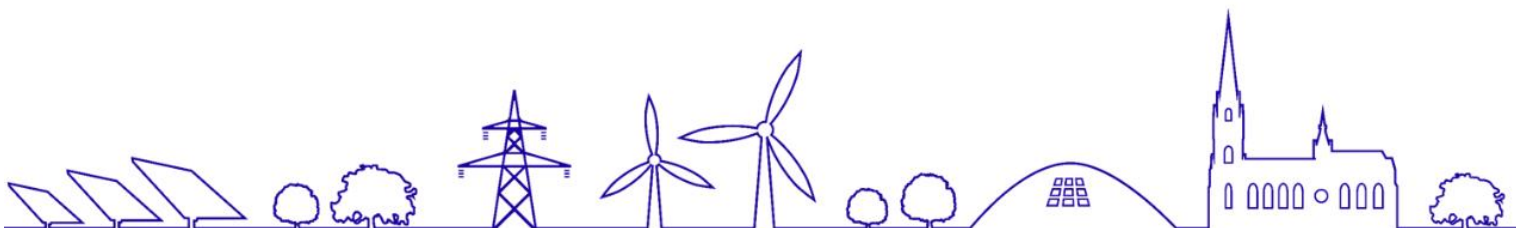


# Energiepotenzialstudie der Gemeinde Dogern

Abschlussbericht Oktober 2022



**Auftraggeberin:** Gemeinde Dogern  
Rathausweg 1  
79804 Dogern



**Erstellt durch:** bnNETZE GmbH  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg



**Verfassende:** Marc Krecher (Projektleiter)  
Simone Stöhr-Stojakovic

Freiburg, Oktober 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>I</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>VII</b>
<b>1. AUSGANGSLAGE</b> .....	<b>1</b>
1.1 GLOBAL DENKEN .....	1
1.2 LOKAL HANDELN .....	2
1.3 ENERGIEPOTENZIALSTUDIE .....	3
1.3.1 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i> .....	3
1.3.2 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i> .....	3
<b>2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE</b> .....	<b>5</b>
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET .....	5
2.2 KLIMASCHUTZ IN DOGERN .....	7
2.3 WOHNGBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR .....	7
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR .....	9
<b>3. ENERGIENUTZUNG UND CO<sub>2</sub>-BILANZ</b> .....	<b>11</b>
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG .....	11
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i> .....	11
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i> .....	14
3.1.3 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i> .....	15
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG .....	16
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i> .....	16
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i> .....	17
3.2.3 <i>Wärmekataster</i> .....	19
3.2.4 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i> .....	20
3.3 VERKEHR .....	21
3.3.1 <i>Energieverbrauch durch den Straßenverkehr</i> .....	21
3.3.2 <i>Energieverbrauch durch den Schienenpersonennahverkehr</i> .....	23
3.3.3 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs</i> .....	23
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG) .....	23
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i> .....	23
3.4.2 <i>Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	26
3.4.3 <i>Kennzahlen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	29
3.4.4 <i>Datengüte der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	29
<b>4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN</b> .....	<b>30</b>

4.1	SOLARENERGIE .....	30
4.1.1	<i>Hintergrund</i> .....	30
4.1.2	<i>Solarenergiepotenziale auf bestehende Dachflächen</i> .....	30
4.1.3	<i>Solarenergiepotenziale auf Freiflächen</i> .....	32
4.2	ENERGIE AUS BIOMASSE .....	33
4.2.1	<i>Hintergrund</i> .....	33
4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i> .....	34
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i> .....	35
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i> .....	35
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i> .....	35
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i> .....	35
4.3	WINDKRAFT .....	36
4.4	WASSERKRAFT .....	36
4.5	GEOTHERMIE .....	36
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i> .....	36
4.5.2	<i>Geothermiepotenzial</i> .....	38
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN DER GEMEINDE DOGERN .....	41
<b>5.</b>	<b>KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER</b> .....	<b>42</b>
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN .....	42
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i> .....	42
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i> .....	43
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ .....	45
5.2.1	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i> .....	45
5.2.2	<i>Bau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i> .....	45
5.2.3	<i>Elektrifizierung des motorisierten Straßenverkehrs</i> .....	46
5.3	ENERGIEEINSPARUNG .....	47
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i> .....	47
5.3.2	<i>Quartierskonzepte</i> .....	48
5.3.3	<i>Fortsetzung der energetischen Sanierung der kommunalen Liegenschaften</i> .....	48
5.3.4	<i>Energiekonzepte für Neubaugebiete</i> .....	48
5.3.5	<i>Reduzierung des motorisierten Verkehrs</i> .....	49
<b>6.</b>	<b>AUSBLICK</b> .....	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>GLOSSAR</b> .....	<b>53</b>
<b>9.</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>56</b>
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG .....	56
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER .....	57
9.3	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	57

---

9.3.1	<i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i> .....	58
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i> .....	58
9.3.3	<i>Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i> .....	59
9.3.4	<i>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs</i> .....	59
9.3.5	<i>Datengüte</i> .....	60
9.4	SOLARPOTENZIAL .....	60
9.5	GEOTHERMIEPOTENZIAL .....	61
<b>10.</b>	<b>KARTENMATERIAL</b> .....	<b>64</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht der Gemeinde mit den Gemarkungsgrenzen der Gemeinde Dogern (rot) (Quelle: OpenStreetMap & Contributors, 2021) .....	6
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Dogern .....	8
Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Dogern.....	9
Abbildung 4 – Gasleitungen (rot) in Dogern .....	10
Abbildung 5 – Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019) .....	11
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs in Dogern nach Betriebsarten (2019) .....	12
Abbildung 7 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung (2019).....	13
Abbildung 8 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2017-2021) .....	13
Abbildung 9 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011).....	15
Abbildung 10 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und aus KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2019.....	15
Abbildung 11 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019).....	17
Abbildung 12 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2019).....	17
Abbildung 13 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2019) .....	18
Abbildung 14 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2019) .....	19
Abbildung 15 –Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene von Dogern .....	20
Abbildung 16 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2019) .....	21
Abbildung 17 – Jahresfahrleistung in Dogern im Straßenverkehr nach Fahrzeugtyp (2019).....	22
Abbildung 18 – Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019).....	24
Abbildung 19 – Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Dogern nach Energieträger (2019) .....	24
Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (2019) .....	25
Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Dogern im Jahr 2019 .....	26
Abbildung 22 – Aufteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Dogern nach Sektoren (2019) .....	26
Abbildung 23 – Aufteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträgern (2019) .....	27
Abbildung 24 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern (2019) .....	28
Abbildung 25 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Dogern im Jahr 2019 .....	28
Abbildung 26 – Solarpotenziale auf Dachflächen in der Gemeinde Dogern .....	31
Abbildung 27 –Solarstromerzeugungspotenzial auf Freiflächen .....	33
Abbildung 28 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit.....	37
Abbildung 29 – Prognostiziertes Bohrprofil im Gebiet West-Dogern (Quelle: ISONG-Baden- Württemberg).....	38
Abbildung 30 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Dogern.....	39

