6.092 Einwohner (Stand 2017), dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von ca. 267 Einwohner pro km<sup>2</sup>.

Ihringen grenzt im Norden an die Stadt Vogtsburg, im Nordosten an Bötzingen, im Osten an Gottenheim, im Südosten an Merdingen sowie im Süden und Westen an die Stadt Breisach am Rhein. Alle Nachbargemeinden gehören zum Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald.

Die Gemeinde bietet unzählige Sport- und Freizeitmöglichkeiten und ist deshalb ein sehr beliebter Touristenort. Neben Nordic Walking, Radfahren und Wandern werden dort auch Weinproben und Kellerführungen angeboten. Mit der KONUS Gästekarte können Besucher der Gemeinde öffentliche Verkehrsmittel der Ferienregion Schwarzwald nutzen.

Der Weinbau ist ein wichtiger Wirtschaftssektor der Gemeinde. Die Winzergenossenschaft Ihringen e.G. besteht aus 650 Winzerinnen und Winzern und verfügt über 300 Hektar Rebfläche. Darüber hinaus ist Ihringen ein attraktiver Standort für viele Unternehmen, da sich die Gemeinde in unmittelbarer Nähe zu Frankreich und der Autobahn 5 befindet.

Die Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Gemeinde, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Diese grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg abgerufen (jeweiliges Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben).

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Ihringen (STALA-BW, 2017)

	Gemeinde	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	6.092	Anzahl	2017
Fläche insgesamt	2.300	ha	2017
Waldfläche	551	ha	2017
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	1.280	ha	2017
Wohngebäude	1.537	Anzahl	2017
Wohnungen	2.884	Anzahl	2017
Kraftfahrzeugbestand	4.793	Anzahl	2017

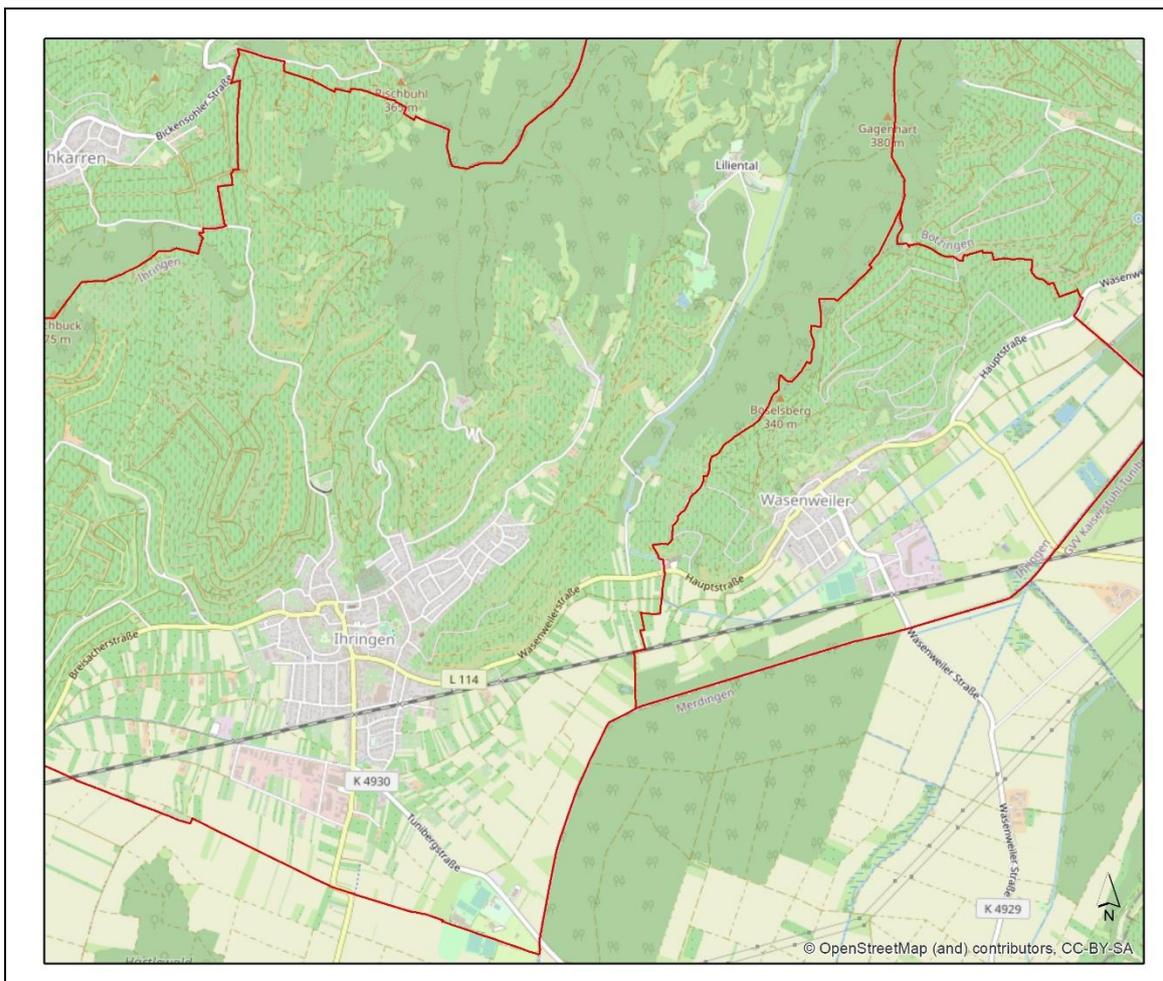


Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde mit den Gemarkungsgrenzen der Ortsteile Ihringen und Wasenweiler (rot) (Quelle: OpenStreetMap & Contributors, 2020)

Durch seinen öffentlichen Personennahverkehr mit der Breisgau-S-Bahn und mehreren Buslinien ist Ihringen gut an Freiburg und die umliegenden Gemeinden angebunden. Die Autobahn A5 mit den Autobahnauffahrten Freiburg-Süd sowie Bad Krozingen/Breisach liegt nur wenige Kilometer entfernt. Von Osten her ist die Gemeinde über die Landesstraße L114 erreichbar. Nach Westen und Süden grenzt die Gemeinde an die Gemarkung Breisach. Haltern eines Elektroautos bietet die Ladestation am Synagogenplatz die Möglichkeit, das Fahrzeug zu laden.

Die Gemeinde Ihringen zeichnet sich durch eine hohe Anzahl von Berufsauspendlern aus, welche überwiegend Freiburg und Breisach als Ziel haben. Im Jahr 2017 wohnten in Ihringen 2.082 Menschen, welche außerhalb der Gemeindegrenzen tätig waren. Dagegen pendelten 909 Menschen nach Ihringen. Unter den örtlichen Unternehmen befinden sich traditionelle Handwerkerbetriebe aber auch moderne Dienstleister. Diese teilen sich auf zwei Gewerbegebiete, in Ihringen und Wasenweiler, auf. Im Jahr 2017 gab es in Ihringen 1.338 Beschäftigte, von denen viele im Tourismus und dem daran gebundenen Gewerbe tätig sind. Zudem gibt es mindestens 19 Weingüter sowie weitere Landwirtschaftsbetriebe auf der Gemarkung.

Die leitungsgebundene Energieversorgung erfolgt in der Gemeinde Ihringen über die bnNETZE GmbH, die Betreiber des Strom- und Erdgasnetzes ist. Die Wasserver-

sorgung der Gemeinde erfolgt über zwei Tiefbrunnen und ist am Wasserversorgungsnetz der bnNETZE GmbH angebunden. Das Abwasser vom Ortsteil Ihringen wird in die Kläranlage nach Breisach, das Abwasser vom Ortsteil Wasenweiler über Bötzingen in die Kläranlage vom Abwasserzweckverband Breisgauer Bucht entsorgt und gereinigt.

## 2.2 Klimaschutz in Ihringen

Die Gemeinde Ihringen hat bereits große Kraftanstrengungen unternommen, um die kommunalen Liegenschaften mit erneuerbaren Energien zu versorgen. So sind die Kaiserstuhlhalle, die Neunlindenschule und die Mambergschule mit PV-Anlagen ausgestattet. In der Neunlindenschule sorgt ein Blockheizkraftwerk zusätzlich für die Wärme- und Stromversorgung. Die Straßenbeleuchtung wurde komplett auf LED-Beleuchtung umgestellt.

Elektromobilität wird in Zukunft ein wichtiger Bestandteil des Verkehrs sein, um die Mobilitätswende und die Klimaschutzziele zu erreichen. In Ihringen existieren bisher mehrere öffentliche Ladesäulen zentral gelegen am Synagogenplatz.

Mit der Beauftragung der badenova AG & Co. KG zur Erstellung einer Energiepotenzialstudie im Jahr 2019/20 sollen weitere Möglichkeiten ausgelotet werden, wie die Gemeinde noch umweltfreundlicher werden kann. Dazu soll der Status quo mit einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ermittelt und relevante Handlungsfelder dargestellt werden. So können nicht nur Einspar- und Effizienzpotenziale aufgezeigt werden, sondern langfristig kann so gemeinsam mit Bürgern und lokalen Akteuren auch der Klimaschutz vor Ort weiterentwickelt werden.

## 2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Ein großes Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt deutschlandweit beim Verbrauchssektor Privathaushalte. Generell entfallen 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors alleine auf die Beheizung der Wohnräume (Umweltbundesamt, 2012). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde Ihringen wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie geht man davon aus, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudedegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzjahre der Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen

Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualterklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

Die Gebäudetypen und die Lage der Gebäude in der Siedlungsstruktur wurden durch eine Begehung vor Ort erhoben, um neben der Kategorisierung der Gebäude nach Art und Alter auch sichtbare Sanierungsmaßnahmen (z.B. neue Fenster oder Außenwanddämmung) mitberücksichtigen zu können.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Ihringen nach Baualter dargestellt. Rund 70 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

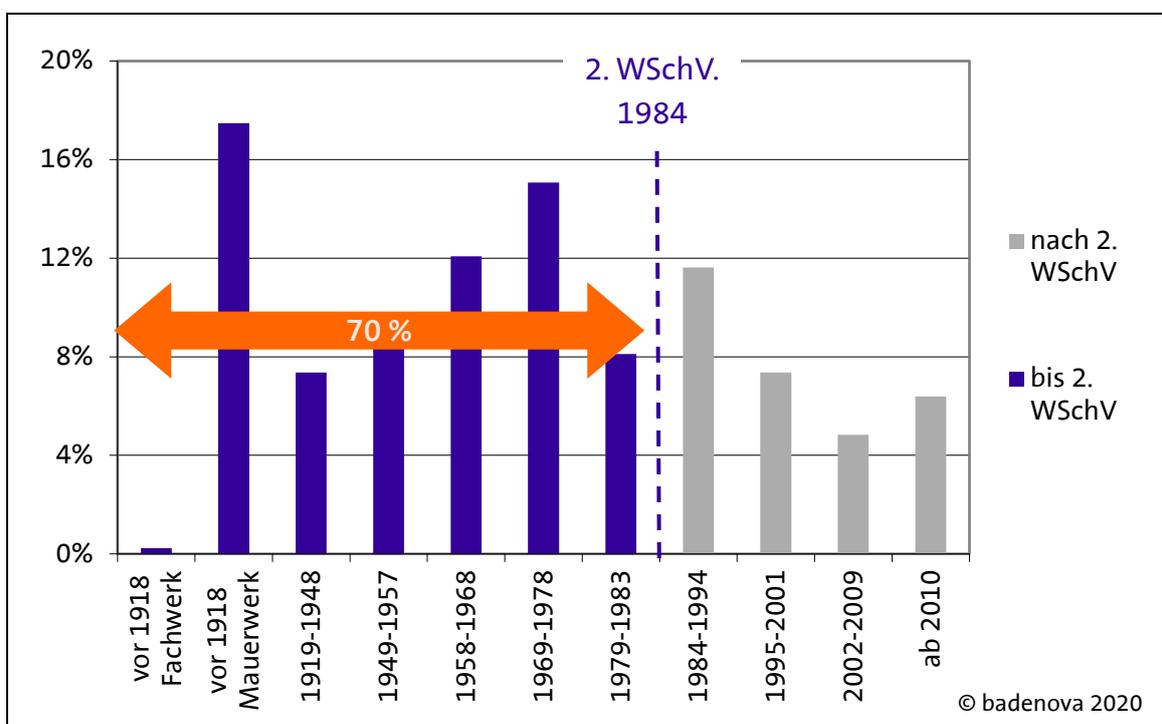


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Ihringen

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Ihringen wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m<sup>2</sup> zwischen den vier Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften, Mehrfamilienhaus und Hochhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Ihringen 67 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 4). Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre, sind Hochhäuser oder große Wohnblocks. Diese sind jedoch im eher ländlich geprägten Ihringen nicht vorhanden. Kleine bis große Mehrfamilienhäuser machen nur 13 % der Gebäude aus.

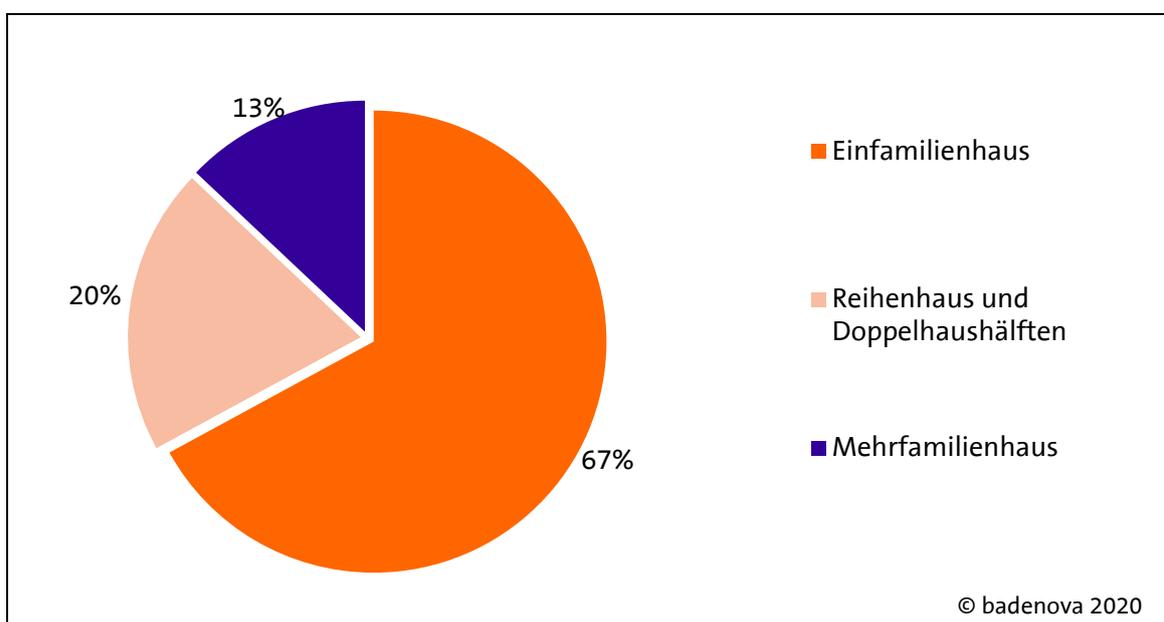


Abbildung 4 – Verteilung der Gebäudearten in Ihringen

Ein weiteres Ergebnis der Vor-Ort-Erhebung der Gebäudestrukturen ist das Wärmekataster, auf das in nachfolgenden Kapiteln eingegangen werden soll (vgl. 3.2.3 und 5.3.2).

## 2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die Gemeinde Ihringen und der Ortsteil Wasenweiler sind an das Erdgasnetz angeschlossen. Die Wohn- und Gewerbegebiete sind gut mit Erdgasleitungen erschlossen und weisen eine hohe Leitungsdichte aus. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Erdgas einen hohen Anteil der Energieträger zur Wärmeherzeugung in der Gemeinde hat (vgl. Kapitel 3.2). Abbildung 5 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.

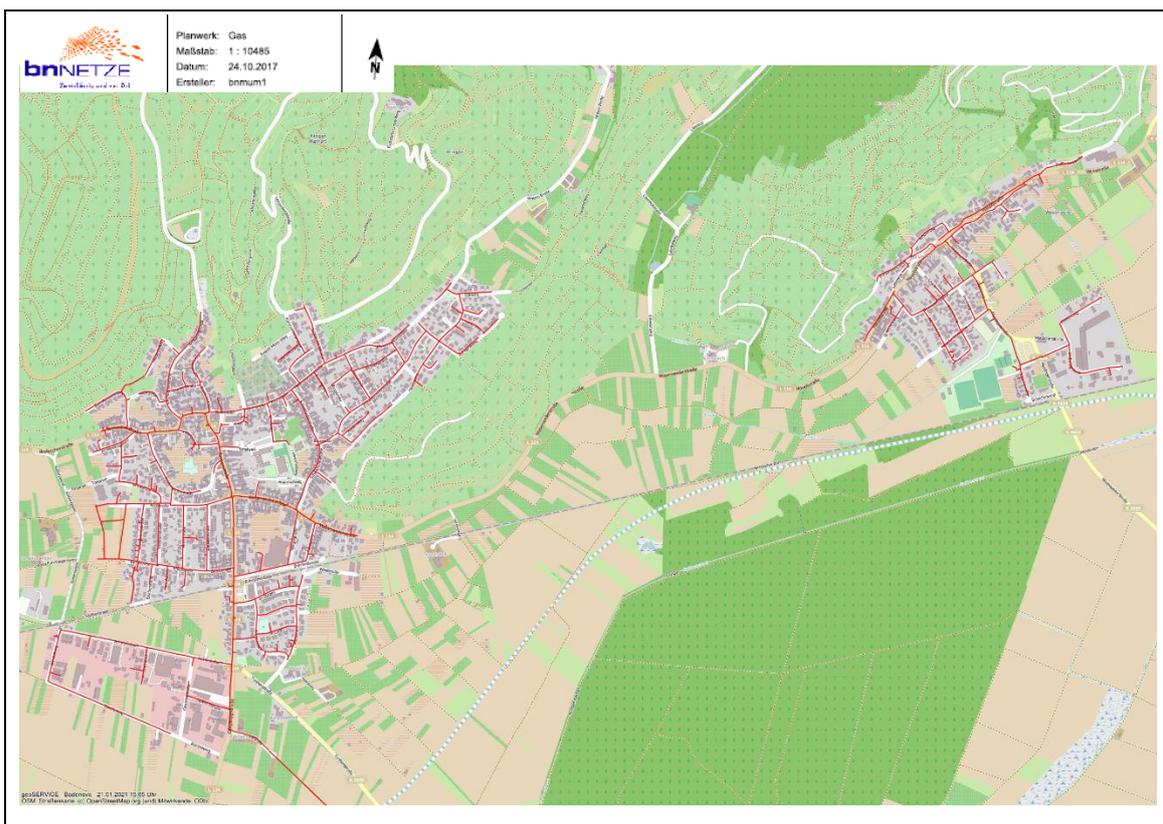


Abbildung 5 – Gasleitungen (rot) in Ihringen und Wasenweiler

Neben dem Erdgasnetz gibt es ein kleines Nahwärmenetz bei der Neunlindenschule, welches mit einem Erdgas betriebenen Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgt wird. Daran angeschlossen sind die Kaiserstuhlhalle, die Schule und der Kindergarten Hinterhöf. Im saisonalen Wechsel wird auch das Schwimmbad an ein mobiles BHKW angeschlossen. Ein weiteres Nahwärmenetz existiert in Wasenweiler in der Wattwiller Straße, welches über das Blockheizkraftwerk „Rudmannsteilung“ betrieben wird. Daran angeschlossen sind mindestens 17 Einfamilienhäuser.

## 2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Gemeinde Ihringen kann Kraft ihrer Planungshoheit die jetzige und zukünftige bauliche Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung aktiv gestalten. Ziel des nachhaltigen Flächenmanagements ist einerseits die planvolle und effiziente Nutzung der vorhanden kommunalen Ressourcen und andererseits dessen quantitativer und qualitativer Schutz. Dabei gilt es insbesondere, das langfristige Entwicklungspotenzial und die Bodennutzung zu optimieren, indem der Flächenverbrauch reduziert, Bauland bedarfsadäquat bereitgestellt und der Erhalt und die Wiederherstellung der Funktionen von Boden und Freiflächen gewährleistet wird.

Um der zunehmenden Baulandknappheit und der Neuinanspruchnahme von Freiflächen vorzubeugen, sind die Aktivierung von Baulücken sowie die Identifizierung

von leerstehenden Gebäuden und Bauplätzen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bedeutsam. Hierdurch können ohne großen planerischen und finanziellen Aufwand Baulandpotenziale erschlossen und ein nachhaltiges Flächenmanagement gewährleistet werden.

Mithilfe der Vor-Ort-Begehung der Gemeinde konnten acht relevante leerstehende und unbewohnte Gebäude identifiziert werden. Zudem können ungenutzte Scheunen in der Gemeinde Flächen und Potenziale für neue Wohnbauprojekte bergen. Eine Umnutzung kann zu einer Wertsteigerung dieser Flächen führen.