---

Abbildung 31 – Aktueller Stromverbrauch in Dogern im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg .....	43
Abbildung 32 – Aktueller Wärmeverbrauch in Dogern .....	44
Abbildung 33 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial .....	47

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Dogern (STALA-BW, 2022).....	6
Tabelle 2 – Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in der Gemeinde Dogern (Quelle: STALA BW) .....	22
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz (2019).....	29
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	29
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Dogern (Datengrundlage: LUBW, 2022, Energieatlas Baden-Württemberg) .....	30
Tabelle 6 – Freiflächenpotenziale nach Standort und Eignungsklasse (Quelle: LUBW, 2018) .....	32
Tabelle 7 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs (*bzw. Wärmeverbrauchs) in Dogern .....	40
Tabelle 8 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005.....	56
Tabelle 9 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2019 (Quelle: AGEB, 2022).....	58
Tabelle 10 – CO <sub>2</sub> -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2019).....	59
Tabelle 11 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	61
Tabelle 12 – Vorgegebene Sondenparameter .....	61
Tabelle 13 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte .....	62
Tabelle 14 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung .....	62
Tabelle 15 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte .....	63



## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den Ist-Zustand der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Gemeinde Dogern. 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.

### Ist-Zustand der Energienutzung und -erzeugung

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2019 betrug 9.171 MWh. Die Sektoren private Haushalte und Wirtschaft stellten mit 65 % bzw. 24 % den größten Anteil. Rund 7 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit 3,2 % am Stromverbrauch der gesamten Gemeinde lediglich einen geringen Anteil.
- **Lokale Stromerzeugung:** Im Jahr 2019 wurden in Dogern 824 MWh erneuerbarer Strom durch Photovoltaik-Aufdachanlagen produziert. Dies entsprach 9 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Laut LUBW existiert eine PV-Freiflächenanlage mit 48,6 kWp Leistung. Die Existenz der Anlage konnte jedoch nicht bestätigt werden. Zudem sind in der Gemeinde Dogern mehrere KWK-Anlagen in privaten, gewerblichen oder kommunalen Gebäuden installiert, die im Jahr 2019 ca. 712 MWh Strom vor Ort produzierten.
- **Wärmeverbrauch:** 31.713 MWh Wärme wurden im Jahr 2019 in Dogern verbraucht. Den höchsten Anteil hatte der Sektor private Haushalte mit 55 %, gefolgt vom Wirtschaftssektor mit 44 %. Der Wärmebedarf wurde hauptsächlich durch Erdgas und Heizöl gedeckt, was zusammen 82 % des Verbrauchs ausmachte.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** In der Gemeinde Dogern wurde erneuerbare Wärme mit Energieholz sowie durch solarthermische und umweltthermische Anlagen produziert. Insgesamt wurden im Jahr 2019 ca. 18 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.
- **Energieverbrauch im Verkehr:** Im Jahr 2019 wurden 15.580 MWh Kraftstoff und lediglich 11 MWh Strom im Bereich Verkehr verbraucht. Der weit überwiegende Anteil (fast 90 %) der Fahrleistung auf der Gemarkung ist der B34 zuzuordnen. Ebenfalls berücksichtigt wurde der Schienenpersonennahverkehr, der im Jahr 2019 noch mit Dieselantrieb fuhr.

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

- **Energiebilanz:** Im Jahr 2019 summierte sich der Energieverbrauch (Strom, Wärme und Verkehr) der Gemeinde Dogern auf 55.837 MWh.
- **CO<sub>2</sub>-Bilanz:** Im Jahr 2019 wurden in Dogern durch den oben genannten Energieverbrauch 16.206 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Damit emittierte jeder Bürger und jede Bürgerin der Gemeinde Dogern 7,05 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2019.

- **CO<sub>2</sub>-Bilanz mit lokalem Strommix:** Wird zusätzlich die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien berücksichtigt, reduzieren sich die Emissionen auf 6,76 t CO<sub>2</sub> pro Person im Jahr 2019. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im selben Jahr pro Person durchschnittlich 8,1 t CO<sub>2</sub> emittiert (laut BiCO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BW).

### Erfassung Gebäudestruktur

- 67 % der Wohngebäude in der Gemeinde Dogern sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern und Eigentümerinnen selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 76 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in Dogern sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger energetischer Sanierung aller Wohngebäude ist eine Einsparung von 44 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs möglich.

### Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie auf Dachflächen:** 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 (inkl. der bestehenden Dachanlagen) belegt, könnten insgesamt ca. 8.818 MWh Strom pro Jahr erzeugt werden (inkl. der Erzeugung der Freiflächen-PV-Anlage). Dies entspricht 96 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
  - Werden neben PV-Anlagen auch Solarthermieanlagen für die Warmwassererzeugung eingesetzt, könnten bei Verzicht von 21 % des Solarstrompotenzials ca. 2.008 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 7.190 MWh/Jahr bzw. 78 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Solarenergie auf Freiflächen:** Die Flächen entlang der B34 und der Bahnlinie bieten Potenzial für PV-Freiflächenanlagen. Dafür sind laut Energieatlas Baden-Württemberg ca. 161 ha Fläche geeignet. Weitere 76 ha sind auf Restriktionsflächen bedingt nutzbar. Insgesamt bieten die bestehende Anlage und die geeigneten Flächen ein theoretisches Stromerzeugungspotenzial von 80.565 MWh/Jahr, bzw. 879 % des aktuellen Stromverbrauchs. Diese Angaben lassen sich jedoch nicht verifizieren, zumal der Regionalverband Hochrhein viele der dargestellten Flächen dem Hochwasserschutz widmet oder sonstiger Nutzung zuschlägt.
- **Windenergie:** Nach dem Windatlas Baden-Württemberg liegt die mittlere gekappte Windleistungsdichte bei unter 105 W/m<sup>2</sup>. Diese Leistungsdichte bietet kein wirtschaftliches Potenzial für Windkraftanlagen.