## 3. Energienutzung und CO<sub>2</sub>-Bilanz

### 3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

#### 3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2017, aggregiert auf die gesamte Gemeinde, sowie Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim Stromnetzbetreiber bnNETZE GmbH erhoben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Ihringen bei 15.233 MWh im Jahr 2017. Die beiden Sektoren private Haushalte und Wirtschaft hatten mit jeweils 53 % bzw. 39 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs. Mit nur 4 %, also 629 MWh/Jahr, steht der Heizungsstrom an dritter Stelle. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (2,3 %) und der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (2 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 6).

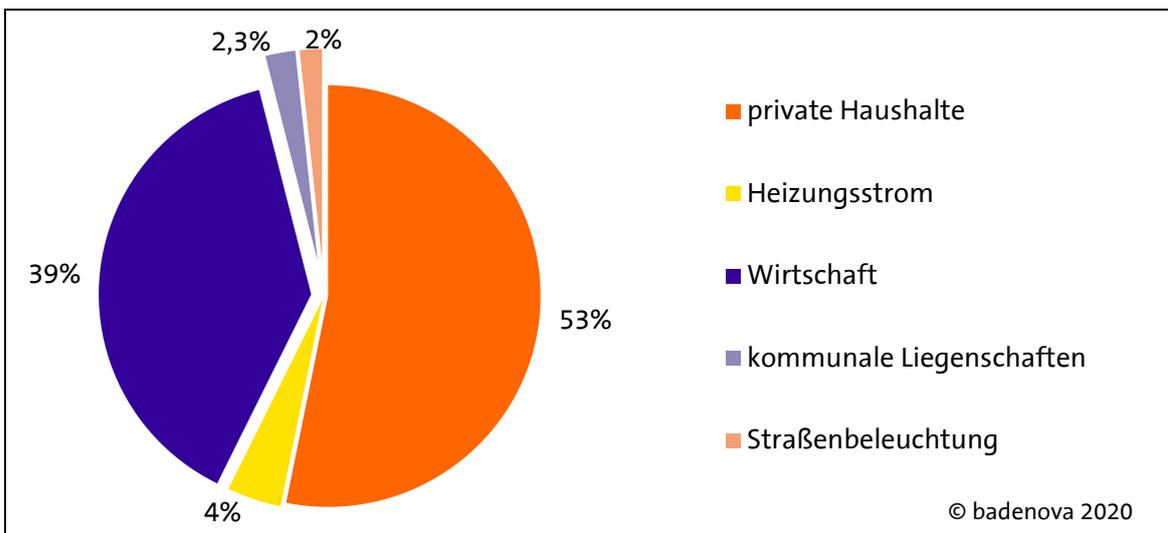


Abbildung 6 – Gesamtstromverbrauch in Ihringen nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften betrug im Jahr 2017 601 MWh. Den höchsten Gebäude-Einzelverbrauch hat das Schulzentrum Neunlindenschule mit 46,7 MWh/Jahr. Weitere große Verbraucher mit einem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 20 MWh sind das Rathaus, die Sonderschule und die Kindergärten (kumuliert) (vgl. Abbildung 7).

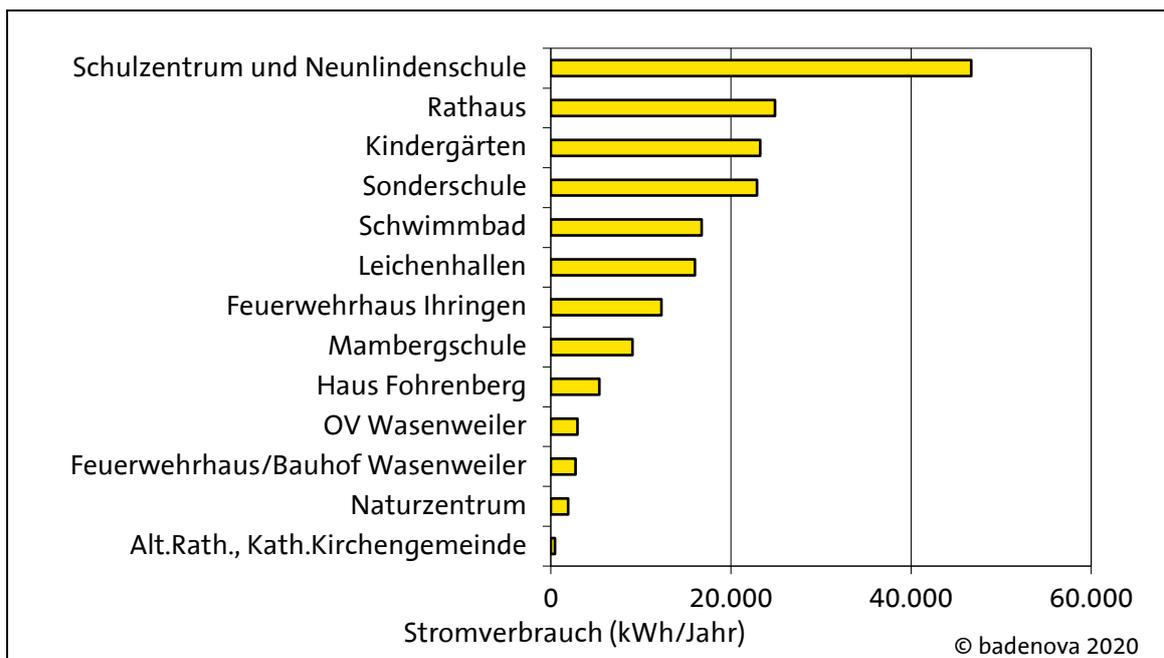


Abbildung 7 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (gelb) (2017)

Der Stromverbrauch der gesamten Straßenbeleuchtung in Ihringen betrug im Jahr 2017 255 MWh. Insgesamt gibt es in der Gemeinde knapp 670 Leuchten, die bis 2019 komplett auf LED umgerüstet wurden. Abbildung 8 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2014 bis 2019. Deutlich wird die Reduktion des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung durch die Umstellung auf effiziente LED-Leuchten seit 2017.

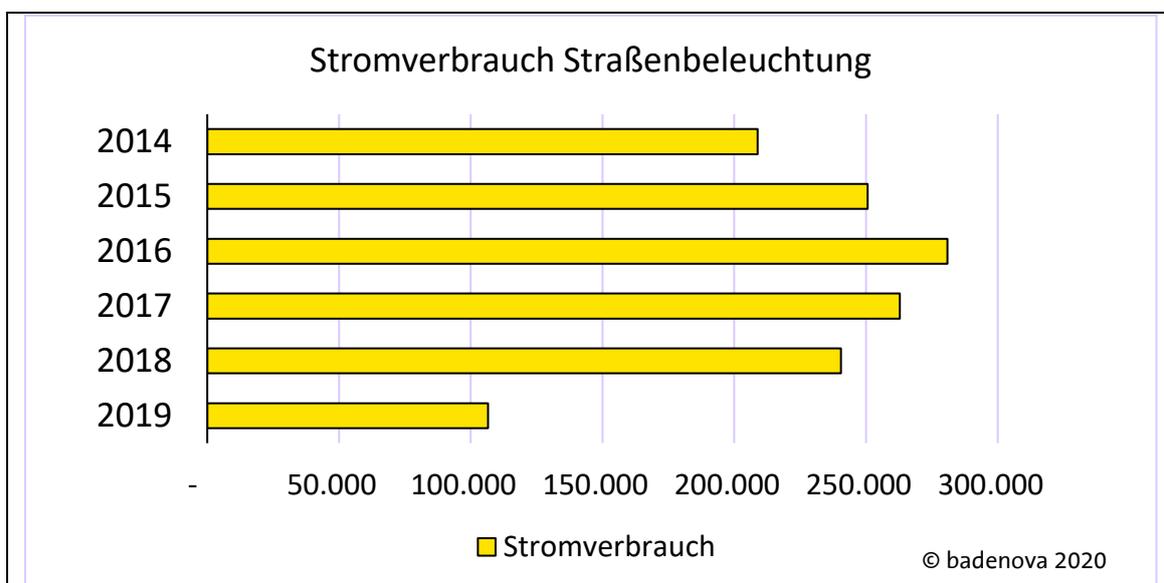


Abbildung 8 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2014-2019)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Ihringen wurden im Jahr 2019

17,5 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde weit unter dem Mittelwert von ca. 40 kWh/Jahr aller Referenzgemeinden.

### 3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Netzbetreiber bnNETZE GmbH abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien (EE) in Ihringen im Jahr 2017 durch 231 PV-Anlagen (insgesamt 3,4 MW Leistung) erzeugt. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel aus Biomasse, Wind- oder Wasserkraft, sind auf der Gemarkung der Gemeinde nicht vorhanden oder nicht in Betrieb.

Im Jahr 2017 erzeugten die installierten PV-Anlagen zusammen etwa 3.047 MWh Strom und deckten somit ca. 20 % des gesamten Stromverbrauchs der Gemeinde (vgl. Abbildung 10). Dieser Anteil ist mit dem anderer Gemeinden vergleichbar.

Neben den genannten Stromerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke, einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz und zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. Kraft-Wärme-Kopplungssysteme (KWK) bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 9).

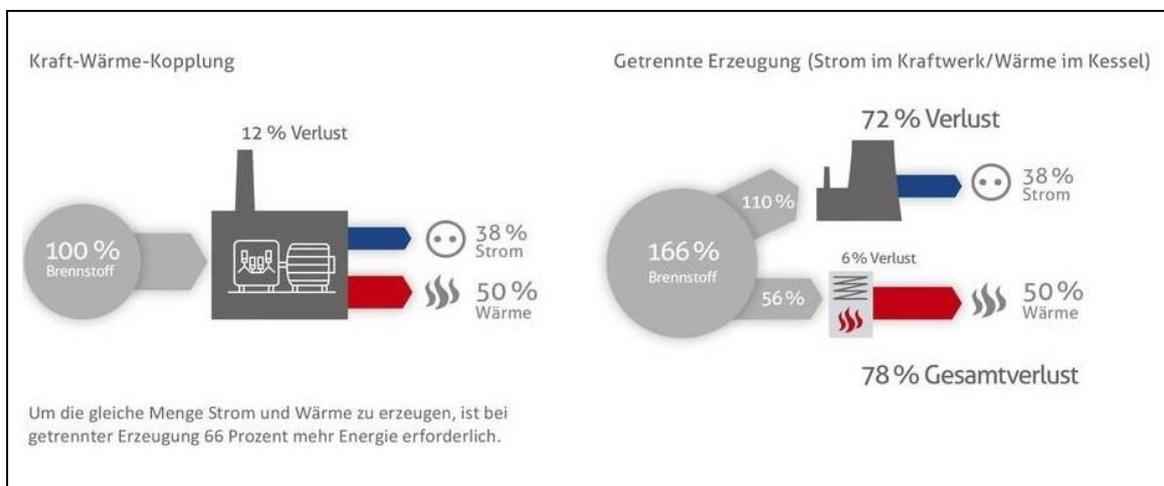


Abbildung 9 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

In Ihringen sind 3 KWK-Anlagen in kommunalen Liegenschaften und Privathaushalten vorhanden. Insgesamt werden 518 MWh/Jahr und damit 3,4 % des Gesamtstromverbrauchs von Ihringen mit dieser effizienten Technologie erzeugt (vgl. Abbildung 10).

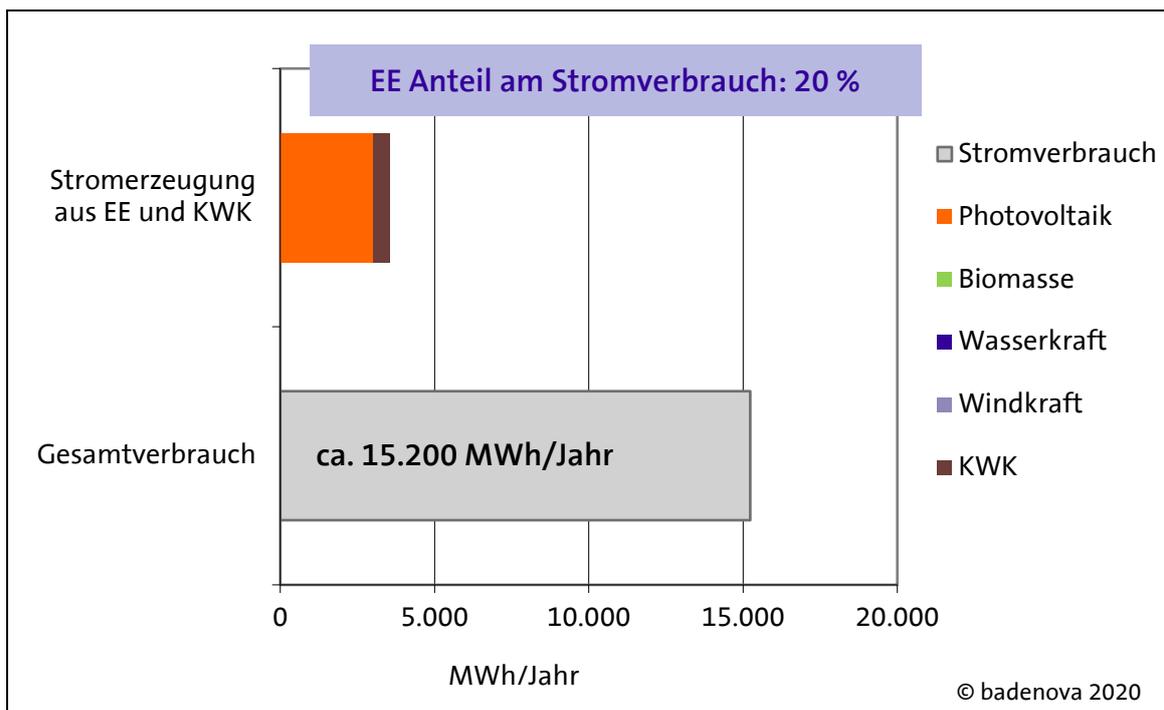


Abbildung 10 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2017

### 3.1.3 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Ihringen wurde der Emissionsfaktor von 0,554 t CO<sub>2</sub>/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2018a), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde 8.439 t im Jahr 2017.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt Ihringen dazu bei, dass sich die CO<sub>2</sub>-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommix, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für Ihringen berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommix wurde ein Emissionsfaktor von 0,04 t CO<sub>2</sub>/MWh für Strom aus Photovoltaikanlagen angenommen (IFEU, 2018a). Durch den Strom aus PV wurden in der Ihringen im Jahr 2017, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 1.566 t CO<sub>2</sub> vermieden.

## 3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

### 3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Der örtliche Erdgasnetzbetreiber bnNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung. Diese Daten waren zu ergänzen durch Informationen über die anderen Heizenergieträger Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie, Geothermie und Strom für Wärmepumpen, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (LUBW, 2019a) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen hat insgesamt lediglich die Winzergenossenschaft Ihringen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie- und Geothermieanlagen wurde aus Online-Datenbanken ermittelt, die jedoch nur die Anlagen auflisten, die durch das bundesweite Marktanzreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich der Gesamtwärmeverbrauch in Ihringen abschätzen (vgl. Kapitel 9.3.3). Dieser betrug 46.368 MWh im Jahr 2017. Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 75 % den höchsten Wärmeverbrauch ausmachen. Die örtlichen Gewerbe- und Industriebetriebe haben mit 22 % einen geringeren Anteil (vgl. Abbildung 11).

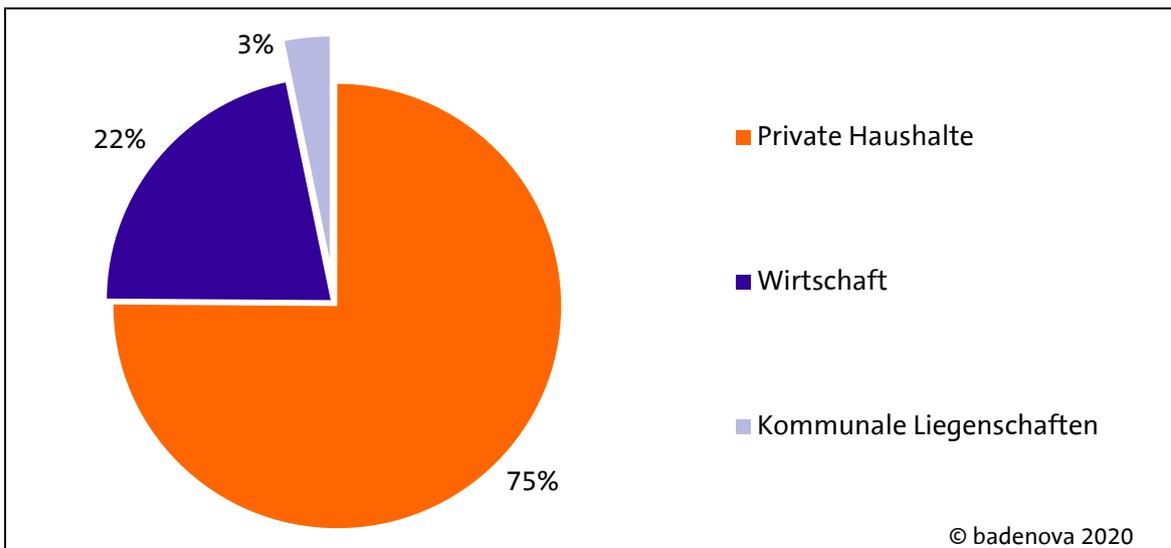


Abbildung 11 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

### 3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Ihringen zum größten Teil Erdgas (60 %, ca. 28.000 MWh) eingesetzt. Heizöl steht mit 25 % (ca. 11.500 MWh/Jahr) an zweiter Stelle. Einen sehr geringen Anteil von 1 % (629 MWh/Jahr) hat Heizungsstrom.

Insgesamt werden 11 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Neben 7 % Energieholz werden auch Solarthermie (ca. 3 %) und Umweltwärme (1 %), d.h. Erd- und Luftwärmepumpen, eingesetzt.

Ein kleiner Anteil von 3 % am Gesamtwärmebedarf (1.300 MWh) wird im Wesentlichen über Fernwärme (KWK/Nahwärme) gedeckt (vgl. Abbildung 12).

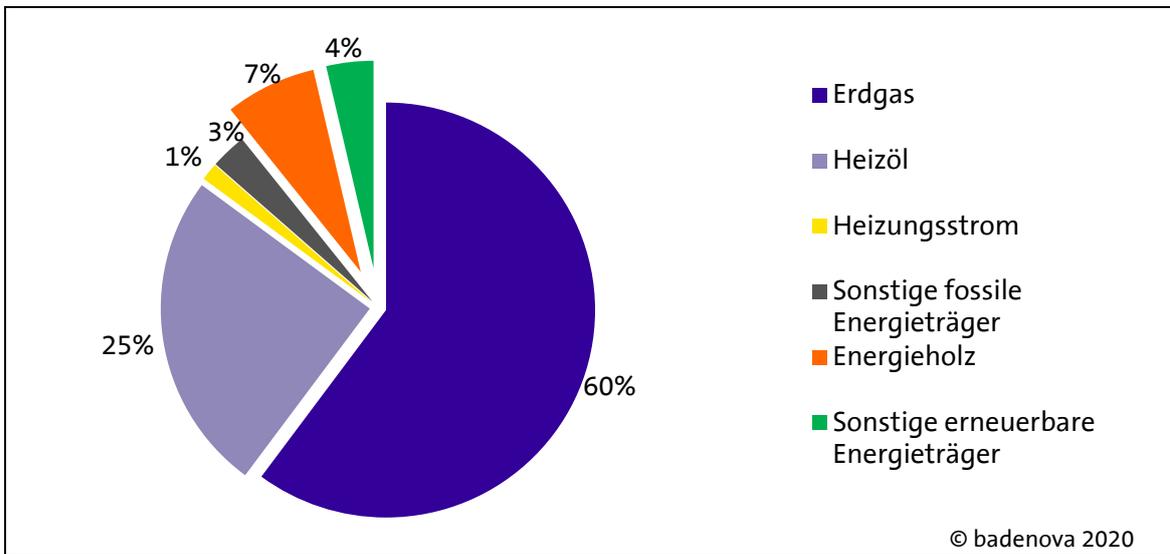


Abbildung 12 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern

Abbildung 13 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Hierbei ist sichtbar, dass der Sektor private Haushalte den höchsten Wärmeverbrauch hat. Außerdem wird der hohe Heizöl-Anteil in diesem Sektor deutlich.