- **Wasserkraft:** Der Energieatlas Baden-Württemberg nennt keinen Standort mit Potenzial für eine Klein-Wasserkraftanlage. Die installierte Leistung des Rheinwasserkraftwerks Albrück-Dogern beträgt laut RWE-Angaben 109 MW und die jährlich erzeugte Strommenge liegt bei rund 660 GWh. Diese Stromerzeugung wurde nicht in die Bilanz integriert, da es sich um die überregionale Erzeugung eines Großkraftwerks handelt.
- **Biogas:** Die Nutzung vorhandener landwirtschaftlicher und organischer Reststoffe sowie tierischer Exkremente ergibt ein technisch mögliches Stromerzeugungspotenzial in einer Biogasanlage von 333 MWh/Jahr.
- **Energieholz:** 156 ha Waldfläche innerhalb der Gemarkung sind Gemeindewald und weitere 117 ha befinden sich 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 auf rund 21 % steigern (gemessen am Wärmeverbrauch).

## Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus Photovoltaik:** Allein durch den Ausbau der Dachflächen- und Freiflächenpotenziale für Photovoltaik kann die Gemeinde Dogern den eigenen jährlichen Stromverbrauch zumindest bilanziell decken. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (Bruttostromerzeugung von 82 % bis 2030) könnten damit in Dogern bis 2040 erreicht werden.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Erdwärme- und Solarthermiefpotenziale könnten rund 16 % 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 und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs sind zudem kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahmen, die finanziell gefördert werden.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung der Wohngebäude:** Durch die Analyse der Altersstruktur der Wohngebäude konnte festgestellt werden, dass sich ein hohes Gebäudesanierungspotenzial ergibt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen bei Wohngebäuden könnte bis zu 44 % des heutigen Wärmebedarfs einsparen.
- **Fortsetzung der energetischen Sanierung der kommunalen Liegenschaften:** Die Gemeinde hat in den letzten Jahren Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften umgesetzt. Diese sollten in den nächsten Jahren fortgesetzt werden, um den Energieverbrauch kontinuierlich zu senken.
- **Energiekonzepte für Neubaugebiete:** Werden in Zukunft Neubaugebiete ausgewiesen, dann kann die Gemeinde durch Beratung und Bauvorgaben Einfluss auf den zukünftigen energetischen Standard im Baugebiet nehmen. Auch Nahwärmenetze auf Basis

von erneuerbaren Energien könnten mit der neuen Bundesförderung Effiziente Wärmernetze (BEW) interessant werden.

- **Reduzierung des motorisierten Verkehrs:** Die Verkehrsvermeidung bietet grundsätzlich große Einsparpotenziale. Eine genauere Betrachtung des heutigen Mobilitätsverhaltens der Bürgerinnen und Bürger kann Aufschluss auf sinnvolle Maßnahmen hierzu geben.
- **Elektrifizierung des motorisierten Straßenverkehrs:** Der Umstieg auf Elektromotoren bietet große Effizienzgewinne und Klimaschutzpotenziale. Wird hierzu Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt, ist dieser Effekt nochmals größer.

# 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 2021 veröffentlichten 6. 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, 2021).

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 aus einem 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 („Fitfor55“). 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.

Baden-Württemberg verursacht ca. 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen. Zu deren Vermeidung hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung bis 2030 zunächst auf 82 % zu erhöhen, um dann bis 2040 ca. 98 % zu erreichen. Der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung soll laut dem im Juni 2022 publizierten Teilbericht „Sektorziele 2030“ bis dahin um ca. 8 % gegenüber 2020 sinken (IFEU, 2022). Zugleich wird der Stromverbrauch für Wärmepumpen und sonstigem Einsatz für die Wärme im Szenario um über 187 % steigen. Im Gebäudesektor sollen 21 % des Bestandes auf ambitionierter Weise saniert werden. Ziel ist es, den Treibhausgasausstoß des Landes im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 um mindestens 65 % bis 2030 zu mindern. Bis 2040 soll dann über eine weitere Minderung die Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden (zu den Begriffen „Klimaneutralität und Treibhausgasneutralität“ siehe UBA, 2021).

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So sollte 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 liegt im Jahr 2020 bei ca. 8,3 TWh und soll bis 2030 auf 8 TWh/a absinken (IFEU, 2022).

Zur Erreichung dieser Ziele müssen die kommunalen und lokalen Akteurinnen und Akteure einbezogen werden. Städte und Gemeinden tragen über die privaten Haushalte 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 ist es wichtig die energetische Situation der Gemeinde und die vorhandenen Potenziale zu erfassen. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch die Wirtschaftlichkeit der 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 2022 hat die Gemeinde Dogern die Erstellung der Energiepotenzialstudie 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 darzulegen und – darauf

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

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde im Oktober 2022 abgeschlossen und in Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung 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

### 1.3.1 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 gibt **Kapitel 10** eine Übersicht der beigefügten Karten.

### 1.3.2 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 2.10.1). 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). Ursachen z.B. die Bürgerinnen und 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 Gemeinde Dogern liegt am Hochrhein im Landkreis Waldshut-Tiengen und reicht bis in den südlichen Schwarzwald hinein. Südlich der Gemeinde fließt der Rhein und bildet die Grenze zur Schweiz. Im Norden und Westen grenzt Dogern an die Gemarkung Albbruck, im Osten an Waldshut-Tiengen.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 7,45 km<sup>2</sup>. Die Höhe des Ortes wird mit 315 m ü. NN angegeben. In Dogern lebten 2019 2.298 Menschen bei zurzeit stagnierender Zahl. Neben dem Kernort Dogern, gehören einige Höfe, Wohnplätze und Wohnhäuser zu der Gemeinde. Ein Gewerbegebiet befindet sich westlich, ein zweites, etwas kleineres Gebiet liegt östlich des Kernortes.

Dogern hat für eine Gemeinde dieser Größe ein sehr gutes Angebot für den täglichen Bedarf mit Ärzten, Apotheke, Bäckereien, Baustoffhandel, Möbelmarkt, E-Tankstelle, Einkaufsmarkt, Restaurants und Cafés. Die mehr oder weniger direkte Nachbarschaft zum regionalen Zentrum Waldshut-Tiengen und zu Albbruck bietet darüber hinaus eine große Versorgungsvielfalt.

Die Verkehrsanbindungen der Gemeinde Dogern sind sehr gut. Durch die Gemarkung führt einerseits die Hochrheinbahn zwischen Basel und Schaffhausen sowie die B34 als wichtige West-Ost-Straßenverbindung. Zudem bieten sich die Verkehrsstraßen in der Schweiz an, um die großen regionalen Ziele wie Konstanz (ca. 60 km) und Basel (ca. 50 km) gut zu erreichen. Eine öffentliche Ladesäule für Elektroautos befindet sich direkt am Bahnhof.

Aufgrund der guten Verkehrsanbindungen zeichnet sich die Gemeinde Dogern durch eine hohe Anzahl von Berufspendlern aus. Im Jahr 2019 wohnten in Dogern 587 Menschen, welche außerhalb der Gemeindegrenzen tätig waren. Zusätzlich pendelten 959 Menschen nach Dogern. Unter den örtlichen Unternehmen befinden sich Handwerksbetriebe, Einzelhandel, Dienstleister sowie einige Betriebe des produzierenden Gewerbes und der Industrie. Der größte angesiedelte Betrieb ist der Büromöbelhersteller Sedus Stoll AG. Die Interessen des Einzelhandels und des sonstigen Kleingewerbes werden vom Gewerbeverein HGG Dogern vertreten.

Die leitungsgebundene Energieversorgung in der Gemeinde Dogern erfolgt zum einen durch die bnNETZE GmbH, die das Erdgasnetz betreibt, und zum anderen durch die ED Netze GmbH, die das örtliche Stromnetz betreibt. Über einen Tiefbrunnen in Dogern wird das Gemeindegebiet mit Trinkwasser versorgt. Seit 1996 ist Dogern zusammen mit Albbruck und Görwihl Mitglied des Abwasserzweckverbandes "Vorderes Albtal". Die Klärung der kommunalen Abwässer erfolgte auf der gemeinsamen Kläranlage auf dem Gelände der ehemaligen Papierfabrik Albbruck.

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).

	Gemeinde	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	2.298	Anzahl	2019
Fläche insgesamt	745	ha	2019
Waldfläche	267	ha	2016
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	229	ha	2019
Wohngebäude	611	Anzahl	2019
Wohnungen	1172	Anzahl	2019

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Dogern (STALA-BW, 2022)

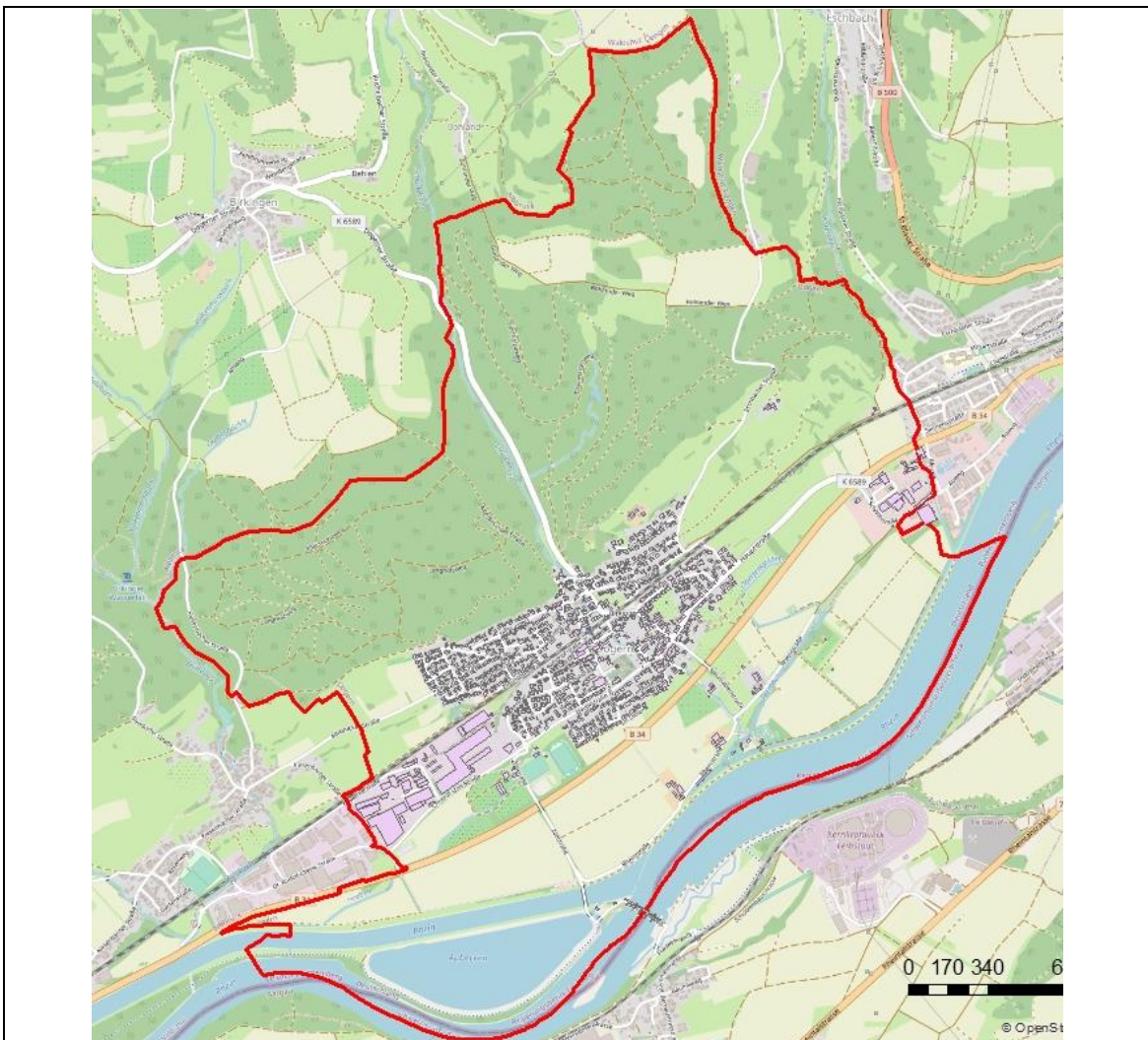


Abbildung 1 – Übersicht der Gemeinde mit den Gemarkungsgrenzen der Gemeinde Dogern (rot) (Quelle: OpenStreetMap &amp; Contributors, 2021)