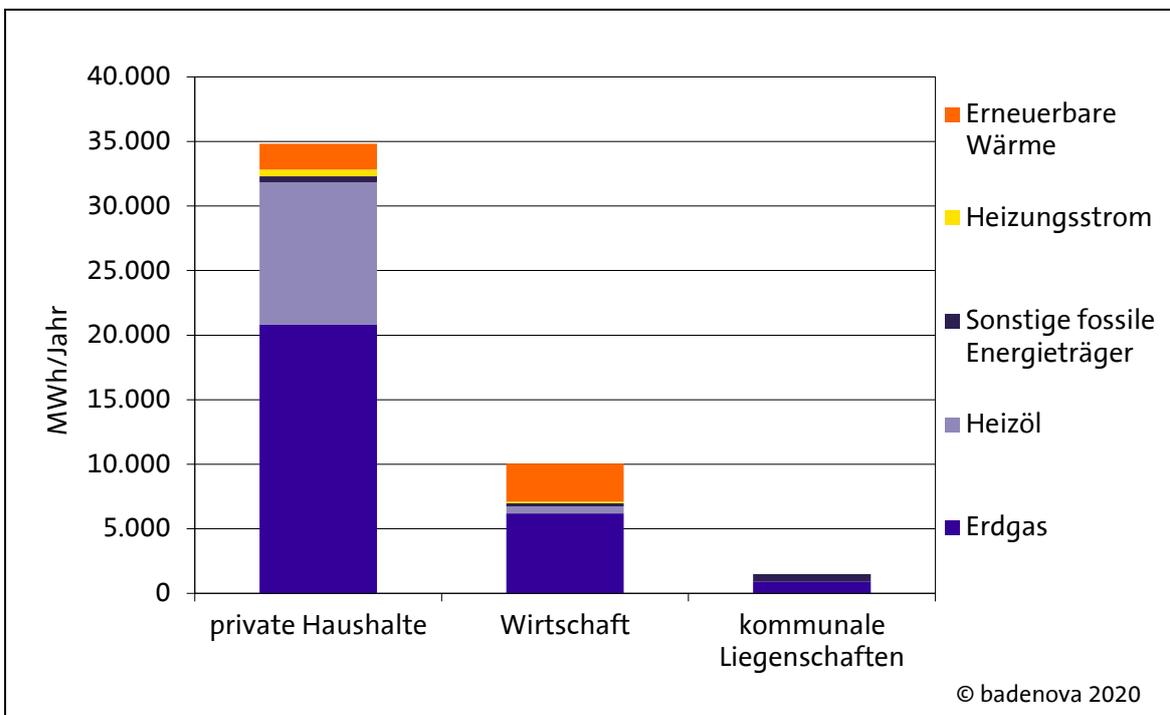


Abbildung 13 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2017 ca. 1.500 MWh Erdgas für die Wärmeversorgung benötigt. Davon wurden rund zwei Drittel mit konventionellen Heizungen und rund ein Drittel mit BHKWs bzw. über Nahwärmenetzen gedeckt, die ebenfalls mit Erdgas betrieben wurden.

Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften weist mit Abstand die Sonderschule mit 348 MWh Erdgasverbrauch im Jahr 2017 auf. Mit ebenfalls großem Energiebedarf folgt darauf der Nahwärmeversorgungskomplex Neunlindenschule, Kindergarten Hinterhöfe und Kaiserstuhlhalle auf mit einem Gesamtverbrauch von 412 MWh im Jahr 2017. Die beiden Kindertagesstätten Arche und St. Josef verbrauchten zusammen 148 MWh im Jahr 2017. Schwimmbad und Mambergschule hatten einen ähnlich hohen Jahresverbrauch von jeweils ca. 165 MWh Wärme. Für das Rathaus wurden im Jahr 2017 ca. 116 MWh Erdgas für die Wärmeversorgung benötigt. Abbildung 14 zeigt übersichtlich die einzelnen Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften.

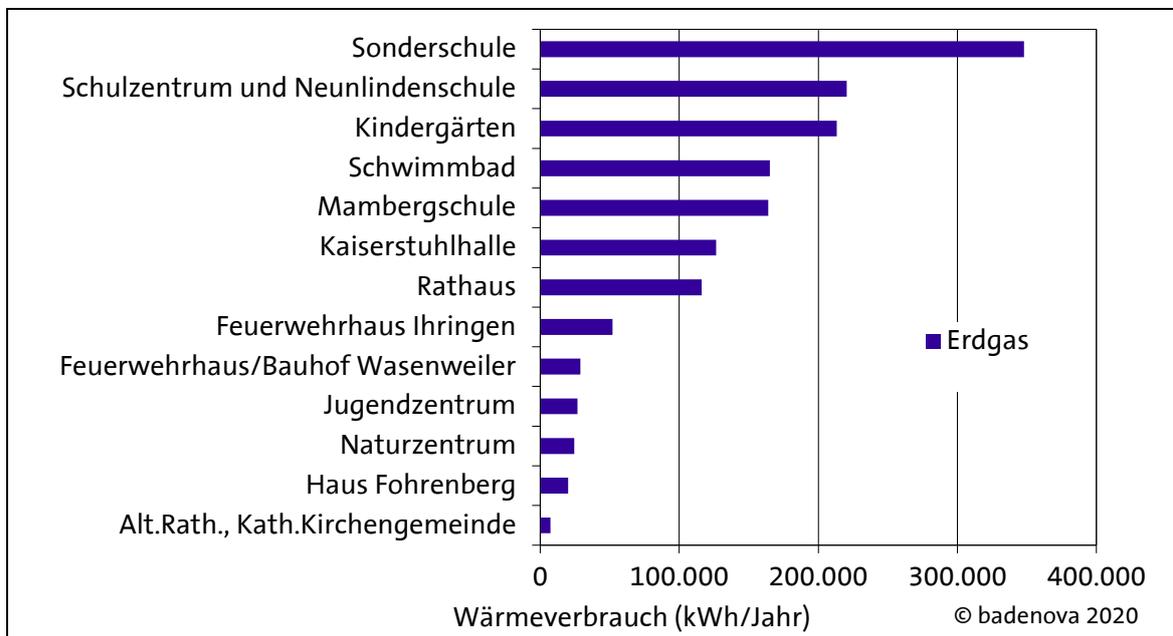


Abbildung 14 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2017)

### 3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten (vgl. Abschnitt 9.2) mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde zusammengeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs.

Der Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 15. Dargestellt ist der absolute Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Auf der Karte erkennt man den Ortskern von Ihringen, der einen hohen Wärmebedarf aufweist. Aufgrund ihrer Größe weisen die Schulen und das Rathaus ebenfalls einen hohen Wärmebedarf auf.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist im Bürgermeisterexemplar das gesamte Wärmekataster in Form von Karten beigefügt und zudem digital verfügbar. Wir verweisen auch auf

unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 (Handlungsfelder), da die Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

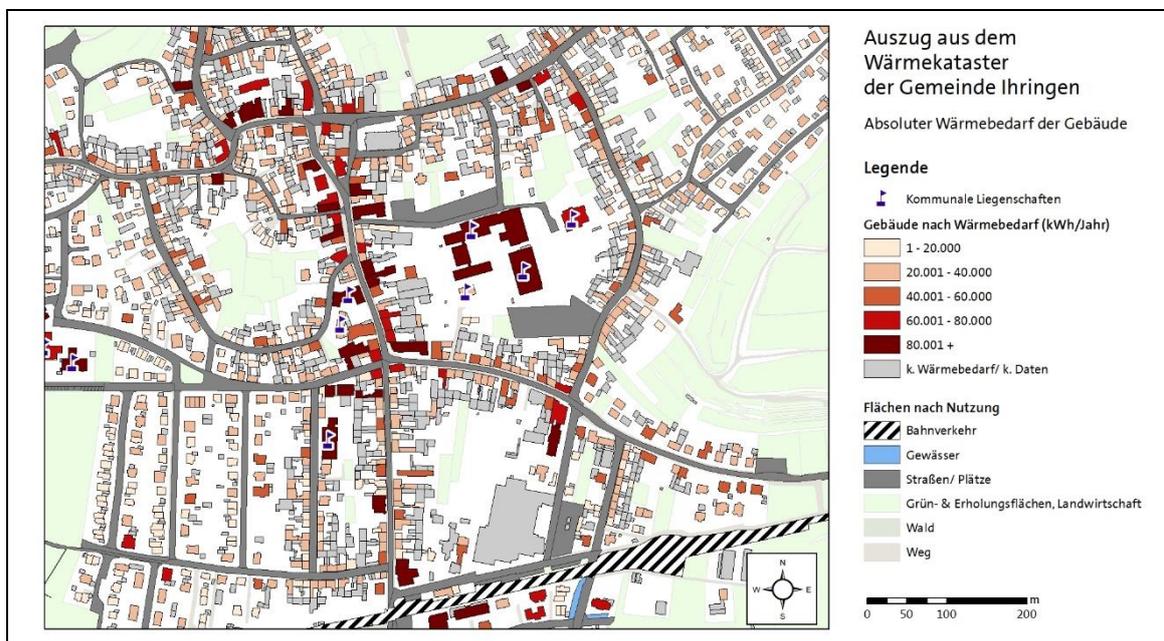


Abbildung 15 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene im Ortskern von Ihringen

### 3.2.4 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Ihringen für das Jahr 2017 zu CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von rund 24.900 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 622 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2017 verantwortlich. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Liegenschaften spiegeln die unterschiedlichen Wärmeverbräuche in MWh der Liegenschaften und die eingesetzten Energieträger wieder. (vgl. Abbildung 16). Der sehr hohe Wärmeverbrauch der Sonderschule macht sich auch in den hohen Emissionen bemerkbar. Danach folgen Schulzentrum und Kindergärten und dann, mit etwas Abstand, Mambergschule und Schwimmbad, sowie Kaiserstuhlhalle und Rathaus. Alle anderen kommunalen Gebäude weisen eher geringe Emissionen auf.

Eine effiziente Wärmeversorgung wird vor allem im Schulzentrum, zusammen mit Kaiserstuhlhalle und Kindergarten Hinterhöfe verwirklicht, da dort ein modernes BHKW alle Gebäude mit Wärme und Strom beliefert.

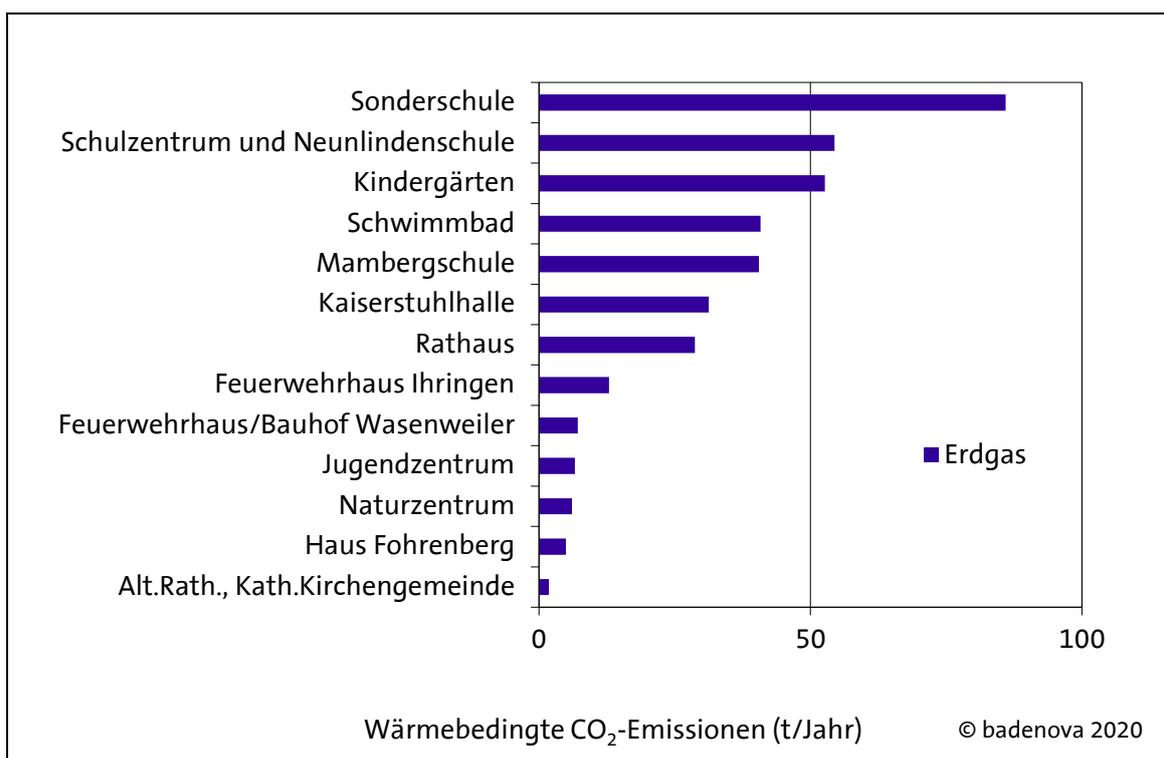


Abbildung 16 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2017)

### 3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße in die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus dem Jahr 2017 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs der Gemeinde Ihringen ermittelt werden.

Die Daten des Statistischen Landesamtes werden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Gemeinde entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der Länge der Straßen in km und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Eine exakte, auf die Gemarkung der Gemeinde Ihringen bezogene Aussage ist damit nicht möglich. Doch zeigt die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welchen großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde hat.

Da die Breisgau-S-Bahn durch Ihringen fährt, wurde zusätzlich der Energieverbrauch des Schienenpersonennahverkehrs ermittelt. Anhand von Fahrplänen der Breisgau-S-Bahn wurde die durchschnittliche Anzahl der Züge pro Tag ermittelt (66 Züge/Tag). Außerdem wurde die Gesamtlänge der auf der Gemarkung liegenden Schienen berücksichtigt (5,5 km). Im Jahr 2017 fuhren die Züge der Breisgau-

S-Bahn mit Dieselantrieb. Die Bahnstrecke am Kaiserstuhl wurde im Jahr 2020 vollständig elektrifiziert.

Bilanzjahr 2017	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
<b>Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)</b>					
Autobahnen	0	0	0	0	0
Außerortsstraßen <sup>1</sup>	330	11.000	1.180	410	12.920
Innerortsstraßen <sup>2</sup>	160	5.750	470	250	6.630
<b>Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)</b>					
Benzin	30	1.048	10	0	1088,3
Diesel		677	166	286	1129,2
<b>Energieverbrauch des Schienenpersonennahverkehrs (Diesel) (MWh)</b>					3,247
<b>Energieverbrauch insgesamt (Benzin und Diesel) (MWh)</b>					17.594
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt (t)</b>					5.563

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2017 der Gemeinde Ihringen (Datengrundlage: STALA BW, 2017)

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2017 ca. 17.600 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Ihringen verbraucht. Der vergleichsweise geringe Anteil liegt dem Zugrunde, dass es keine Autobahn oder stark befahrene Bundesstraße in Ihringen gibt. Ein größerer Beitrag dürfte stattdessen dem Pendlerverkehr geschuldet sein, da viele berufstätige Bürger nicht in Ihringen arbeiten.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verkehrsmittel ist in Abbildung 17 dargestellt. Der motorisierte Individualverkehr war mit 63 % für den größten Anteil des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich. Der Schienenpersonennahverkehr mit 18 % und der Straßengüterverkehr mit 19 % teilten sich den verbleibenden Energieverbrauch des Verkehrs im Jahr 2017.

Insgesamt wurden im Jahr 2017 durch den Verkehr ca. 5.500 t CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgestoßen. Durch die bereits durchgeführte Elektrifizierung der Breisgau-S-Bahn werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs in der Gemeinde Ihringen bereits heute um rund 400 t/Jahr gesenkt.

<sup>1</sup> Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

<sup>2</sup> Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

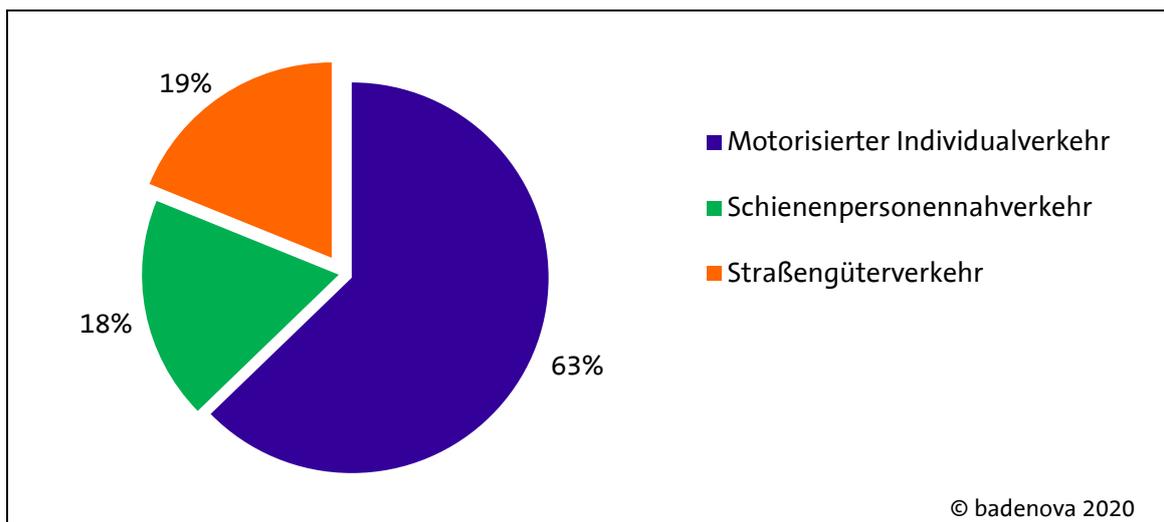


Abbildung 17 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Verkehrsmittel in Ihringen (2017)

### 3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

#### 3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Werden der Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in Ihringen zusammengefasst, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von 78.562 MWh im Jahr 2017. Der Sektor private Haushalte trägt mit 55 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch. An zweiter Stelle steht der Sektor Verkehr mit einem Anteil von 22 %. Der Wirtschaftssektor hat einen geringen Anteil in Höhe von 20 % am Gesamtenergieverbrauch. Mit einem Anteil von 3 % am Gesamtenergieverbrauch liegen die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden genau im Durchschnitt (vgl. Abbildung 18).