## 2.2 Klimaschutz in Dogern

Die Gemeinde Dogern hat bereits zahlreiche Maßnahmen umgesetzt, die dem Klimaschutz dienen. In den letzten Jahren wurden vermehrt PV-Anlagen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf den Dächern der kommunalen Liegenschaften installiert oder befinden sich in Planung. So wurde 2018 eine PV-Anlage mit 48,6 kWp auf dem Bauhof installiert. Die Anlage wurde dann 2019 nochmal um 39,6 kWp erweitert. Eine weitere PV-Anlage konnte 2020 mit 45 kWp Leistung auf dem Dach der Schule installiert werden. Mittlerweile werden weitere 15,7 kWp PV-Potenzial auf zwei Dächern der Kommune ausgenutzt (Flüchtlingsunterkunft und Abwasserwerk). In der Grundschule produziert seit 2020 außerdem ein erdgasbetriebenes BHKW mit 22 kW elektrischer Leistung bei hohem Nutzungsgrad des Energieträgers Wärme und Strom gleichzeitig. Die Flüchtlingsunterkunft wird zudem mit einem Pelletkessel beheizt.

Von den kommunalen Gebäuden wurde die Gemeindehalle im Jahr 2001 grundlegend saniert. Die Straßenbeleuchtung konnte 2019 vollständig auf LED-Beleuchtung umgestellt werden. Letzteres spart 892 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr ein, fast 6 % der Gesamtemissionen der gesamten Kommune.

Der Neubau des Feuerwehrgerätehauses ist als Effizienzhaus EH-55 ausgeführt. Für den neuen Kindergarten (Baubeginn 2023) ist eine Holzbauweise geplant, die die Kategorie EH-40+ erreichen soll.

Seit Ende Juli 2021 steht in Dogern ergänzend zu einer Ladesäule ein E-CarSharing-Angebot zur öffentlichen Verfügung. Mit dem Programm „STADTRADELN“ wird den Bürgern außerdem seit 2021 ein jährliches, umweltfreundliches Fitnessangebot gemacht. „STADTRADELN“ ist ein internationaler Wettbewerb zwischen Kommunen, der seit 2008 von dem Verein Klima-Bündnis e.V. organisiert wird und besonders in Baden-Württemberg von der Initiative RadKULTUR unterstützt wird.

Die Gemeinde Dogern darf sich seit September 2021 als „Fairtrade-Town“ bezeichnen. Darin ist enthalten, dass mindestens ein Einzelhandelsgeschäft und ein Gastronomiebetrieb Fairtrade-Produkte im Sortiment haben, dass die Kommune Fairtrade-Produkte nutzt und das entsprechende Öffentlichkeitsarbeit betrieben wird.

Des Weiteren ist die Gemeinde Dogern seit dem Jahr 2019 Mitgliedsgemeinde im Landschaftserhaltungsverband.

Die Erstellung der Energiepotenzialstudie durch die bnNETZE GmbH soll nun zum einen den sektoralen Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen bilanzieren. Zum anderen ist es das Ziel, auf der Grundlage der Bilanzdaten weitere Energie- und Effizienzpotenziale für die Kommune darzustellen.

## 2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Ein großes Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt deutschlandweit beim Verbrauchssektor Privathaushalte. Insgesamt werden ca. 60 bis 70 % des Energiebedarfs der privaten Haushalte für die Beheizung der Wohnräume eingesetzt (Umweltbundesamt, 2020). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie liegt

daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude, um Einsparpotenziale abzuleiten.

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde Dogern 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 wird davon ausgegangen, 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 Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, so dass für die einzelnen Baualtersklassen 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).

In der folgenden Abbildung 2 sind die Wohngebäude von Dogern nach Baualter dargestellt. Demnach sind 76 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) 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.

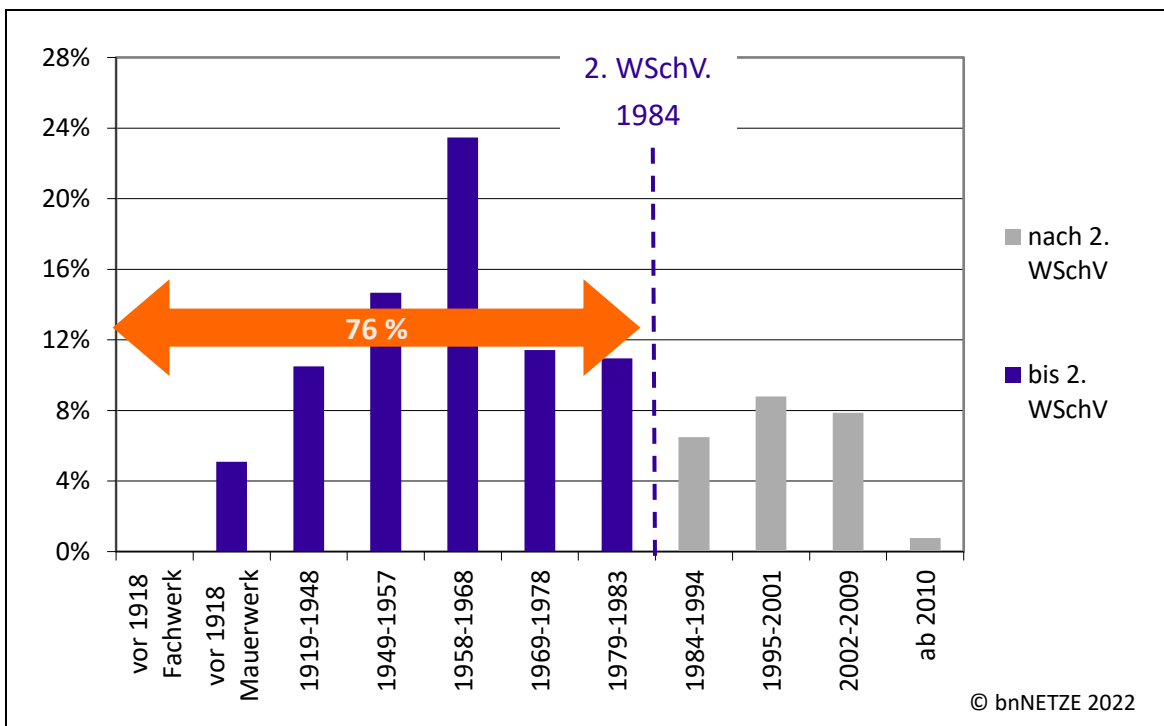


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Dogern

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

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Dogern 67 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 3). Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Person, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer bzw. von der Eigentümerin selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft der Eigentümerin bzw. des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Große Mehrfamilienhäuser eignen sich z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage. In Dogern machen kleine und große Mehrfamilienhäuser allerdings nur 15 % der Gebäude aus.

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

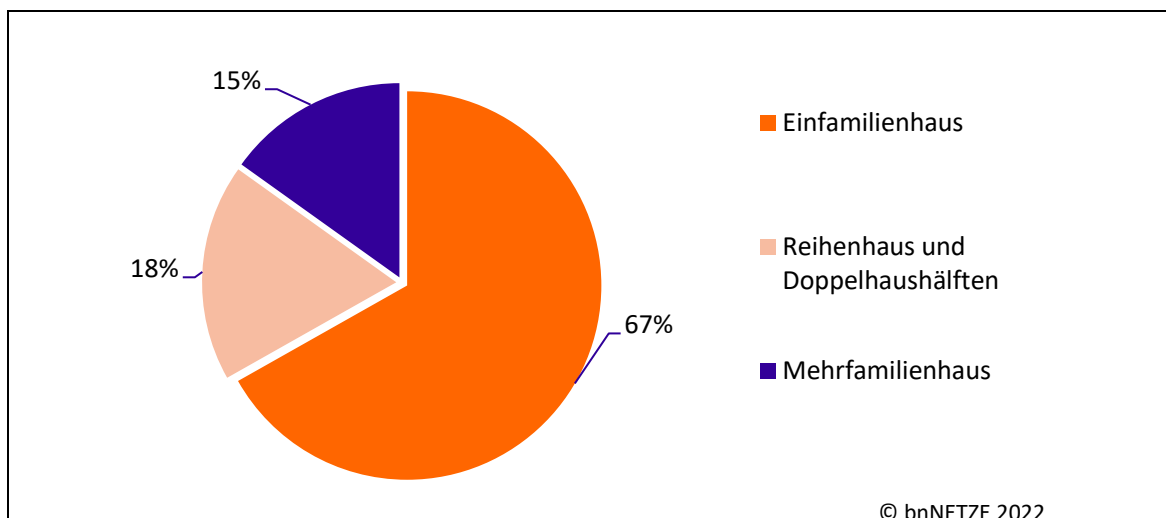


Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Dogern

## 2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die Gemeinde Dogern ist 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 Wärmeerzeugung in der Gemeinde hat (vgl. Kapitel 3.2). Abbildung 4 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.

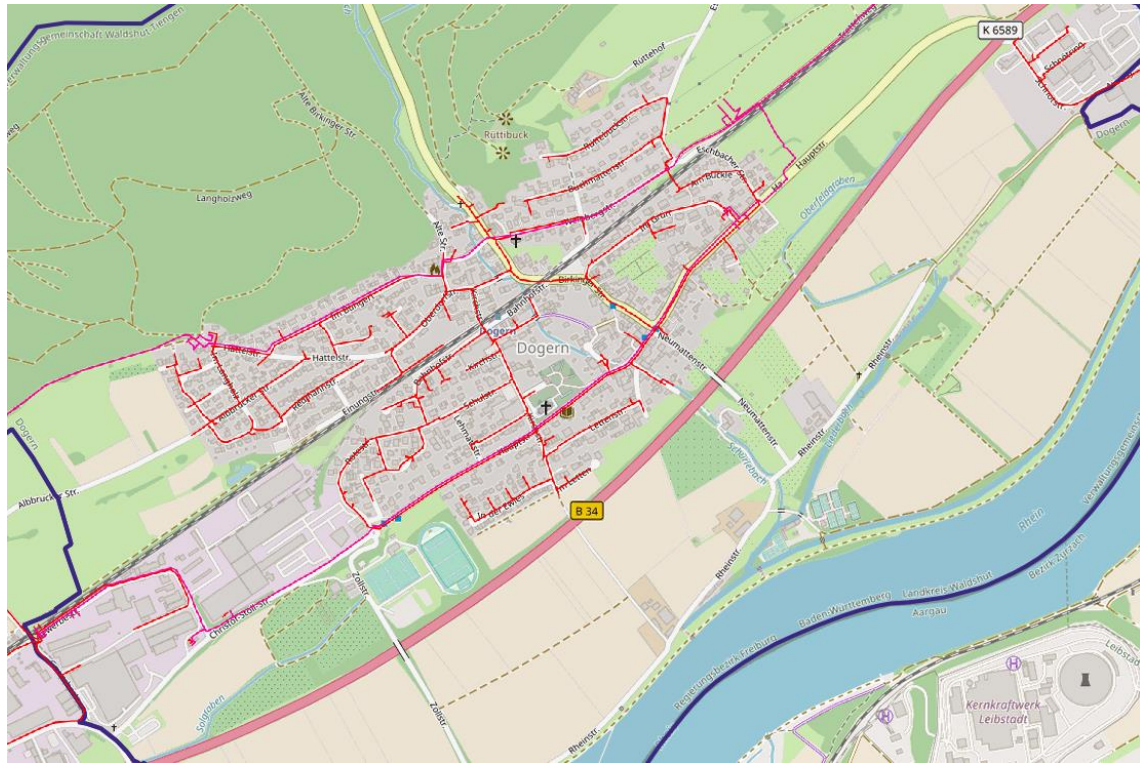


Abbildung 4 – Gasleitungen (rot) in Dogern

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

#### 3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

##### 3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2019, aggregiert auf die gesamte Gemeinde, sowie Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch Angaben des Stromnetzbetreibers ED Netze GmbH Rheinfeldern erhoben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Dogern bei 9.171 MWh im Jahr 2019. Der Sektor Wirtschaft hatte mit 65 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs. Mit einem Anteil von 24 % folgten die privaten Haushalte an zweiter Stelle. Mit rund 7 % stand der Heizungsstrom an dritter Stelle. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (3,2 %) und der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (0,8 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 5).