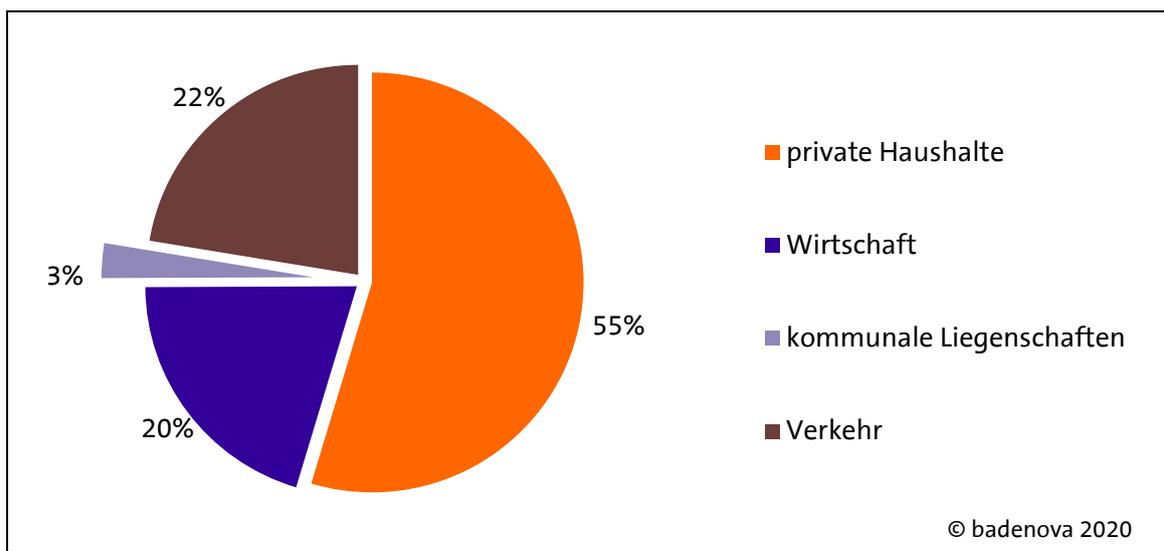


Abbildung 18 – Gesamtenergieverbrauch in Ihringen nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass fossile, nicht-erneuerbare Energieträger den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Ihringen ausmachen. An erster Stelle steht Erdgas, ganz überwiegend für die Wärmeversorgung (36 %), gefolgt von Kraftstoffen (22 %), Heizöl (15 %) und Strom (19 %). Als sonstige Energieträger wird Nahwärme mit fast 2 % durch die KWK-Anlagen bereitgestellt. Der Gesamtenergiebedarf wird insgesamt zu 6 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme gedeckt (vgl. Abbildung 19). In Abbildung 20 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

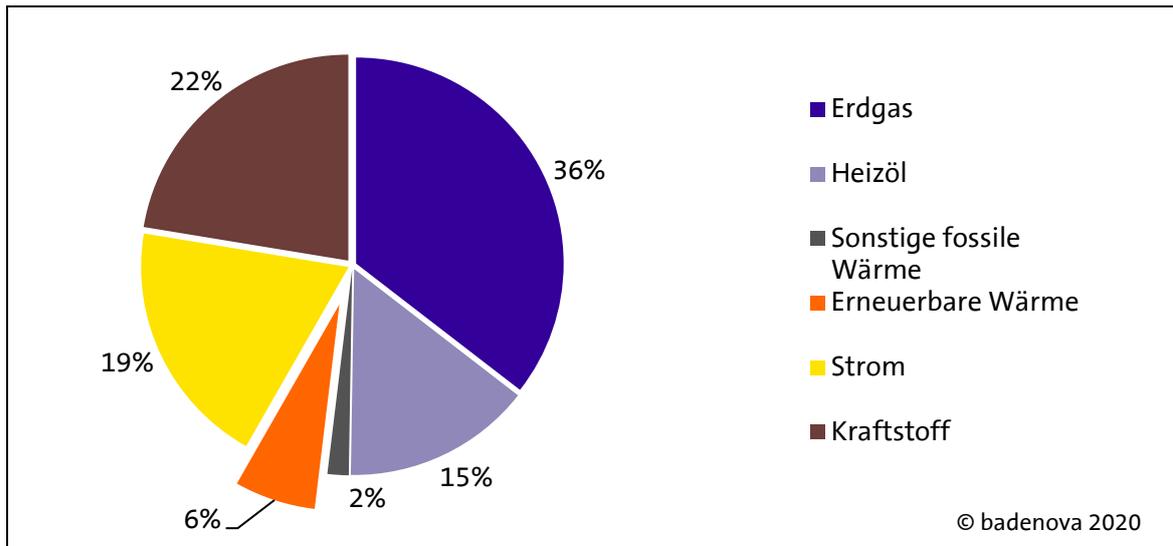


Abbildung 19 – Gesamtenergieverbrauch in Ihringen nach Energieträger

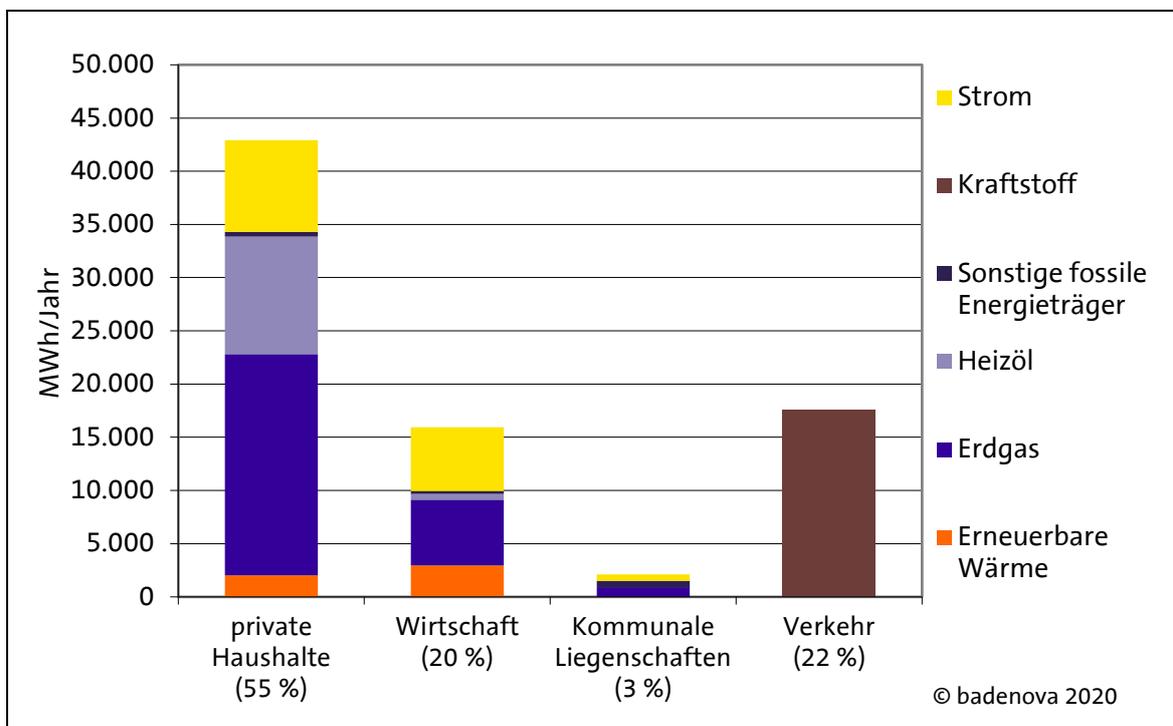


Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2017 in Ihringen bei 2.098 MWh. Die drei größten Verbraucher waren die Sonderschule, das Schulzentrum sowie das Schwimmbad und die Mambergschule (vgl. Abbildung 21). Insgesamt wird deutlich, dass in der Gemeinde Ihringen bereits zahlreiche Anstrengungen unternommen wurden, um die kommunalen Liegenschaften effizient und ökologisch mit Energie zu versorgen. Dazu gehören:

- Der Einbau eines BHKW in das Schulzentrum mit Kaiserberghalle
- Die PV-Anlage auf Schulzentrum und Kaiserberghalle
- Die PV-Anlage auf dem Feuerwehrgebäude
- Die PV-Anlage auf dem Dach des Rathauses
- Und: Kein kommunales Gebäude wird mit Heizöl beheizt

Die Abbildung 21 zeigt allerdings auch, dass die Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften weiterhin mit fossilen Energieträgern erfolgt.

Somit sind die kommunalen Liegenschaften aus Sicht einer effizienten Energieversorgung zwar gut aufgestellt, aber die Anstrengungen sollten in Zukunft fortgeführt werden, um den Anteil fossiler Energieträger zu mindern. Möglichkeiten bieten zum Beispiel Erdwärmeanlagen, die Nutzung von Biomethan oder aber Solarthermieanlagen. Momentan (2021) werden entsprechende Heizungsanlagen mit sehr hohen Förderbeträgen bezuschusst.

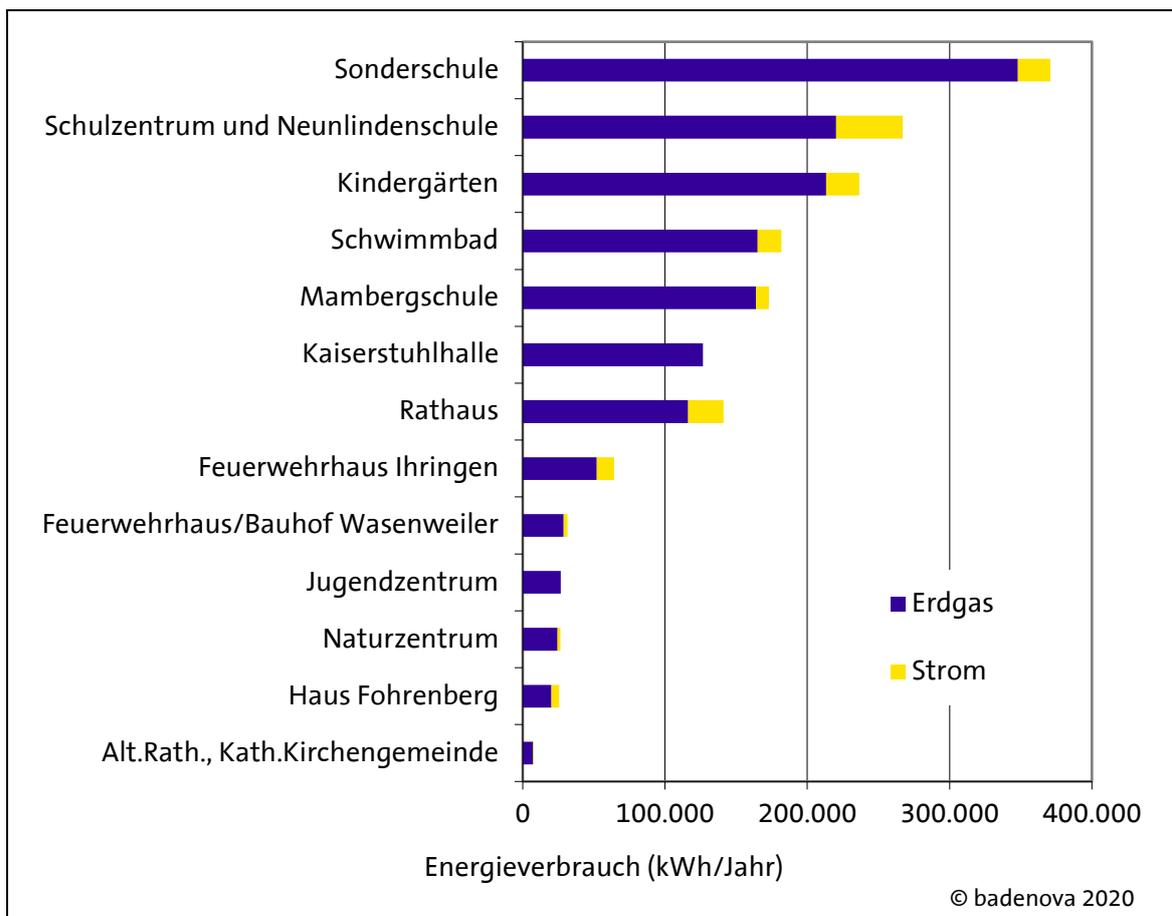


Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Ihringen im Jahr 2017

### 3.4.2 Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz

Insgesamt wurden in Ihringen im Jahr 2017 24.907 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Der Sektor private Haushalte ist mit über die Hälfte der Gesamtemissionen für den größten Anteil verantwortlich. Der Verkehrssektor hat mit 22 % einen im Vergleich zu anderen Kommunen eher geringen Anteil. Abbildung 22 zeigt die Aufteilung der Emissionen auf die vier betrachteten Sektoren.

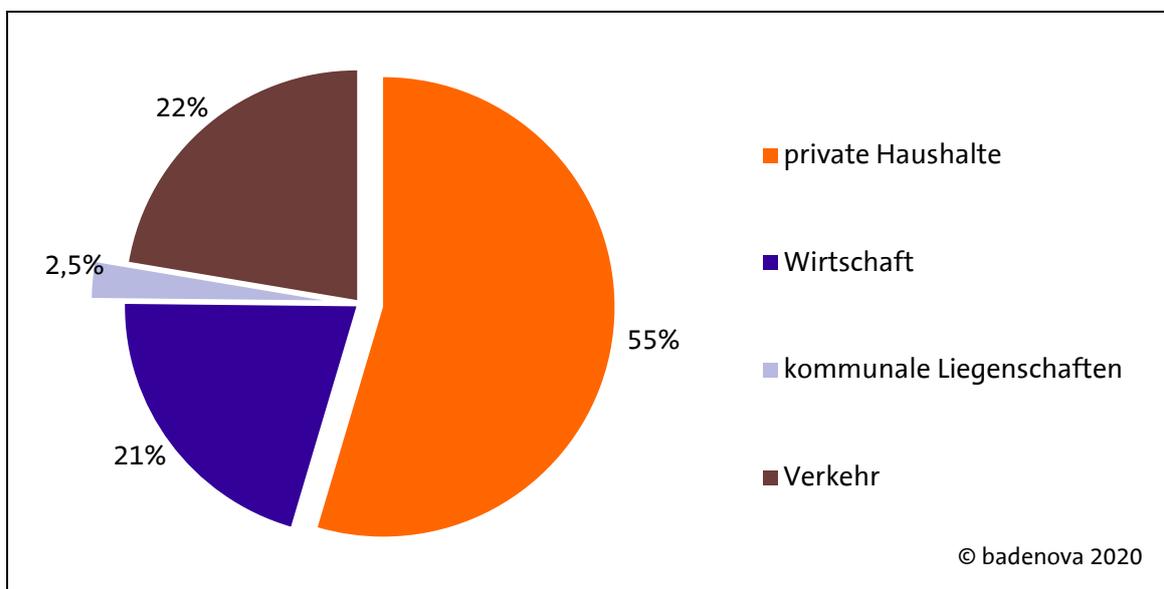


Abbildung 22 – CO<sub>2</sub>-Emissionen in Ihringen nach Sektoren

Bei Betrachtung der vor Ort eingesetzten Energieträger wird sichtbar, welche Energieträger in welchem Maße zu den Gesamtemissionen beitragen (vgl. Abbildung 23). Erdgas verursacht mit 28 % einen großen Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Obwohl der Stromverbrauch nur 19 % des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde ausmacht, ist er für ca. 34 % der CO<sub>2</sub> Emissionen verantwortlich. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO<sub>2</sub>-Belastung des deutschen Strommix. An dritter und vierter Stelle stehen der Kraftstoffverbrauch mit 22 % und Heizöl mit 15 %. Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeherzeugung selbst keine CO<sub>2</sub>-Emissionen anfallen. Ihr Anteil ist mit 0,6 % an den Gesamtemissionen äußerst gering.

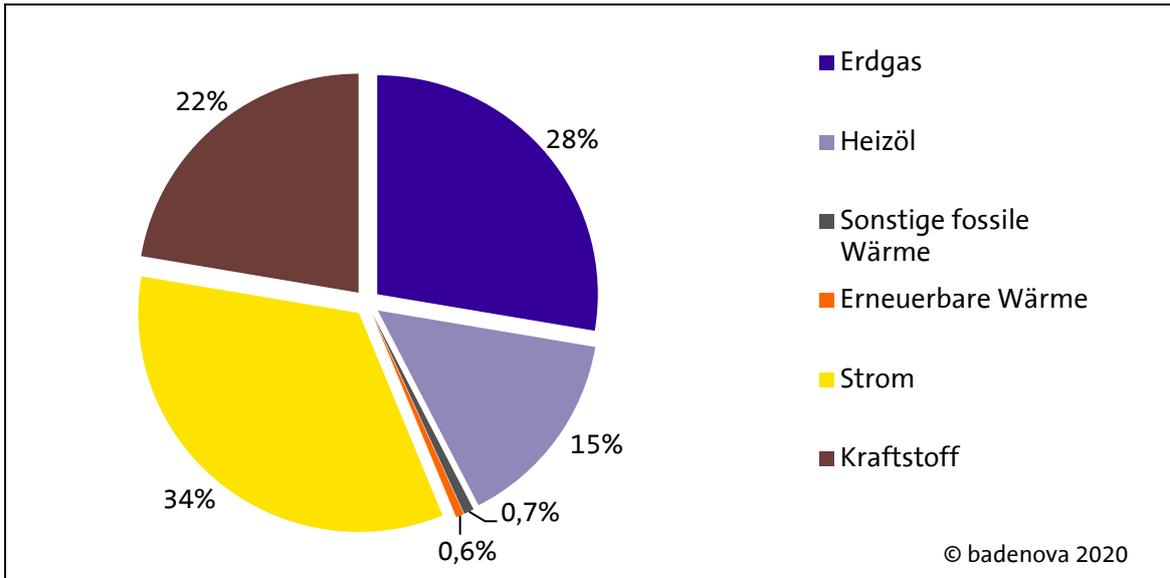


Abbildung 23 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern

Abbildung 24 zeigt die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird besser sichtbar, dass der Kraftstoffbedarf für den Verkehr vergleichsweise geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen in Ihringen verursacht, wenn der Vergleich mit den privaten Haushalten gesehen wird. Die Grafik zeigt außerdem den Einfluss des Strom- und Heizölverbrauchs im Sektor private Haushalte auf die Gesamtbilanz.

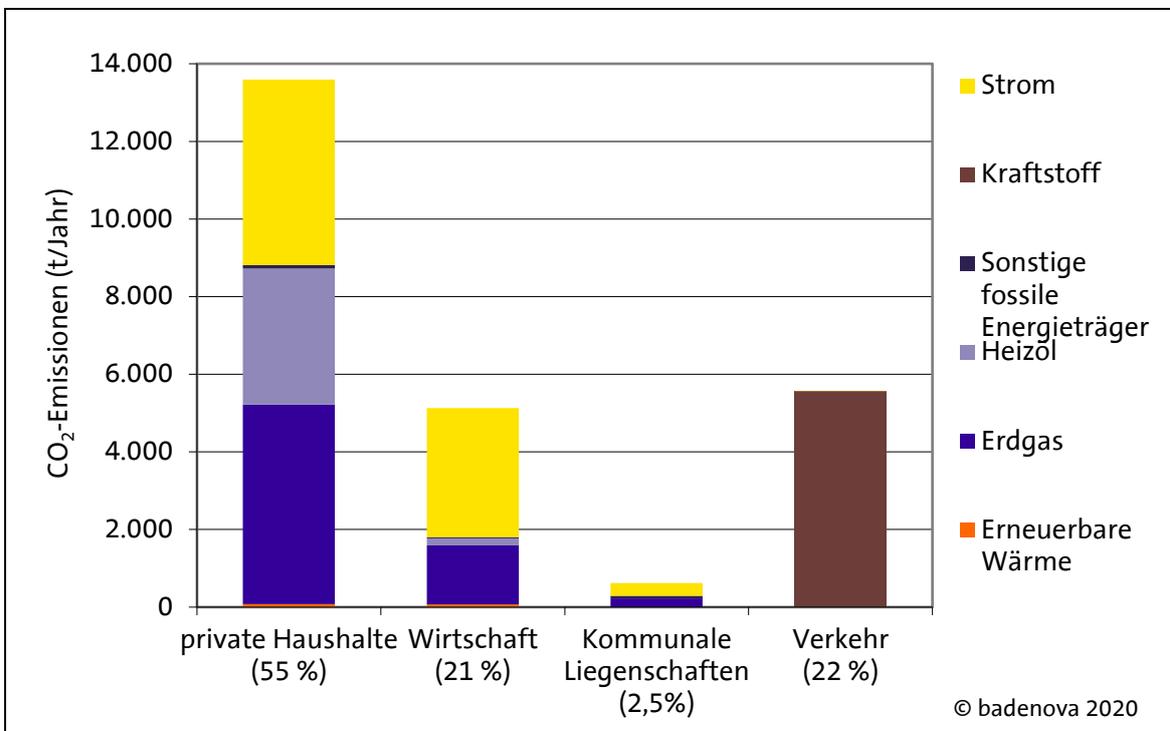


Abbildung 24 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften haben in Ihringen im Jahr 2017 622 t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Darin enthalten ist die Straßenbeleuchtung mit 141 t CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2017. Der Vergleich zwischen dem Gesamtenergieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften zeigt nochmal die verhältnismäßig hohe CO<sub>2</sub>-Belastung von Strom. Die drei Liegenschaften mit dem höchsten Energieverbrauch belegen auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen die ersten drei Plätze (vgl. Abbildung 25).

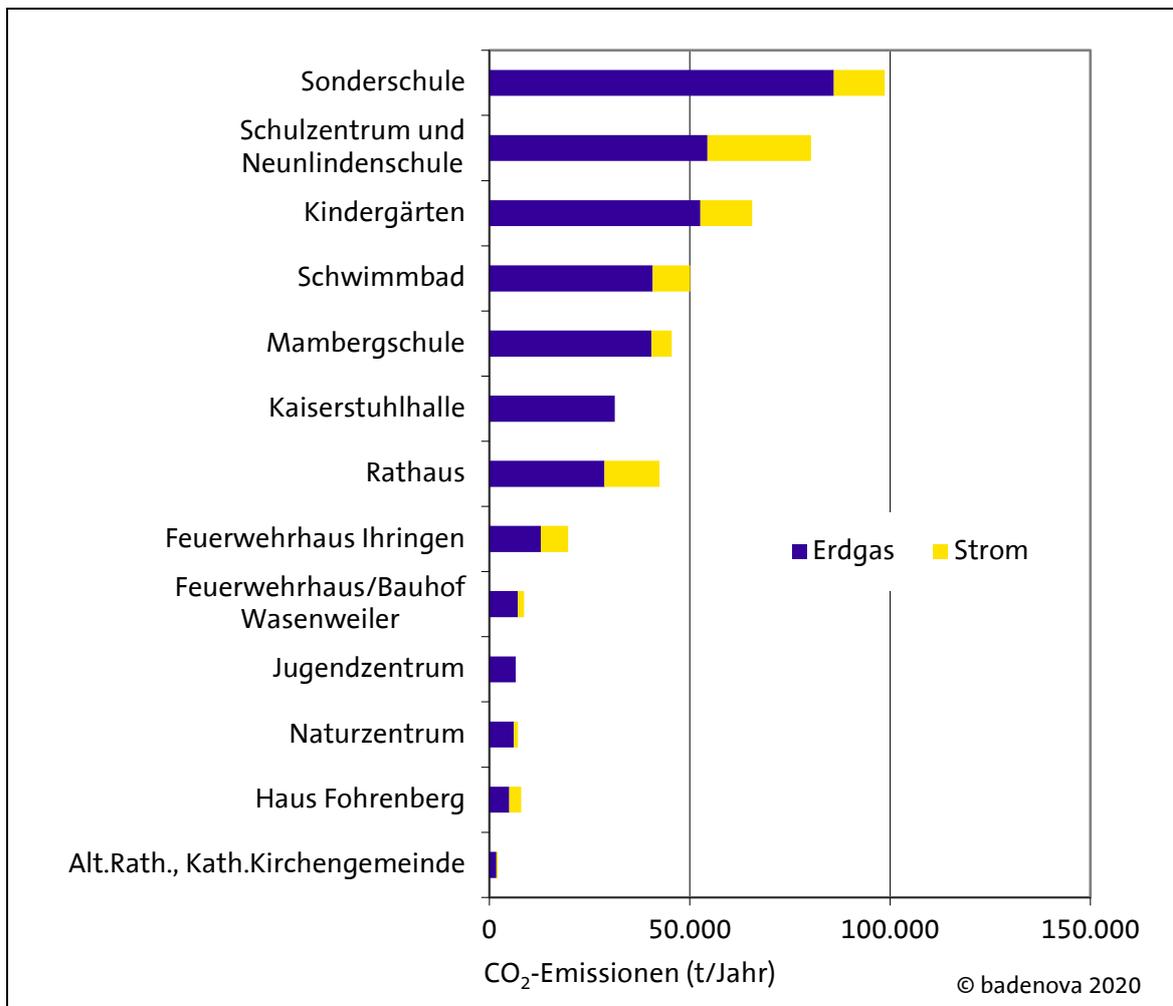


Abbildung 25 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Ihringen im Jahr 2017

Werden die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl gesetzt, verursachte jeder Bürger der Gemeinde Ihringen Emissionen von 4,1 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2017. Wird der individuelle Strommix der Gemeinde, der den lokal auf der Gemarkung produzierten Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, berücksichtigt, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf knapp 3,8 t CO<sub>2</sub>.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2017 pro Kopf durchschnittlich 6,3 t CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht, in Deutschland 9,0 t. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch

gewerbe- oder industrieintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO<sub>2</sub>-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz festgehalten und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen. Tabelle 4 stellt eine Übersicht der Datengüte und Belastbarkeit gemäß dem BICO<sub>2</sub> BW-Tool dar. Die Datengüte der Bilanz ist 77 %, womit die Ergebnisse belastbar sind (vgl. Kapitel 9.3.5).

2017	Ihringen	Baden-Württemberg	Einheit
<b>Kommune gesamt</b>			
Endenergie ohne Verkehr	10	18,7	MWh/Einwohner
CO <sub>2</sub> -Ausstoß Bundesmix	4,09	6,3	t/Einwohner
CO <sub>2</sub> -Ausstoß kommunaler Mix	3,83	k. A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	10,1	13,7	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	19,8	22,7	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	10,6	11,0	%
<b>Private Haushalte</b>			
Stromverbrauch	1,3	1,5	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	5,7	5,6	MWh/Einwohner
CO <sub>2</sub> -Ausstoß private Haushalte	2,2	2,3	t/Einwohner

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (2017)

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	84 %	Belastbar
Wirtschaft	Ca. 50 %	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Verkehr	53 %	Relativ belastbar
<b>Gesamtbilanz</b>	<b>77 %</b>	<b>Belastbar</b>

Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

## 4. Potenziale erneuerbarer Energien

### 4.1 Solarenergie

#### 4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Ihringen hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche die Nutzung von Sonnenenergie lohnenswert macht. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei ca. 1.150 kWh und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, 2020b).

Mit 20 % Anteil an der Stromerzeugung leistete die Photovoltaik im Jahr 2017 bereits einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die nachweislich vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 1.937 m<sup>2</sup> können 1,5 % der Wärmeversorgung decken. Dies umfasst jedoch nicht den gesamten Anlagenbestand. Der Anteil wird daher mit einem Entwicklungsfaktor hochgerechnet und erreicht dann in der Bilanz für Ihringen ca. 3 % der Wärmeversorgung.

Um das weitere Ausbaupotenzial der Solarenergie in der Gemeinde Ihringen genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial ermittelt und ausgewertet. Hierzu wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zurückgegriffen (LUBW, 2018a; vgl. Methodik 9.4). Bereits installierte Anlagen wurden abgezogen.

#### 4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung des Solarpotenzials ergab, dass 81 % der potenziellen Modulflächen als gut oder sehr gut geeignet eingeschätzt werden (vgl. Tabelle 5). Diese Dächer können aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder mit Photovoltaikanlagen genutzt werden. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Prüfung vor Ort möglich.

Dachausrichtung	Gesamtfläche	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	13.014 m <sup>2</sup>	10 %
Gut geeignet	91.410 m <sup>2</sup>	71 %
Bedingt geeignet	23.455 m <sup>2</sup>	18 %

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Ihringen (Datengrundlage: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg)

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial ermittelt wurde, ist in Abbildung 26 ein Ausschnitt aus dem Solaratlas dargestellt. Die Eignungsklasse der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.



Abbildung 26 – Auszug des Solarkatasters der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien:

- Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird.
- In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden<sup>3</sup>. Beide Szenarien sind in Abbildung 27 dargestellt.

<sup>3</sup> Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

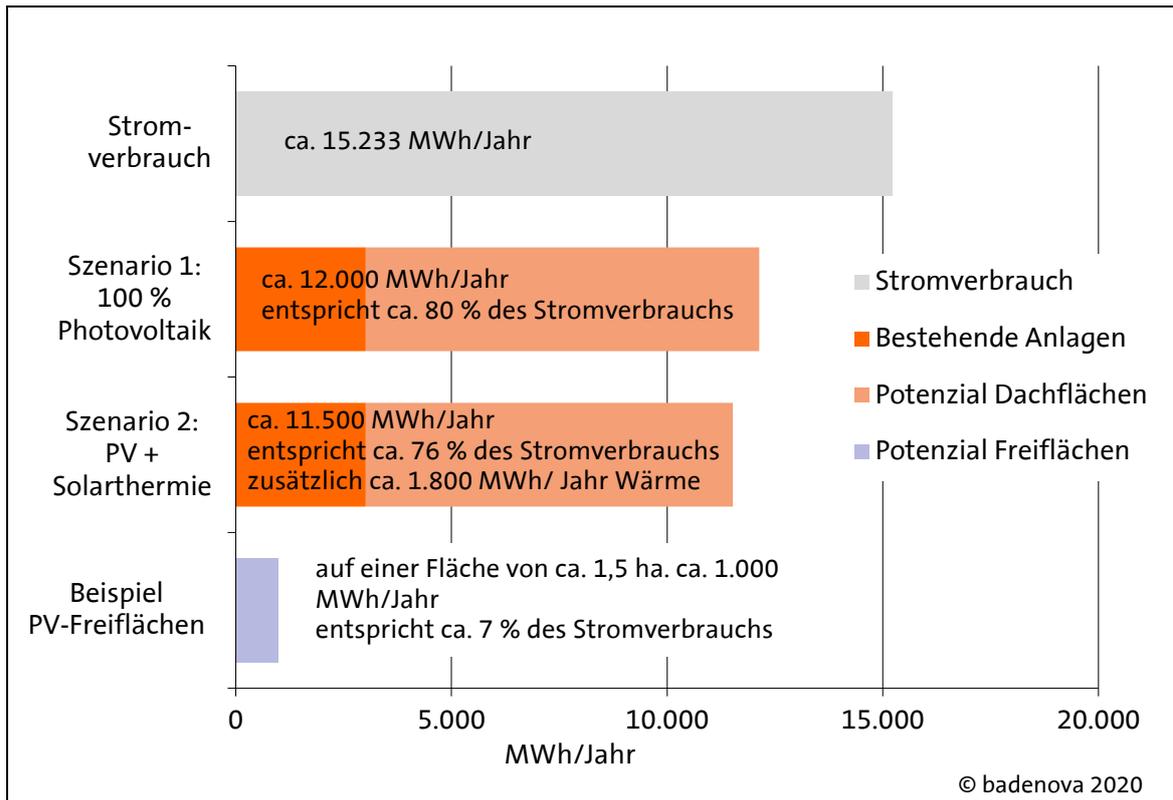


Abbildung 27 – Solarpotenziale der Gemeinde Ihringen

Zusammenfassend lassen sich aus den beiden untersuchten Szenarien folgende theoretische Schlussfolgerungen ziehen:

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf 80 % bzw. ca. 12.000 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 7 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 11.500 MWh/Jahr und entspricht 76 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass die Gemeinde Ihringen theoretisch drei Viertel des gesamten Stromverbrauches eines Jahres durch PV-Anlagen vor Ort decken könnte. Somit liegt ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt 6.238 t CO<sub>2</sub>-Emissionen/Jahr vermieden werden. Der weitere Zubau von PV-Modulen wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage, der Preisentwicklung der Module und Batterien sowie natürlich von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen.

### 4.1.3 Exkurs: PV-Freiflächenpotenziale

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW, 2018a).

Abbildung 28 stellt einen Auszug des PV-Freiflächenpotenzialatlas der Gemeinde Ihringen dar und zeigt die Freiflächen, die theoretisch für PV-Nutzung nach dem EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) geeignet sind. Demnach sind mehre Flächenabschnitte entlang der Bahnlinie für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen geeignet. Diese liegen südwestlich von Ihringen sowie im Abschnitt zwischen Ihringen und Wasenweiler. Laut Energieatlas BW sind davon 51,7 ha als geeignet eingestuft und 18 ha als bedingt geeignet. Bedingt geeignet bedeutet, dass diesen grundsätzlichen Potenzialflächen bestimmte Restriktionen entgegenstehen, aufgrund derer mit Einschränkungen oder Auflagen zu rechnen ist (z.B. in Naturschutz-, Landschaftsschutz- oder Überschwemmungsgebieten) (LUBW, 2018a).

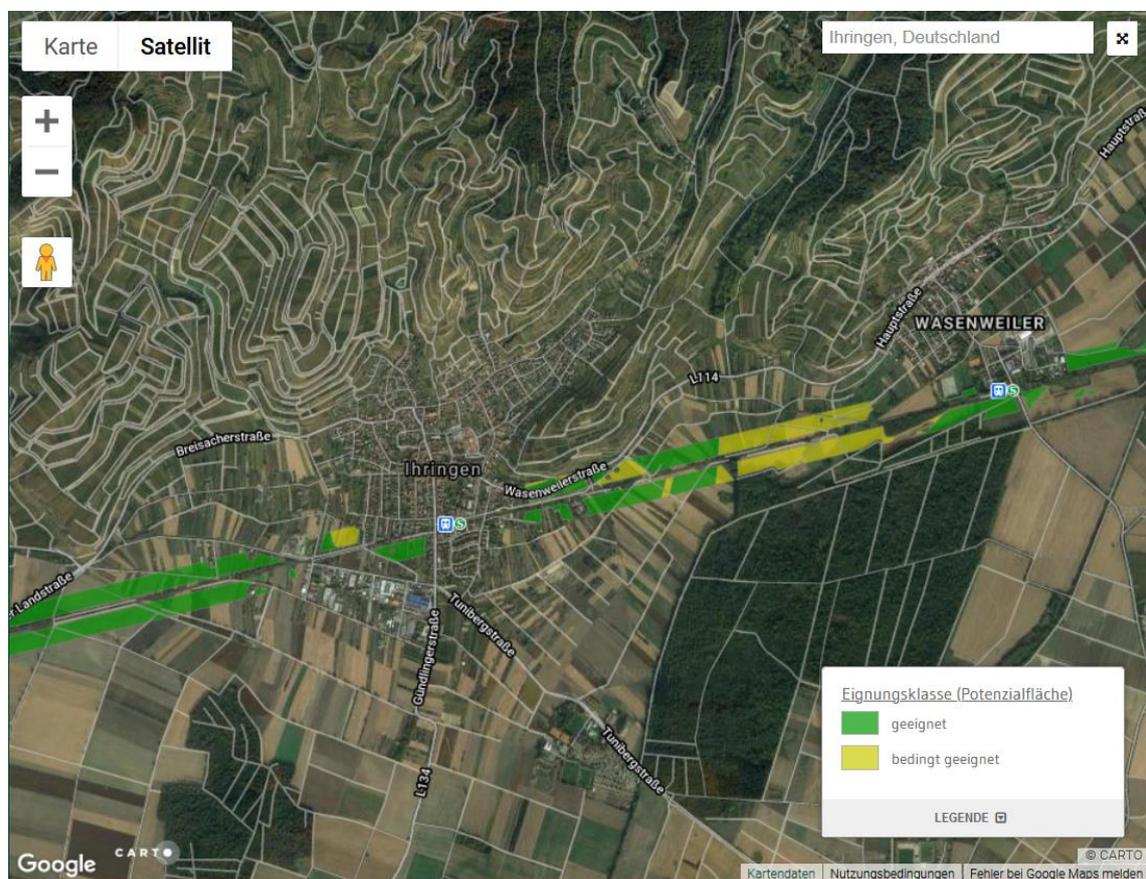


Abbildung 28 – Auszug der Karte des PV-Freiflächenpotenzials der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg)

Die dargestellten Potenziale geben lediglich einen Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der PV auf Freiflächen vor Ort. Eine detaillierte Einzelfallprüfung wird dennoch in jedem Fall notwendig sein. Würde die Gemeinde 1,5 ha der geeigneten Flächen für PV-Anlagen nutzen, dann könnten damit – nur der Orientierung wegen – gut 7 % des Stromverbrauchs, also 1.000 MWh/Jahr abgedeckt werden.

## 4.2 Energie aus Biomasse

### 4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse in 2017 in Deutschland einen Anteil von 87 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 24 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2018). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 29). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

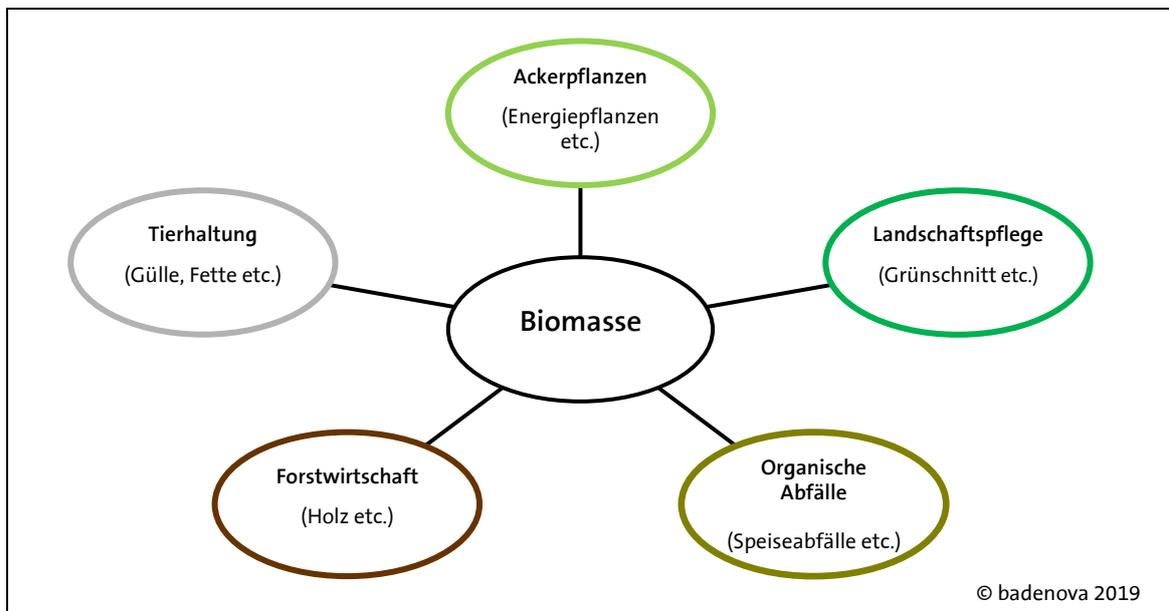


Abbildung 29 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet der Gemeinde Ihringen durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Massenaufkommen sowie die derzeitigen Verwertungskonzepte und die jahreszeitliche Verteilung mit in die Datenerhebung ein. Technische Potenziale werden vor diesem Hintergrund zunächst ohne Berücksichtigung aktueller Verwertungspfade oder von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beziffert.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen oder Verpackungsmaterialien,

überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

#### 4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Gemeinde Ihringen werden auf einer Fläche von 422 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2017). Auf 80 % dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut, davon hauptsächlich Körnermais und Winterweizen. Die restlichen Flächen werden für den Anbau von Gerste genutzt.

Reststoffe der Körnermaispflanzung stellen mit umgerechnet ca. 1.650 MWh/Jahr das größte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe dar. Reststoffe der Körnermaisproduktion sind die Stängel und Blätter, die in der Regel entweder zum Humusaufbau auf dem Feld verbleiben oder in Form von Silage der Tierernährung dienen. Getreidestroh (Winterweizen-, Roggen-, Haferstroh) kommt auf ca. 67 MWh/Jahr und Kartoffelabfälle auf 11 MWh/Jahr verfügbares Energiepotenzial.<sup>4</sup>

Neben den Ackerflächen werden in Ihringen weitere 86 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in Ihringen ein Energiepotenzial von über 398 MWh/Jahr auf.

Eines der bedeutendsten Biomassepotenziale ist durch den weiträumigen Weinanbau gegeben. Rund 533 ha werden auf der Gemarkung Ihringen und Wasenweiler als Rebland genutzt. Nach dem Keltern bleibt ein Pressrückstand zurück, der sogenannte Traubentrester. Er umfasst Kerne, Schalen und teilweise Rispen. Traubentrester wird meistens als Dünger in den Weinberg ausgebracht, eignet sich aber gut als Biogassubstrat. Am Ende des Biogasprozesses entsteht ein hochwertigerer Dünger sowie Strom und Wärme. Ähnlich fällt bei Obstanlagen (78 ha) Obsttrester an. Gemeinsam weisen diese Trester in Ihringen ein Energiepotenzial von 1.040 MWh/Jahr auf.

Insgesamt ergibt sich ein theoretisches Gesamtpotenzial von ca. 4.850 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen und Weinanbau. Die prozentualen Anteile der entsprechenden Energiepotenziale aus Reststoffen aus dem Ackeranbau sind in Abbildung 30 dargestellt.

---

<sup>4</sup> Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Ihringen auf zehn Haupterwerbslandwirte und 23 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

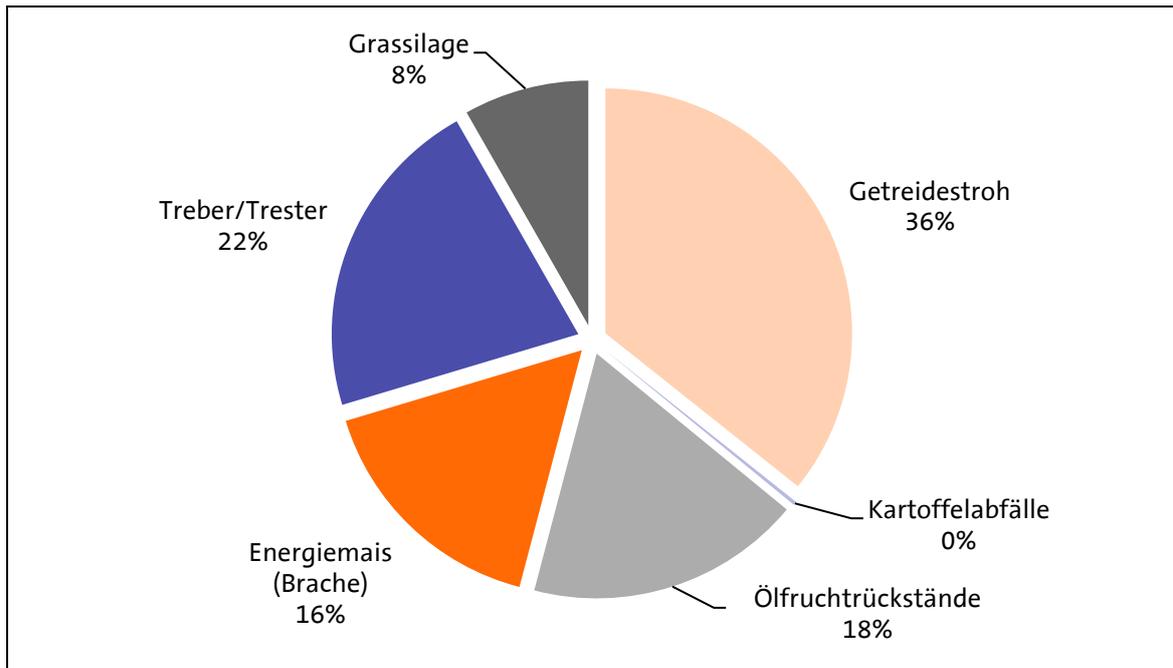


Abbildung 30 – Anteile am verfügbaren Gesamtenergiepotenzial von 4.850 MWh/Jahr aus Reststoffen von Ackerbaupflanzen, Rebland, Obstanbau und Grassilage

#### 4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Somit kann eine Biogasanlage in den biologischen Kreislauf von Pflanzenanbau, Futtermittelgewinnung, Tierhaltung und Düngung integriert werden und es wird eine zusätzliche Wertschöpfungsstufe durch die Erzeugung von Strom und Wärme geschaffen. Bei einer effizienten Nutzung von Gülle oder Festmist als Biogassubstrat sind kurze Transportwege zu beachten. In der Regel lohnt sich der Transport von Gülle aufgrund ihres hohen Wasseranteils nicht, weshalb die Erschließung dieses Potenzials nur teilweise wirtschaftlich möglich ist.