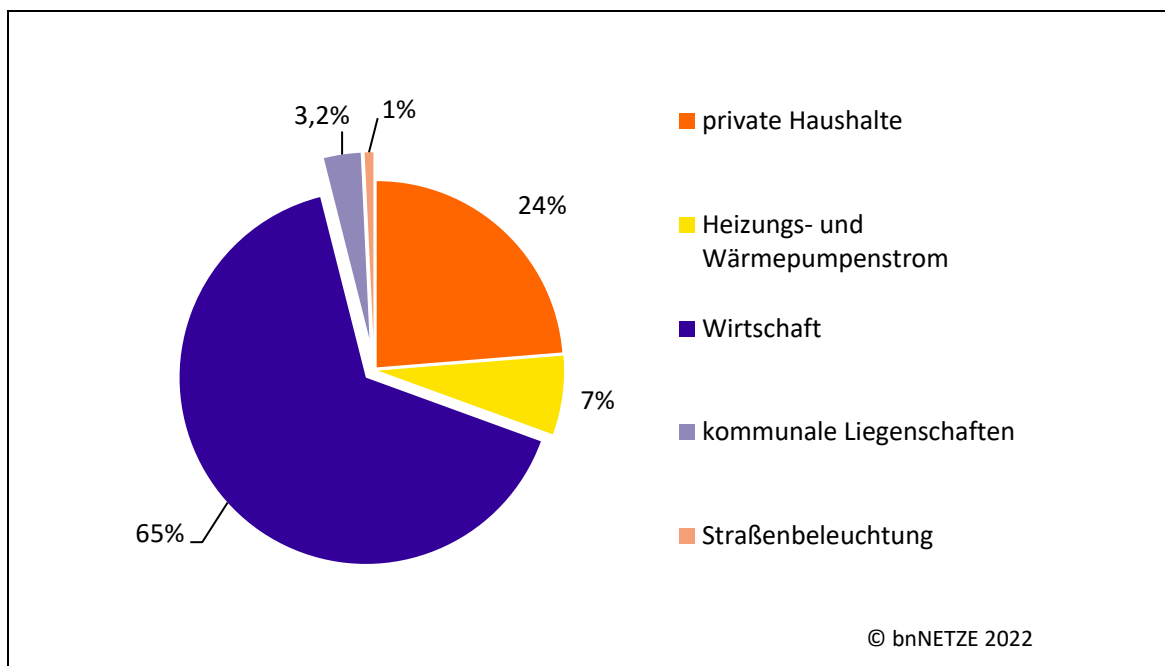
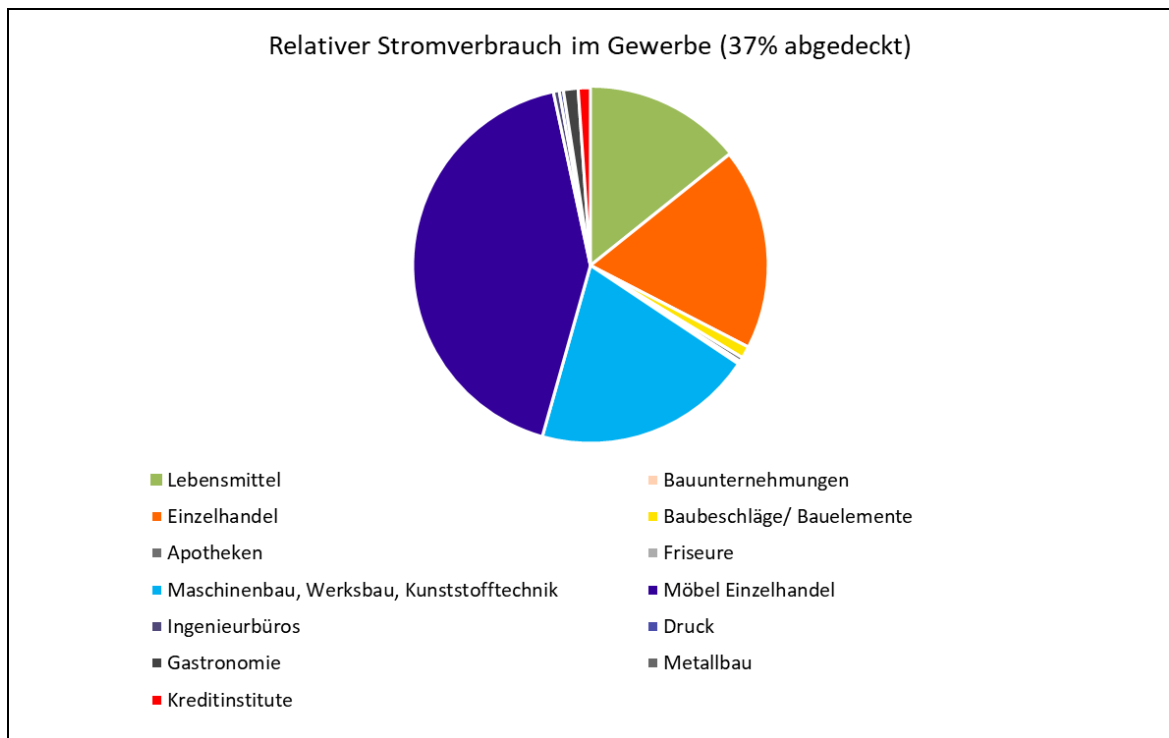


Abbildung 5 – Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019)

Mit einer Fragebogenaktion beim Gewerbe in Dogern wurden diverse Energiedaten der Betriebe und Einzelhändler abgefragt. Ziel ist es, einen Überblick über die Verteilung der Energieversorgung im Sektor Wirtschaft zu bekommen. Darin kann auch eine Chance liegen, Energie effektiver einzusparen, wenn die Großverbraucher bekannt sind. In der Regel ist der Strombedarf sehr heterogen verteilt, was sich auch für das Gewerbe in der Gemeinde Dogern zeigt. In Abbildung 6 ist diese Verteilung des relativen Stromverbrauchs aufgeteilt nach Gewerbearten dargestellt: Zusammen decken die Unterneh-