In Ihringen gibt es nur sehr wenig Nutztierhaltung, weshalb dieser Form von Biomasse der Energiegewinnung keine Bedeutung zukommt.

#### 4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Abfallstoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Es konnten jedoch keine organischen Abfälle als energetische Potenziale für die Gemeinde Ihringen identifiziert werden. Die Nutzung der organischen Abfälle aus Biotonne und der Gartenabfälle birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 1.439 MWh/Jahr. Die Verwertung in einer Biogasanlage in Ihringen wird in dieser Studie jedoch ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald liegt. Diese werden bereits in einer Biogasanlage der Reterra in Freiburg verwertet (ALB, 2014).

#### 4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Das theoretische Biogaspotenzial summiert sich in der Gemeinde Ihringen auf einen Gesamtwert von ca. 4.850 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 1.843 MWh/Jahr entsprechen würde und einer Biogasanlage mit ca. 270 kW<sub>el</sub> Leistung<sup>5</sup>. Das größte theoretische Potenzial besteht, wie oben beschrieben, in der energetischen Nutzung der Reststoffe des Körnermaisbaus sowie des Wein- und Obstanbaus.

In dieser Studie weitgehend unberücksichtigt bleiben allerdings konkurrierende, insbesondere bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können. Bisher vernachlässigt ist außerdem ein möglicher Standort für eine Biogasanlage, der – je nach Lage und bestehender Infrastruktur - Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hätte. Besonders bei der energetischen Nutzung der tierischen Exkrememente ist zu beachten, dass diese auf mehrere Betriebe verteilt sind und damit die Mengen pro Betrieb so gering sind, dass eine wirtschaftliche Nutzung in einer Biogasanlage nicht möglich ist.

In einem weiteren Schritt wäre eine projekt- und standortbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, die die vorher genannten Punkte berücksichtigt.

#### 4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsbereichen der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In der Gemeinde Ihringen beläuft sich die Waldfläche auf 554 ha, die fast ausschließlich in Staats- und Privatbesitz sind. Nur ein kleiner Anteil von 24 ha ist Gemeindewald. Ein kleiner Anteil des eingeschlagenen Holzes wird energetisch genutzt und als Hackschnitzel (100 fm) verwendet. Es sind keine relevanten und wirtschaftlichen Potenziale vorhanden.

### 4.3 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde der Energieatlas des LUBWs herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient (LUBW, 2018b). Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit<sup>6</sup>, auch immissionsschutzrechtliche The-

---

<sup>5</sup> Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Volllaststunden ausgelegt. Elektrischer Wirkungsgrad von 38 %, thermischer Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

<sup>6</sup> Der Windatlas des Landes baut auf flächendeckenden Berechnungen auf. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu der tatsächlichen Windleistungsdichten an den spezifischen Standorten gibt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass letztlich die Windhäufigkeitsverteilung und nicht die Höhe der mittleren Windgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb einer

men wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten.

Gemäß dem LUBW-Windatlas verfügt die Gemeinde Ihringen auf ihrer Gemarkung nach heutigem Stand der Technik über einen windhöffigen Standort im Bereich des Neunlindenturmes (Liliental), entlang der Vogtsburger Gemarkung. Dort wird ein maximaler Wert von  $415 \text{ W/m}^2$  in 160 m Höhe angegeben. Abbildung 31 zeigt einen großflächigen Kartenausschnitt der Gemeinde und farblich gekennzeichnete Windleistungsdichten.

Allerdings wurde das Thema Windkraftnutzung am Kaiserstuhl bereits ausgiebig diskutiert und letztlich aufgrund des Naturschutzes im Jahr 2014 aufgegeben.

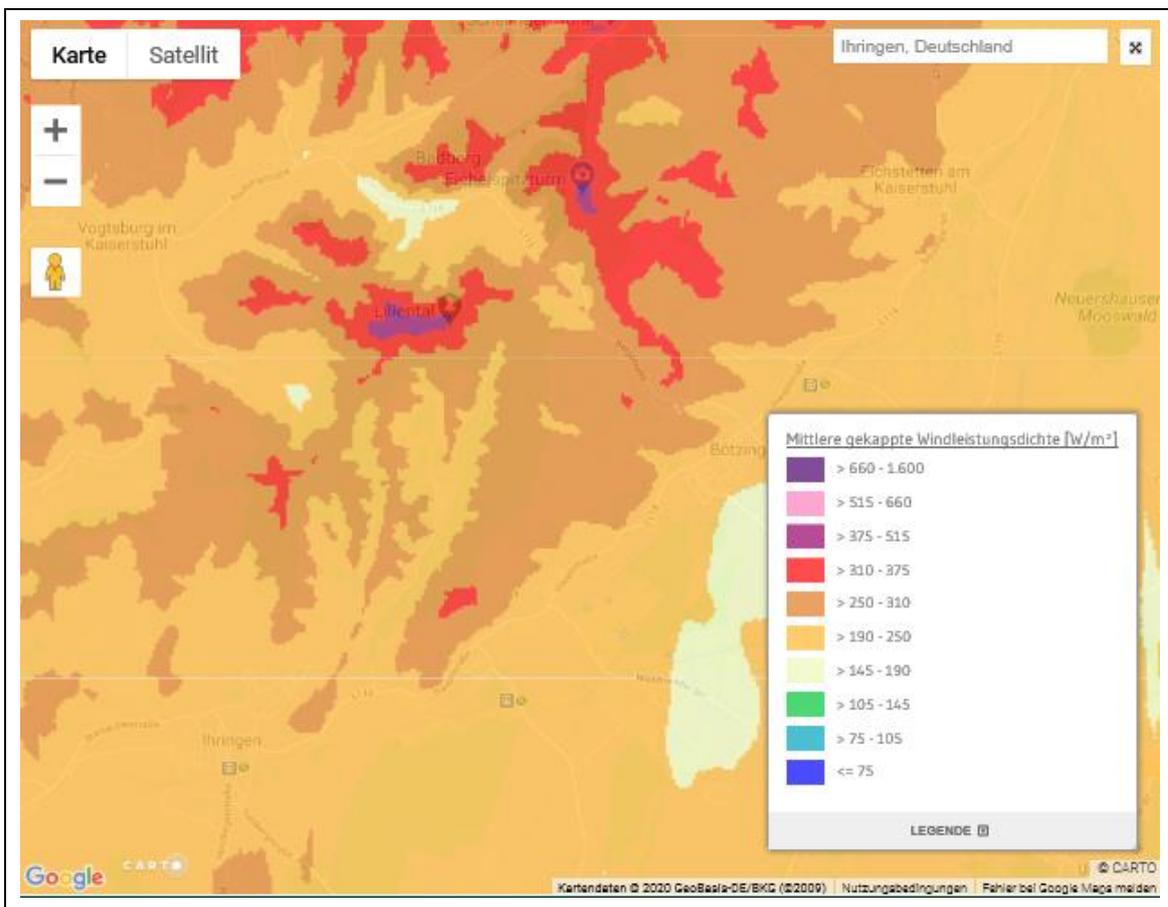


Abbildung 31 – Auszug des Energieatlas für Windpotenziale der Gemeinde Ihringen (Quelle: LUBW, 2019, Energieatlas Baden-Württemberg)

Anlage ausschlaggebend ist. Zur Berechnung des energetischen Windertrages sind daher Langzeitmessungen der Windgeschwindigkeit nötig.

## 4.4 Wasserkraft

Laut dem Energieatlas des LUBWs besteht in der Gemeinde Ihringen kein Wasserkraftpotenzial (LUBW, 2018c).

## 4.5 Geothermie

### 4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Synonym: Erdwärme). Sie findet ihre Anwendung in der Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen, aber auch bei technischen Prozessen. Umgekehrt unterstützt die Technik auch Kühlungsprozesse. Vor allem die Kombination von Heiz- und Kühlprozessen ergibt sehr wirtschaftliche und klimaschonende Anwendungen.

Auf dem Gebiet der Geothermie lassen sich drei wesentliche Techniken und ihre speziellen Anwendungen abhängig von der Eingriffstiefe unterscheiden:

1. Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei  $< 25^{\circ}\text{C}$ )
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6.000 m Tiefe bei  $> 25^{\circ}\text{C}$ )
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit  $> 100^{\circ}\text{C}$ )

In der Gemeinde Ihringen kann die oberflächennahe Geothermie genutzt werden. Für größere Gebäude oder für Gebäudegruppen eignet sich die am Grundwasser gekoppelte Wärmepumpe, die einen größeren Leistungsbedarf abdeckt. Einfamilienhäuser können vor allem die Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme nutzen. Tiefengeothermische Potenziale lassen sich nur mit Bohrungen bis in mehreren 1.000 m Tiefe nutzbar machen.

Oberflächennahe Geothermie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches bspw. das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. In Abbildung 32 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe effizient auch mit der Außenluft betreiben. Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten zunehmend höhere Marktanteile auf.

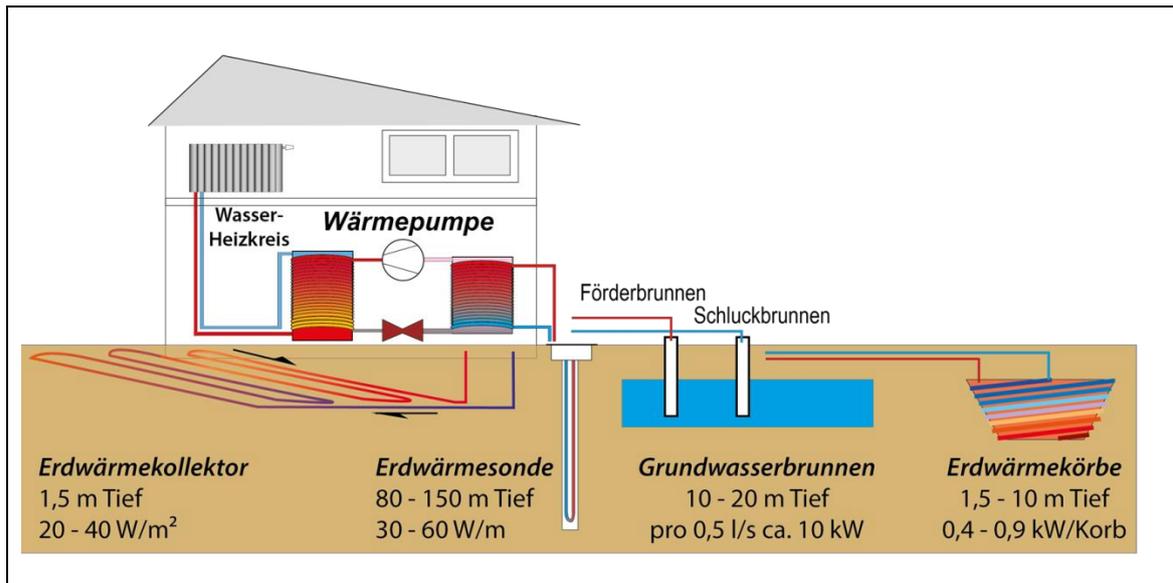


Abbildung 32 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Die Gemeinde Ihringen liegt am südlichen Rand des Kaiserstuhls, östlich - und somit auf der Hochscholle - der Inneren Grabenrandverwerfung. Der geologische Untergrund wird im Hangenden von einer bis 20 m mächtigen Lage quartärer Lockersedimente und im Liegenden von den Gesteinen des Tertiärs aufgebaut (Abbildung 33). In Letzteren können Anhydrit führende Schichten auftreten, allerdings ist die Gefahr eines Wasserzutritts aus dem Liegenden durch artesisch gespanntes Grundwasser nicht gegeben. Das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. handhabt das Anliegen von Bohrungen in das Tertiär sehr restriktiv. Aus diesem Grund wird jede Anfrage auf Bohrerlaubnis im Einzelfall bewertet.

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB, 2020) mindestens 9 Erdwärmesonden-Anlagen mit insgesamt 22 Sonden für die Gemeinde Ihringen registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall bis zu 129 m. Kumulativ wurden für Erdwärmesonden mindestens 1.960 m erbohrt.

Die quartären Lockersedimente sind gute Grundwasserleiter. Aus diesem Grund könnten auch Grundwasser-Wärmepumpensysteme betrieben werden, vorausgesetzt es gibt keine wasserrechtlichen Restriktionen. Allerdings befinden sich die bebauten Anteile der Gemarkung Ihringen und Wasenweiler nicht im Wasserschutzgebiet.

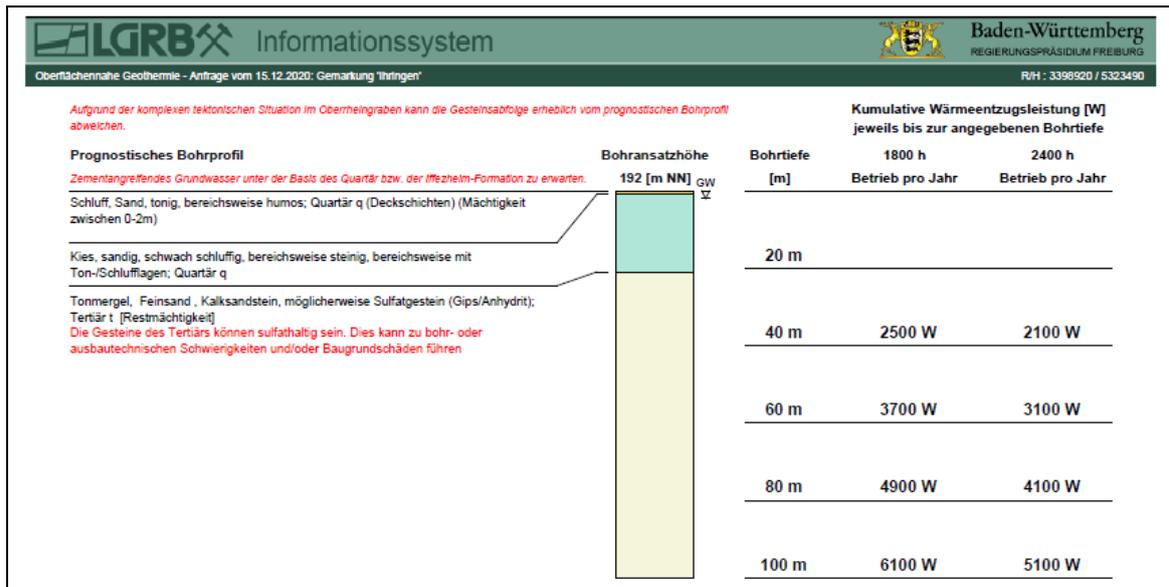


Abbildung 33 – Prognostiziertes Bohrprofil im Gebiet Ihringen (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg)

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

#### 4.5.2 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für Ihringen ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.5 erläutert.

Die Ergebnisse des Geothermiekatasters zeigen, dass theoretisch 36 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 120 m langen Sonden abgedeckt werden könnten. Viele Wohngebäude benötigen mindestens zwei oder sogar bis zu vier Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten sehr stark an.

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die nach 1969 gebaut wurden. In dieser Zeit wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude mit einem Baualter zwischen 1969 und 1994 eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sogenannte „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist durchschnittsweise in Abbildung 34 für Erdwärmesonden mit bis zu 120 m Länge dargestellt.

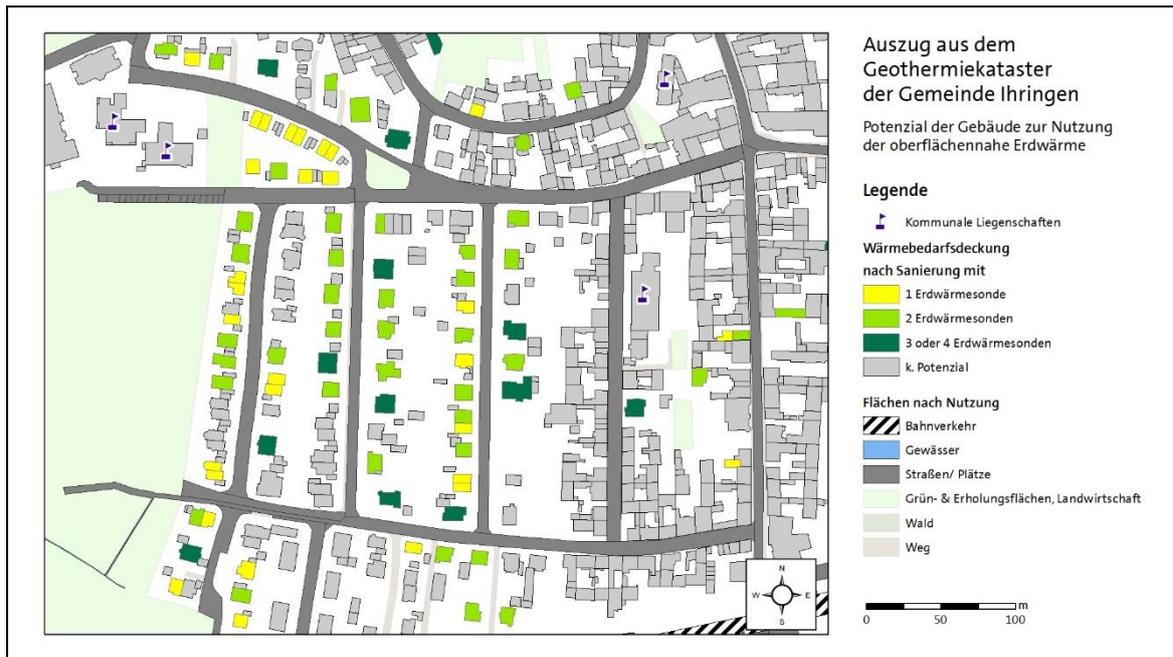


Abbildung 34 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Ihringen

Unter diesen Voraussetzungen können gut 22 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs der Gemarkung Ihringen und Wasenweiler mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden (auf den heutigen Wärmeverbrauch bezogen sind dies nur 17 %). Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 6 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	120 m
<b>Theoretisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen, ohne Sanierung der Gebäude	36 %
<b>Technisch-ökonomisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen nach Sanierung der Gebäude	22 % (17 %*)
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	6 %

Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs (\*bzw. Wärmeverbrauchs) in Ihringen

Unberücksichtigt bleibt die Nutzung des Grundwassers zum Betreiben einer Wärmepumpe, da dieses Potenzial im Rahmen der Methodik nicht zu bestimmen ist. In Abbildung 34 und bei Gesamtbetrachtung des Geothermiekatasters ist zu erkennen, dass sich das nutzbare geothermische Potenzial auf einzelne Quartiere konzentriert. Viele Gebäude benötigen mehr als eine Erdwärmesonde zur vollständigen Bedienung des Wärmebedarfs. Lassen sich solche oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmenutzung.

## 4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in der Gemeinde Ihringen

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

### Solarenergie

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Ihringen bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Strom- und Wärmeversorgung leisten könnte.

### Biomasse/Biogas

- Die vorhandenen Reststoffe, vor allem aus Getreidestroh sowie Trester, könnten in einer Biogasanlage verwertet werden. Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich damit zwar ein technisches Biogaspotenzial für eine Biogasanlage mit ca. 250 kW<sub>el</sub> ableiten, aber nach heutigem Kenntnisstand kein wirtschaftlich nutzbares.

### Holz

- Die lokalen Energieholzpotenziale aus dem Gemeindewald werden bereits genutzt. Bisher ungenutzter Zuwachs verbleibt vor allem aus Gründen der Ökologie und Nachhaltigkeit im Wald. Der Großteil des Waldes ist in Staats- oder Privatbesitz.

### Windkraft

- Aufgrund des Naturschutzes sind keine nutzbaren Ausbaupotenziale für die Windkraft in der Gemeinde vorhanden.

### Wasserkraft

- In der Gemeinde sind keine Wasserkraftpotenziale gegeben.

### Geothermie

- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in mehreren Fällen bereits zur Wärmegewinnung genutzt und könnten deutlich weiter ausgebaut werden.

Auf die sich hieraus ergebenden Handlungsfelder wird im folgenden Kapitel 5 eingegangen.

## 5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Gemeinde Ihringen direkt zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen führen und die Bemühungen der Gemeinde beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Thematisch unterscheidet die Studie drei grundsätzliche Handlungsfelder:

- Energieeinsparung
- Energieeffizienz und
- Ausbau der erneuerbaren Energien.

Als Vergleichswert und für ein besseres Verständnis, welchen klimapolitischen Einfluss zusätzliche Maßnahmen in Ihringen hätten, wurden die energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes Baden-Württembergs für diese Zusammenfassung herangezogen.

### 5.1 Erneuerbare Energien

#### 5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

Der jährliche Stromverbrauch der Gemeinde Ihringen lag im Jahr 2017 bei 15.233 MWh und wurde bereits zu 20 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt. Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Ihringen besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte der Stromverbrauch zu 80 % gedeckt werden. Hinzu kommt das theoretische Potenzial für Biogas, so dass insgesamt der heutige Stromverbrauch zu 88 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Ihringen somit das angestrebte Ziel des Landes Baden-Württemberg für 2050 erreichen (vgl. Abbildung 35).

Gegenüber dem deutschen Strommix im Jahr 2017 wäre dies eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von über 5.218 t im Jahr, die sich die Gemeinde in ihrer CO<sub>2</sub>-Bilanz gutschreiben könnte. Dadurch würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Gemeinde um 22 % bzw. um 0,9 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner und Jahr verringern.

Insbesondere der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarenergie ist daher ein wichtiges und vor allem realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde weiterhin verankert sein sollte.

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 5.218 t/Jahr - 22 %**

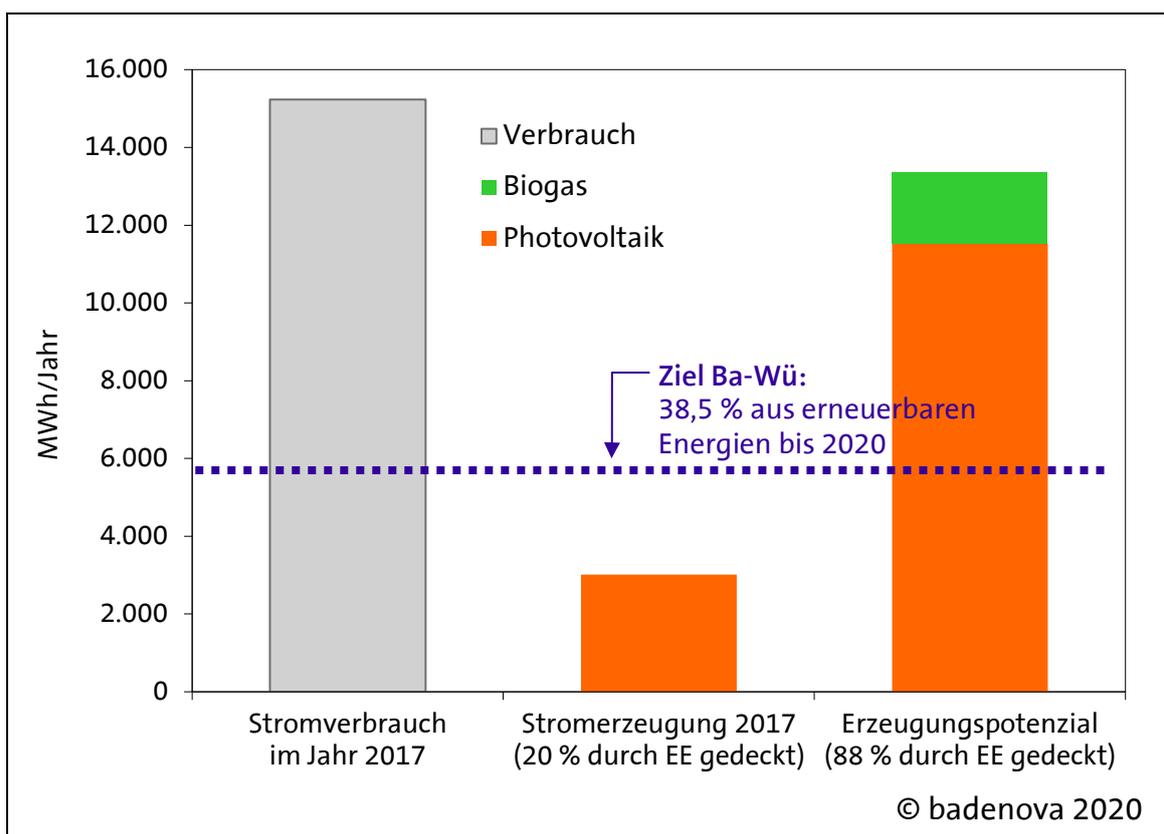


Abbildung 35 – Aktueller Stromverbrauch in Ihringen im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

### 5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen vor allem die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während die zusätzliche Nutzung von lokalem Energieholz nur sehr beschränkt möglich ist (vgl. Abbildung 36).

Der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte in Ihringen betrug im Jahr 2017 rund 35.000 MWh. Davon wurden bereits 7 % aus erneuerbaren Energiequellen (Energieholz, Geothermie und Solarthermie) erzeugt.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde Ihringen könnten ca. 1.759 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für den Warmwasserbedarf der Haushalte erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermiepotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 31 % des Wärmeverbrauchs decken. Ziel der Landesregierung war es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 21 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale und der gleichzeitigen Senkung des Wärmeverbrauchs liegt dieses Ziel für die Gemeinde Ihringen für die nächste Dekade im Bereich des Möglichen.

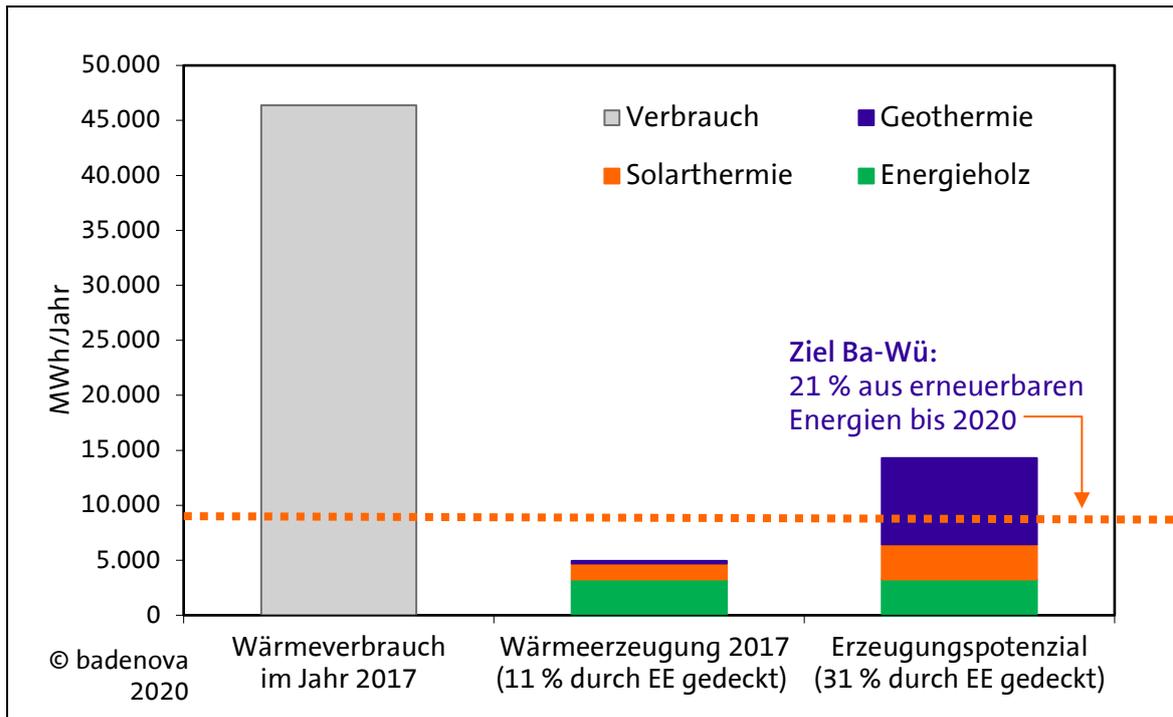


Abbildung 36 – Aktueller Wärmeverbrauch in Ihringen im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 1.193 t/Jahr - 5 %**

Abbildung 36 macht deutlich, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um signifikante CO<sub>2</sub>-Einsparungen und gesetzte Klimaziele zu erreichen.

## 5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

### 5.2.1 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch auch jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Heizkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen. Konkret bedeutet dies, dass der Austausch alter Kessel in diesem Fall den Energiebedarf um 3 % senken könnte.

Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas). Im Jahr 2017 wurden in Ihringen 25 % des Wärmeverbrauchs durch Heizöl erzeugt. Eine Umstellung dieses Energieträgers auf Erdgas würde 5 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Ihringen einsparen.

Zusätzlich zu diesem deutlichen Einsparpotenzial ergeben sich durch die Effizienzsteigerungen beim Heizungstausch gleichzeitig weitere CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Die Gemeinde weist einen hohen Ausbaugrad des Erdgasnetzes auf, mit dem die Umstellung von Heizöl auf Erdgas in vielen Wohnbereichen möglich ist.

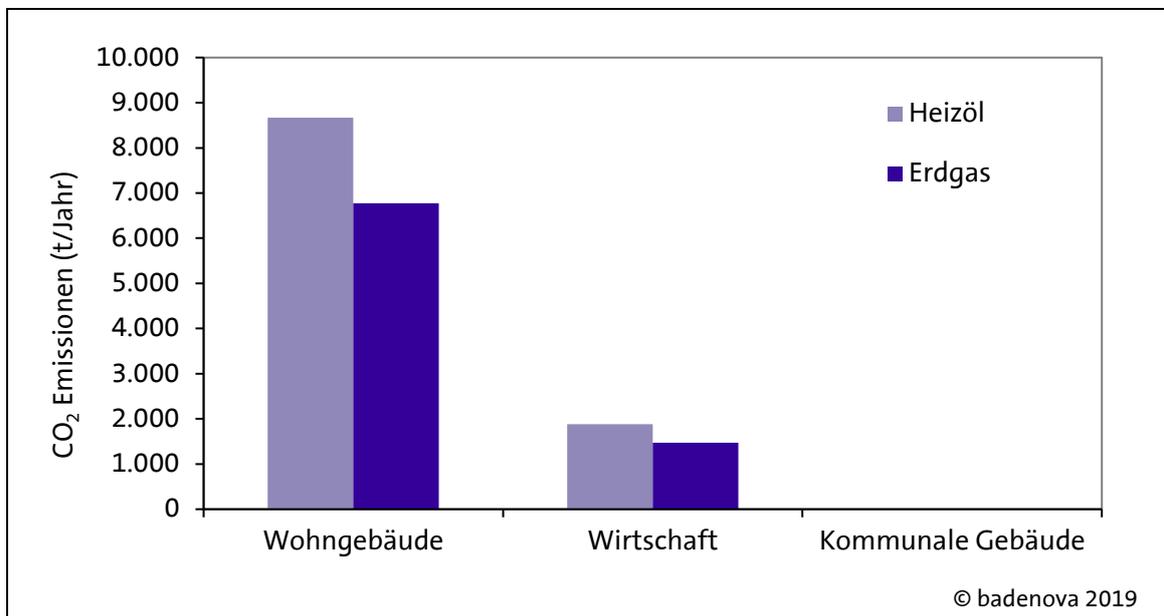


Abbildung 37 – CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 1.450 t/Jahr - 6,5 %**

Unabhängig vom Baualter bietet der Heizungspumpentausch deutliche Einsparpotenziale. Viele Heizungsanlagen – sowohl ältere als auch jüngere – werden mit falsch eingestellten, zu großen oder energetisch ineffizienten Heizungspumpen betrieben. Es wird geschätzt, dass ca. 84 % aller Heizungspumpen in Deutschland veraltet sind. Der Austausch oder die Justierung dieser Pumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich daher bereits nach zwei bis fünf Jahren. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

### 5.2.2 Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015). In der Gemeinde Ihringen sind bereits mindestens 3 Anlagen in privaten Haushalten, Gewerbebetrieben und kommunalen Liegenschaften installiert, jedoch decken diese erst 2,2 % des Wärmebedarfs und 3,6 % des Stromverbrauchs der Gemeinde. Damit ist noch ein weiterer Ausbau nötig, um das Landesziel, 20 % des Stromverbrauchs mit KWK-Anlagen zu decken, in Ihringen zu erreichen (vgl. Abbildung 38).

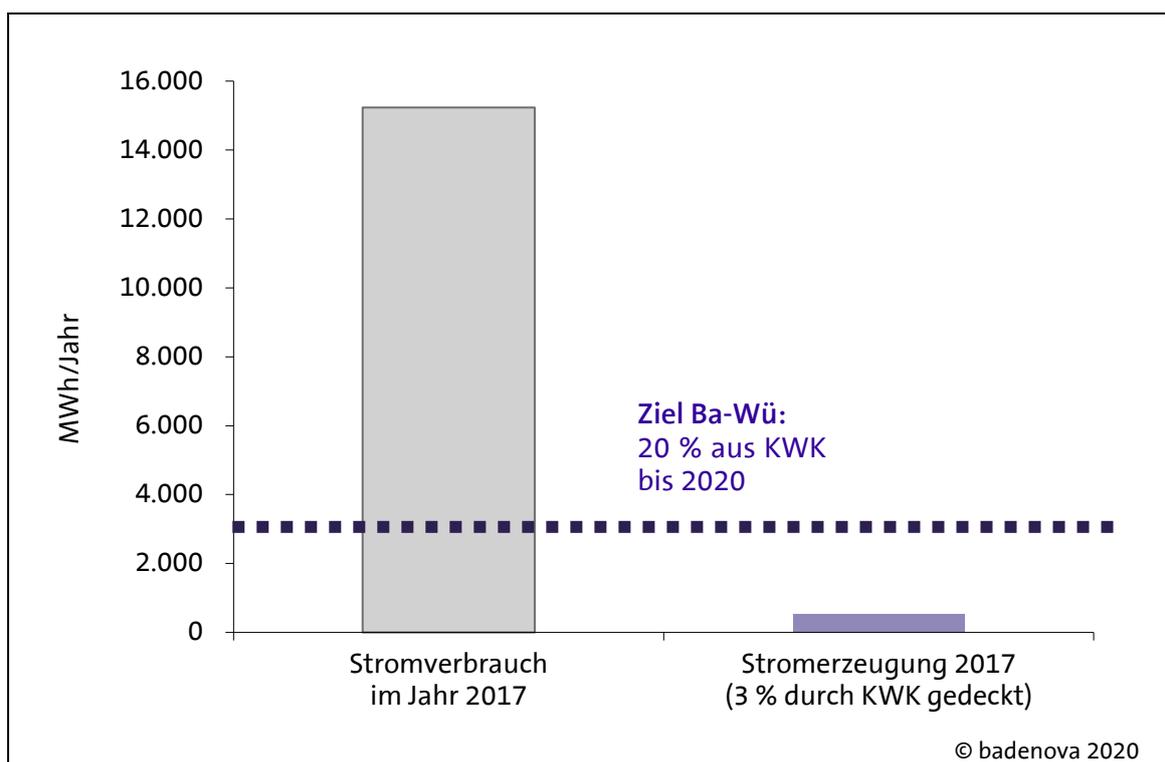


Abbildung 38 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch

Für den Aufbau von Nahwärmeverbünden bzw. KWK-Anlagen bestehen in der Gemeinde Ihringen generell Potenziale. Insbesondere in Kombination mit Sanierungs- und Quartierskonzepten in Bereichen mit großen Verbrauchern können Potenziale genauer identifiziert und untersucht werden (vgl. Kapitel 5.3.2). Bei anstehenden Heizungssanierungen von kommunalen Liegenschaften sollte der potenzielle Einsatz von KWK-Anlagen und ein möglicher Aufbau eines Nahwärmenetzes geprüft werden.

Das kommunale Nahwärmenetz am Schulzentrum/Kaiserstuhlhalle bietet möglicherweise Potenzial zur Erweiterung, indem ein Wärmenetz kreisförmig durch das zentrale Ortsgebiet mit der KWK-Anlage der Winzergenossenschaft verbunden wird. Diese Option könnte in Zukunft Gegenstand einer Untersuchung sein.

Neben den privaten Haushalten sollte besonders in Gewerbebetrieben der Einbau von KWK-Anlagen weiter vorangetrieben werden. Durch Öffentlichkeitsarbeit und der Vernetzung von Ihringer Unternehmen können die Betriebe die notwendigen Informationen erhalten. Der Umstieg auf KWK-Anlagen wird ihnen somit erleichtert.

## 5.3 Energieeinsparung

### 5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 39 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in Ihringen (mittig), das mögliche Einsparpotenzial (rechts) sowie das Ziel der Bundesregierung (Pfeile) dargestellt. Ihringen verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch.

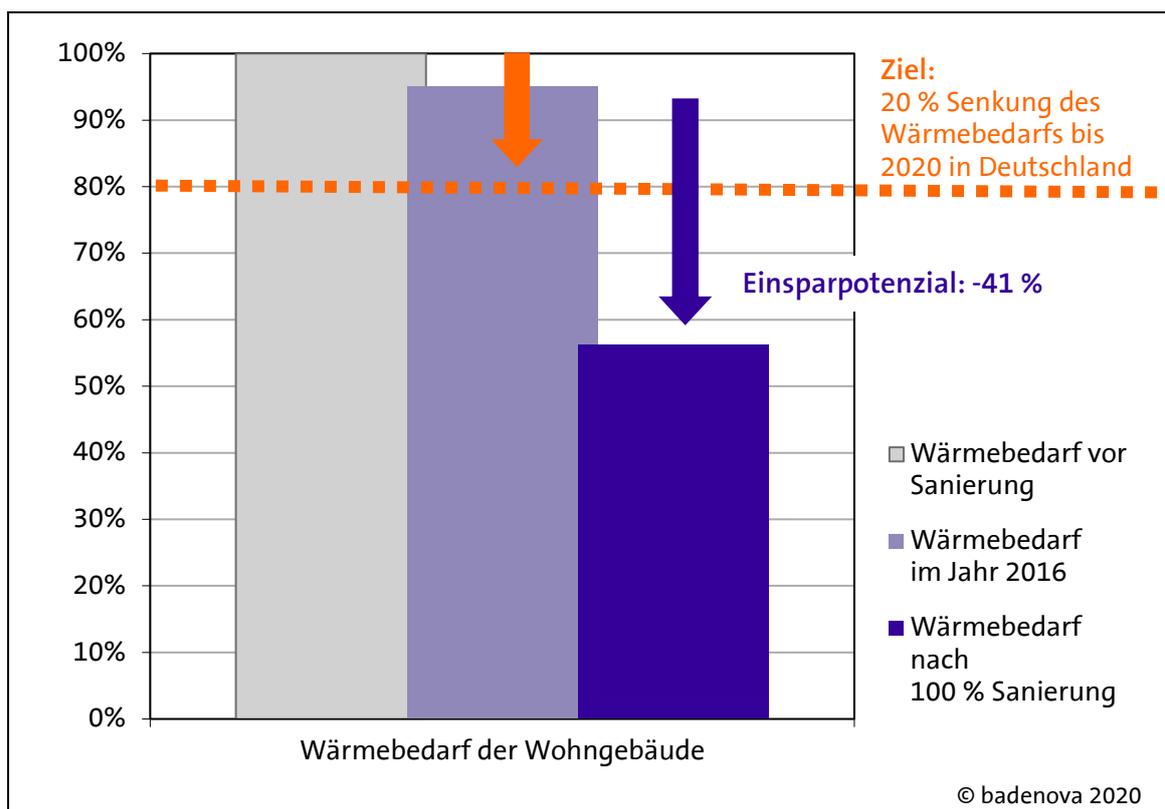


Abbildung 39 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials wurden, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), durch Begehungen vor Ort erhoben. Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen Verbrauchsdaten. Ob also ein Gebäude als sanierungswürdig oder nicht eingestuft wird, hängt nach dieser Auswertung nicht vom individuellen Verbrauch seiner Bewohner oder Nutzer ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Ihringen wurden 70 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Ihringen alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes GEG modernisiert werden, könnte man mindestens 41 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude einsparen (vgl. Abbildung 39). Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

Zu berücksichtigen ist jedoch bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeverbrauchs, dass der Einfluss der Gemeindeverwaltung auf Dämm- und Sanierungsmaßnahmen privater Wohnungsbesitzer gering ist. Allerdings ist es wichtig,

dieses Potenzial ebenfalls aufzugreifen, da alleine durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 3.685 t/Jahr - 16%**

### 5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte

Wichtig hinsichtlich der Steigerung von Sanierungsraten und Verringerung und Optimierung der Wärmeverbräuche sind Maßnahmen, in denen die Gemeinde als Initiatorin und Impulsgeberin agiert, so wie dies bei Sanierungs- und Quartierskonzepten der Fall ist. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

Integrierte Quartierskonzepte analysieren den energetischen Ist-Zustand eines ausgewählten Quartiers und zeigen auf, welche Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen. Darauf aufbauend werden unter Einbindung der lokalen Akteure individuelle Klimaschutzmaßnahmen formuliert. Der Fokus der Konzepte liegt dabei auf den zwei zentralen Handlungssträngen energetische Sanierung und Energie- und Wärmelösungen. Die Durchführung von Quartierskonzepten wird von der KfW-Bank zu 65 % gefördert.

Ein Areal, welches für eine solche Studie interessant wäre, ist das Zentrum (vgl. Abbildung 40). Dort sind hohe Baualter der Gebäude vorzufinden, für die Vollsanierungen vermutlich mit hohen Investitionskosten einhergehen. Deren Anschluss an ein Nahwärmenetz, welches das Schulzentrum und die Winzergenossenschaft mit einbindet, könnte im erheblichen Maße Energie einsparen oder effizienter nutzbar machen.

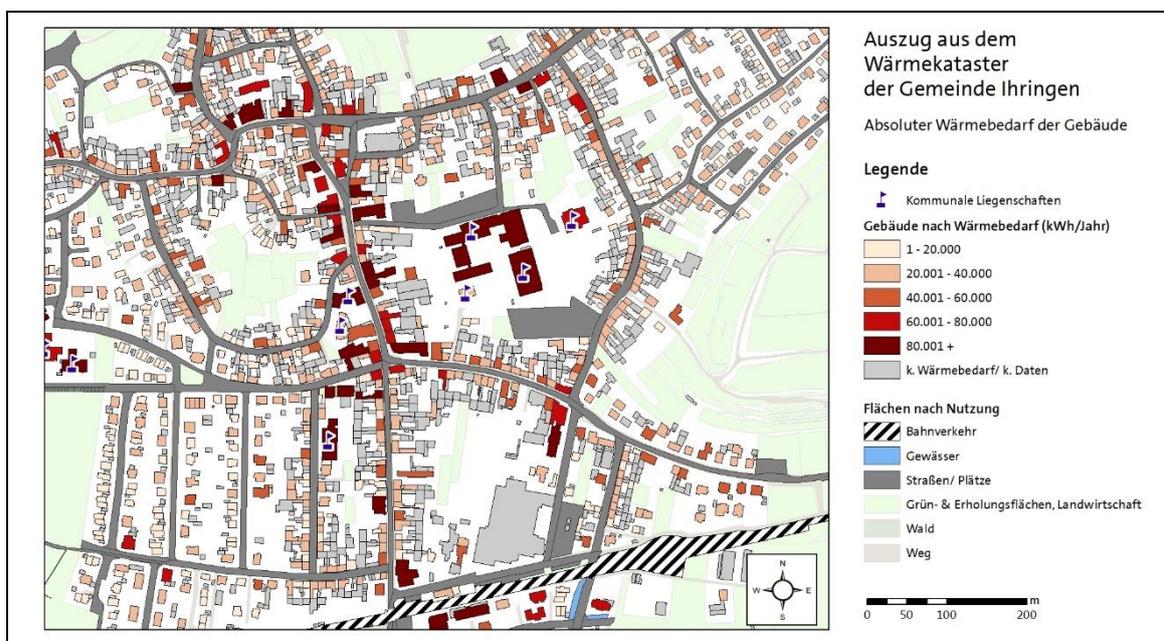


Abbildung 40 – Auszug des Wärmekatasters: Spezifischer Wärmebedarf auf Gebäudeebene

### 5.3.3 Energiekonzepte für Neubaugebiete

Nicht nur im Bestand gibt es Handlungsbedarf, auch zukünftige Wohngebiete sollten vorausschauend geplant werden. Die Gebäude, die heute gebaut werden, stehen mehrere Jahrzehnte. Dies gilt auch für die Variante der Wärmeversorgung, welche jetzt schon die CO<sub>2</sub>-Belastung von morgen vorbestimmt. Hinzu kommen immer komplexere gesetzliche Vorgaben, die von Kommunen beachtet werden müssen.

Durch eine sinnvolle Kombination aus energetischem Gebäudestandard und Wärmeversorgung können nicht nur CO<sub>2</sub>-Emissionen dauerhaft niedrig, sondern auch die Kosten für die zukünftigen Bewohner auf einem maßvollen Niveau gehalten werden. So können nachhaltige und langfristige Lösungen geschaffen werden, die an die Situation vor Ort optimal angepasst sind.

Im Rahmen eines Energiekonzepts für Neubauquartiere könnte die Gemeinde Ihringen eine Beratung in Anspruch nehmen, um eine Entscheidungshilfe für die Planung klimafreundlicher und zukunftsfähiger Wohngebiete zu erhalten.

Außerdem kann die Gemeinde durch Beratung und Bauvorgaben an die Bauträger und zukünftigen Gebäudeeigentümer Einfluss auf den zukünftigen energetischen Standard im Quartier nehmen. Beispielsweise könnte im Rahmen des Grundstücksverkaufs vertragsrechtlich ein bestimmter Gebäudeenergiestandard (z.B. Passivhaus-Standard) oder die Errichtung einer PV-Anlage bei Neubauten vereinbart werden.

### 5.3.4 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Austoß ist mit einem Anteil von einem Fünftel an den Gesamtemissionen der Gemeinde ein wichtiger Faktor der Klimabelastung der Gemeinde. Um die verkehrsbedingten Emissionen zu reduzieren, sollten deshalb die Grundsätze der Verkehrsplanung – Verkehr vermeiden, verlagern und schließlich umweltfreundlicher gestalten – berücksichtigt werden.

Um den Umstieg vom privaten PKW auf das Fahrrad und den ÖPNV in der Gemeinde Ihringen zu erleichtern, könnten ein Fahrradwegeausbau und andere verkehrstechnische Maßnahmen nötig sein, wie sie bereits im Rahmen des Gemeindeentwicklungskonzepts 2035 als Handlungsfelder hervorgehoben wurden. Ziel muss sein, die Anbindung der einzelnen Quartiere an den Bahnhof Ihringen zu verbessern. Mit der Zunahme an Pedelec-/E-Bike-Fahrern sollten auch die Fahrradpendelstrecken in die nahe gelegenen Gemeinden ausgebaut werden, so dass auch ein Teil des Berufsverkehrs auf das Pedelec/E-Bike verlagert werden kann.

Auch der Aufbau des Carsharings trägt dazu bei, die Abhängigkeit vom privaten PKW zu verringern.

Neben den beschriebenen Möglichkeiten zur Verkehrsverlagerung, kann außerdem über eine umweltfreundlichere Gestaltung des übrigen Verkehrs nachgedacht werden. Hier rückt zweifelsfrei die Elektromobilität in den Vordergrund. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor haben Elektrofahrzeuge den klaren Vorteil, dass beim Fahrbetrieb lokal keine CO<sub>2</sub>-Emissionen und nahezu keine NO<sub>x</sub>-Emissionen (Stickstoffoxide) auftreten. Auch fallen die Feinstaubemissionen und bei niedrigen Geschwindigkeiten auch die Geräuschemissionen wesentlich

geringer aus. Damit können Elektrofahrzeuge einen wichtigen Beitrag zur Entlastung von Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen leisten.

Zudem belegen aktuelle Studien den Klimavorteil von Elektroautos. Schon heute fallen die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Elektroautos – d.h. von der Herstellung bis zu Entsorgung – auch unter Verwendung des deutschen Strommix geringer aus als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (IFEU, 2017a). In Zukunft wird sich dieser Effekt durch den weiteren Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen noch verbessern. Um den Umweltvorteil von Elektroautos voll auszuschöpfen, sollte das Ziel dennoch sein, den Fahrstrom komplett mit Strom aus erneuerbaren Energien zu decken und auch im Produktionsprozess bei der energieintensiven Herstellung der Batterien auf erneuerbare Energien zu setzen.

Eine Möglichkeit das Thema Elektromobilität umfassend für die Kommune zu erörtern und daraus umsetzungsorientierte Maßnahmen abzuleiten, bietet die Erstellung kommunaler Elektromobilitätskonzepte, die derzeit vom Bund mit 80 % der Kosten gefördert werden.

## 6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Ihringen ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis für die nächsten Schritte gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Gemeinde bereits einige Potenziale identifiziert und Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen hat. Als Beispiele sind hier u.a. die komplette Modernisierung der Straßenbeleuchtung, die Nutzung von KWK und PV im Schulzentrum, die Sanierung von kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden sowie ganz allgemein der Ausbau der Photovoltaik zu nennen.

Trotz dieser positiven Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Ihringen weitere Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der Wärmeerzeugung durch Solarthermie- und Geothermieanlagen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen im Allgemeinen, Heizölheizungen im Speziellen sowie Heizungspumpen
- Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden im Wohngebäude- und Gewerbebereich sowie in kommunalen Liegenschaften, wenn möglich auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung oder erneuerbaren Energien
- Steigerung der Sanierungsraten, insbesondere bei Wohngebäuden
- Prüfung von nachhaltigen Energiekonzepten für Neubaugebiete
- Förderung und Stärkung umweltfreundlicher Mobilität

Die Datenbasis dieser Studie bietet zum einen eine Ausgangsbilanz der energetischen Situation vor Ort, die in Zukunft fortgeschrieben werden kann. So können Erfolge und Maßnahmen im Klimaschutz dokumentiert und sichtbar gemacht werden. Zum anderen bietet die Studie eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht, individuelle Fragestellungen der Gemeinde systematisch anzugehen.

Im nächsten Schritt gilt es, unter Einbindung der Bürger und lokalen Akteure, eine konkrete Klimaschutzstrategie für Ihringen sowie umsetzungsfähige Klimaschutzmaßnahmen auszuarbeiten. Mögliche nächste Bausteine wären hierzu beispielsweise die Einstellung eines Klimaschutzmanagers zur Erarbeitung eines Klimaschutzkonzepts, die detaillierte Betrachtung eines ausgewählten Bereichs zur Erarbeitung eines energetischen Quartierskonzepts oder die Umsetzung von Klimaschutzaktionen und Informationsveranstaltungen in der Gemeinde. Diese drei Bausteine sind in Abbildung 41 farblich dargestellt.

badenova bietet die Möglichkeit, den weiteren Klimaschutzprozess in der Gemeinde Ihringen sowie die Umsetzung von konkreten Maßnahmen zu begleiten.

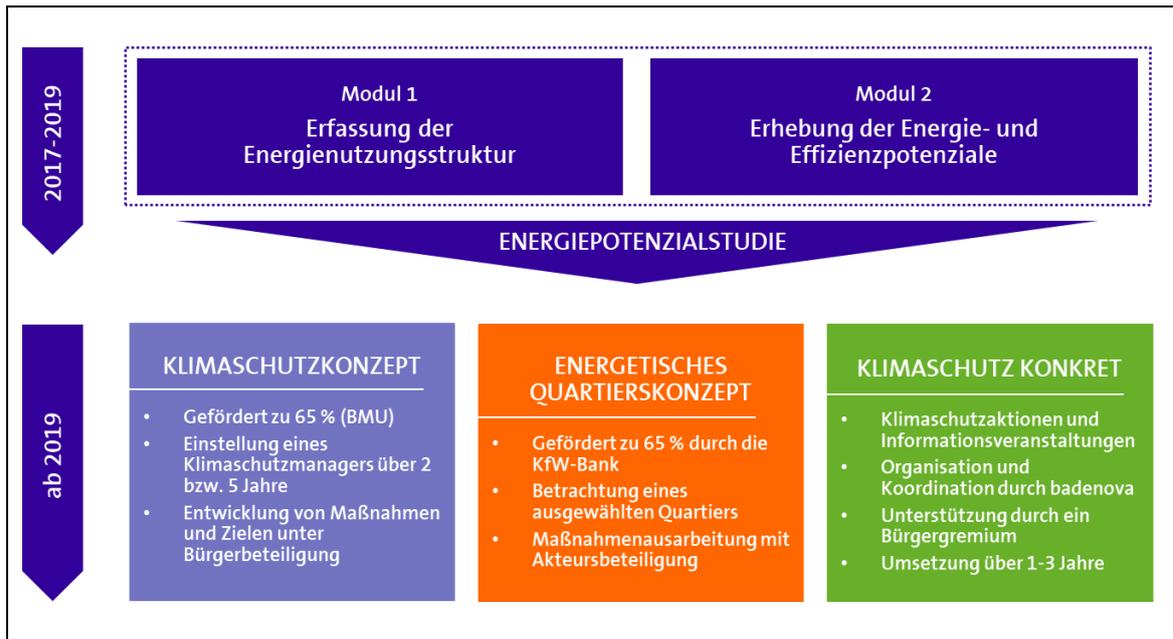


Abbildung 41 – Ausblick auf die nächsten Schritte zum lokalen Klimaschutz

## 7. Literaturverzeichnis

ABFALLWIRTSCHAFT LANDKREIS BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD (ALB) (2014). Abfallwirtschaftskonzept Landkreis Breisgau Hochschwarzwald 2015 bis 2019.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2018). Erneuerbare Energien in Zahlen. Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2017. Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) UND BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V. (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen im September 2015 unter <http://www.bkwk.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>.

BUSCH, M., BOTZENHART, F., HAMACHER, T., UND ZÖLITZ, R. (2010). GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. *GIS Science* (3), S. 117-125.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

FRITSCH, U.R. UND GREß, H.-W. (2016). Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2015. *Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH*, Darmstadt.

HAUSLADEN, G. UND HAMACHER, T. (2011). Leitfaden Energienutzungsplan. *Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern*, München.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2012). Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BICO2 BW: Endbericht. Heidelberg.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2018). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Emissionsfaktoren.

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2017b). Einfluss der Herkunft des getankten Stroms. Zuletzt abgerufen im Juli 2018 unter <http://www.emobil-umwelt.de/index.php/umweltbilanzen/einflussgroessen/strommix>.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2005). Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze. Darmstadt.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). Climate Change 2014 – 5<sup>th</sup> Assessment Synthesis Report, Approved Summary for Policymakers.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2020). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG).
- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2019). Energieatlas Baden-Württemberg. Zuletzt abgerufen im Dezember 2020 unter <http://www.energieatlas-bw.de/sonne>.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2019a). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2015.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2019b). Solare Einstrahlung. Zuletzt abgerufen im Mai 2020 unter <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/hintergrundinformationen/solare-einstrahlung>.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2012). Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015). Landeskonzert Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2020). Die Energiewende im Überblick. Zuletzt abgerufen im Mai 2020 unter <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2017). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2019). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfragen für Ihringen. Zuletzt abgerufen im Mai 2020 unter <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>.

UMWELTBUNDESAMT (2012). Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.

UMWELTBUNDESAMT AUF BASIS AG ENERGIEBILANZEN (2019). Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen. Zuletzt abgerufen im Mai 2020 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren>

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2007). Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen. Stuttgart.

## 8. Glossar

<b>BAFA</b>	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
<b>CO<sub>2</sub></b>	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO <sub>2</sub> gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO <sub>2</sub> -Äquivalente umgerechnet werden
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Das deutsche Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
<b>EEQ</b>	Energie aus erneuerbaren Quellen
<b>EEWärmeG</b>	Das Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG) ist am 01.01.2009 in Kraft getreten. Es legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14 % der Wärme in Deutschland aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Jeder Eigentümer kann selbst entscheiden, welche Energiequelle er nutzen möchte. Alternativ zum Einsatz erneuerbarer Energien kann auch ein erhöhter Dämmstandard umgesetzt werden.
<b>Endenergie</b>	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
<b>fm</b>	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m <sup>3</sup> fester Holzmasse.
<b>Gebäudetypologie</b>	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.

<b>GEMIS</b>	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Werkzeug des Ökoinstituts Darmstadt zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
<b>IÖW</b>	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
<b>KEA</b>	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau, deutsche Förderbank
<b>kW</b>	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
<b>kWh</b>	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung: Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
<b>LUBW</b>	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
<b>MW</b>	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
<b>MWh</b>	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickstoffoxide: NO <sub>x</sub> ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO <sub>x</sub> -Emissionen.
<b>Nutzenergie</b>	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
<b>Primärenergieverbrauch</b>	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.

<b>Solarkataster</b>	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
<b>Strommix</b>	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
<b>ü. NN.</b>	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaulfläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
<b>Wärmekataster</b>	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
<b>WSchV</b>	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

## 9. Methodik

### 9.1 Gebäudetypologisierung

Anhand der Katasterdaten sowie den Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für jedes Gebäude der Gemeinde die Baualtersklasse und die Gebäudeart bestimmt. Nach der „Deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2005) können die Gebäude anhand dieser zwei Kriterien schließlich einem Gebäudetyp zugeordnet werden.

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 7).

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerkbau
bis 1918	Mauerwerkbau
1919 – 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
1949 – 1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
1958 – 1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
1979 – 1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
1984 – 1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
1995 – 2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
Nach 2002	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

Bei der Einteilung der Gebäude nach Gebäudearten spielt die Anzahl an Wohneinheiten die entscheidende Rolle. So werden folgende Gebäudearten unterschieden: Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung. Die Kriterien der Typen sind die Anzahl der Wohneinheiten. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilien-/Doppelhäusern und Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinander grenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten

- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Die Methode der Gebäudetypologisierung ermöglicht die Analyse des Energiebedarfs und der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Sie hat außerdem den Vorteil, dass der Energiebedarf eines Gebäudes unabhängig vom Bewohner- und Nutzerverhalten bestimmt werden kann.

## 9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, die für jedes Gebäude vor Ort erhoben wurden. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der Bewohner, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem.

## 9.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO<sub>2</sub> BW (Version 2.7) genutzt (IFEU). Die Version 2.9.1 ist für die Bilanzjahre 2009 bis 2017 ausgelegt. Die Bilanz wurde für das Jahr 2017 erstellt.

### 9.3.1 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählung-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der

Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2017 0,554 t/MWh beträgt (IFEU, 2018a).

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2017)
Kohle	36,6 %
Atomenergie	11,7 %
Erdgas	13,2 %
Wind	16,3 %
Biomasse	6,9 %
Solar	6,1 %
Wasser	3,1 %
Sonstiges	6 %

Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2017 (Quelle: AGEB)

### 9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden oder aus KWK erzeugt werden, wurden vom örtlichen Stromnetzbetreiber für die Jahre 2017 bis 2019 zur Verfügung gestellt. Hierbei wurden Angaben zur Anzahl der Anlagen, aggregierte Leistung in kW und eingespeiste Jahresmenge in der Gemeinde gemacht.

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO<sub>2</sub>-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der CO<sub>2</sub>-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Erzeugungsart	CO <sub>2</sub> -Ausstoß (t/MWh)	CO <sub>2</sub> -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,040	0,514
Wasserkraft	0,003	0,551
Biomasse	0,097	0,457
Windkraft	0,010	0,544

Tabelle 9 – CO<sub>2</sub>-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2018)

### 9.3.3 Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2017 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für das Jahr 2017 für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Gemeinde abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Gemeinde vorhandenen Heizanlagen. Diese Statistik lässt keine Rückschlüsse auf einzelne Feuerungsanlagen zu. Da die Schornsteinfegerdaten nicht vollständig für die Gesamtgemeinde vorlagen, wurden diese lokalen Daten lediglich zur Verifizierung, nicht aber zur Bilanzierung verwendet.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Der Bestand an oberflächennahen Geothermieanlagen wurde aus der Datenbank Wärmepumpenatlas.de abgefragt. Diese Datenbanken erfassen alle solarthermischen Anlagen bzw. Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanzreizprogramme gefördert worden sind. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen und Wärmepumpen bilden den Zustand im Jahr 2017 ab.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe im Rahmen einer Fragebogenaktion direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger stellt das CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU).

### 9.3.4 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden-Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2017). Diese werden im Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU) mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen je km Fahrt ausgewertet, um die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

### 9.3.5 Datengüte

Eine CO<sub>2</sub>-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2018).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirkungsvolle Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüten der einzelnen Angaben zu Verbräuchen pro Energieträger werden anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Bilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU, 2012).

## 9.4 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher jedem Bürger öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW, 2019).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf. Das Solarpotenzial der Flachdächer wurde in der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie anhand von Erfahrungswerten gesondert berechnet. Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeenergiepotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuft Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

## 9.5 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHAND-light V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.).

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m <sup>3</sup> K

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiefpotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand  $R_b$  berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 11 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius $r_b$	0,0675 m
Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand $R_b$	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für $r_b/H$ bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,48 / 8,58 / 11,98
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 12 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW, 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	41,4 / 37,9 / 33,2
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,6$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,9$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 13 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss

mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 14).

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m <sup>2</sup> / 36 m <sup>2</sup> / 169 m <sup>2</sup>

Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

## 10. Kartenmaterial

- Wärmekataster der Gemeinde Ihringen
  - Wärmebedarf der Gebäude, absolut (kWh/Jahr) und spezifisch (kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr)
- Sanierungskataster der Gemeinde Ihringen
  - Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung, absolut (kWh/Jahr) und spezifisch (kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr)
- Geothermiekataster der Gemeinde Ihringen
  - Potenziale zur Versorgung mit Erdwärme vor und nach Sanierung der Gebäude

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. für die Gemeindeverwaltung.

Dort enthalten ist auch eine CD mit einer digitalen Version dieser Studie und der oben genannten Karten.

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

---

badenova AG & Co. KG  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

#### Ihr Kontakt

Nina Weiß  
(Projektleiterin)

nina.weiss@badenova.de

Telefon: 0761 279-1129

Kommunale Klimaschutzberatung  
(Stabsstelle Energiedienstleistungen)

klimaschutzberatung@badenova.de

Telefon: 0761 279-1121