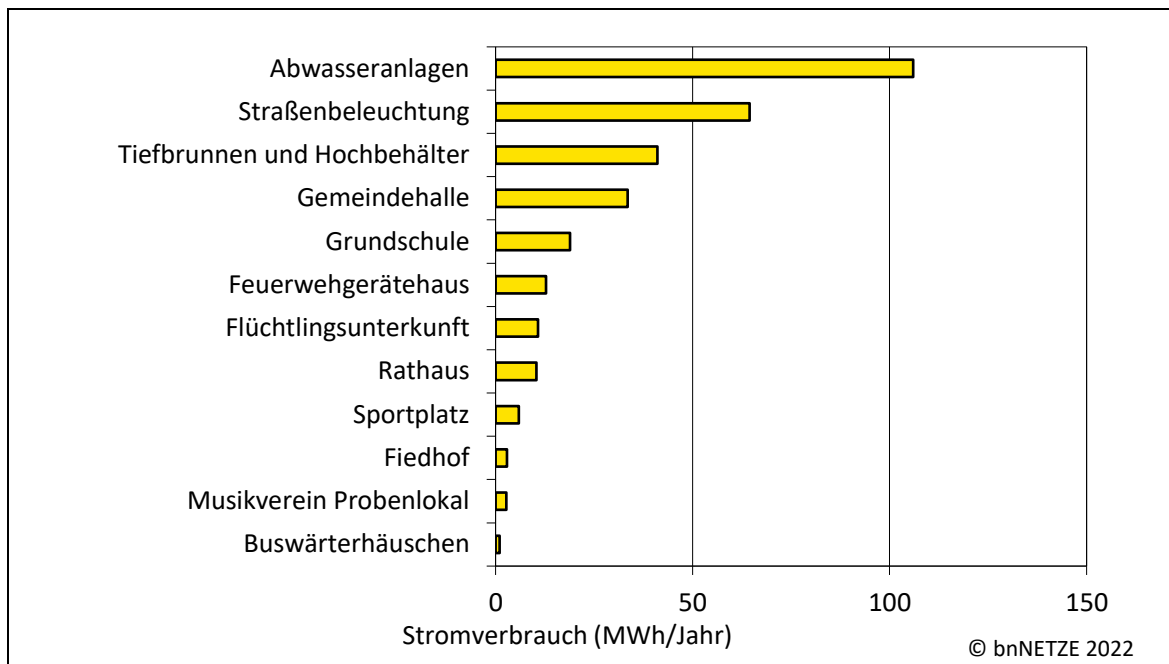
men, die Angaben gemacht haben, 37 % des Gesamtstromverbrauchs im Sektor Wirtschaft ab. Zu sehen ist, dass ein Unternehmenszweig nahezu die Hälfte des Stromverbrauchs der teilnehmenden Gewerbearten benötigt. Auch Lebensmittelmärkte, der Einzelhandel und Maschinenbaubetriebe teilen sich über die Hälfte des abgebildeten Stromverbrauchs, während kleine Betriebe wie Friseure, Apotheken, Banken etc. nur einen minimalen Anteil am Gesamtverbrauch aufweisen. Maßnahmen zur Einsparung von Strom im Gewerbe müssen sich also vor allem auf die Großverbraucher konzentrieren, um relevante Effekte zu erzielen. Gleichzeitig zeigt sich dabei, dass insbesondere die Verminderung des Strom-Emissionsfaktors nachhaltig die THG-Emissionen im Gewerbe – und damit auch in der Kommune – senken kann.



**Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtstromverbrauchs in Dogern nach Betriebsarten (2019)**

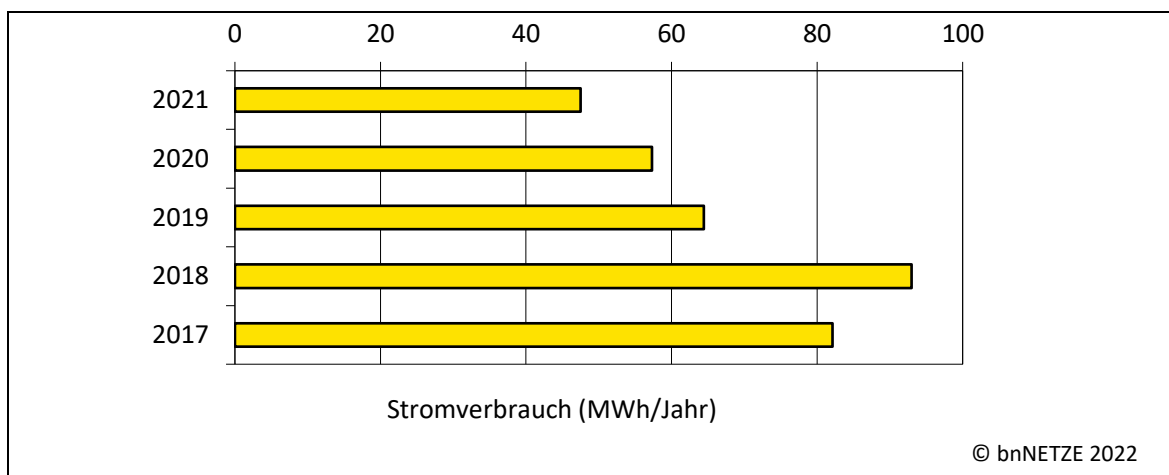
Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften betrug im Jahr 2019 361 MWh. Den höchsten Verbrauch hatten die Abwasseranlagen mit zusammen 106 MWh. Weitere große Verbraucher mit einem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 20 MWh sind die Gemeindehalle (34 MWh) und der Tiefbrunnen (37 MWh) (vgl. Abbildung 7).





**Abbildung 7 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung (2019)**

Der Stromverbrauch der gesamten Straßenbeleuchtung in Dogern betrug im Jahr 2019 noch 64 MWh. Insgesamt gibt es in der Gemeinde 255 Leuchten, die 2019 vollständig auf LED umgerüstet wurden. Abbildung 8 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2017 bis 2021. Darin spiegelt sich die Reduktion des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung durch die Umstellung auf effiziente LED-Leuchten deutlich wider. Gegenüber 2017 und 2018 konnte dieser um fast die Hälfte reduziert werden, so dass je Einwohner mit Stand 2021 nur noch 20,7 kWh für die Straßenbeleuchtung benötigt werden.



**Abbildung 8 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2017-2021)**

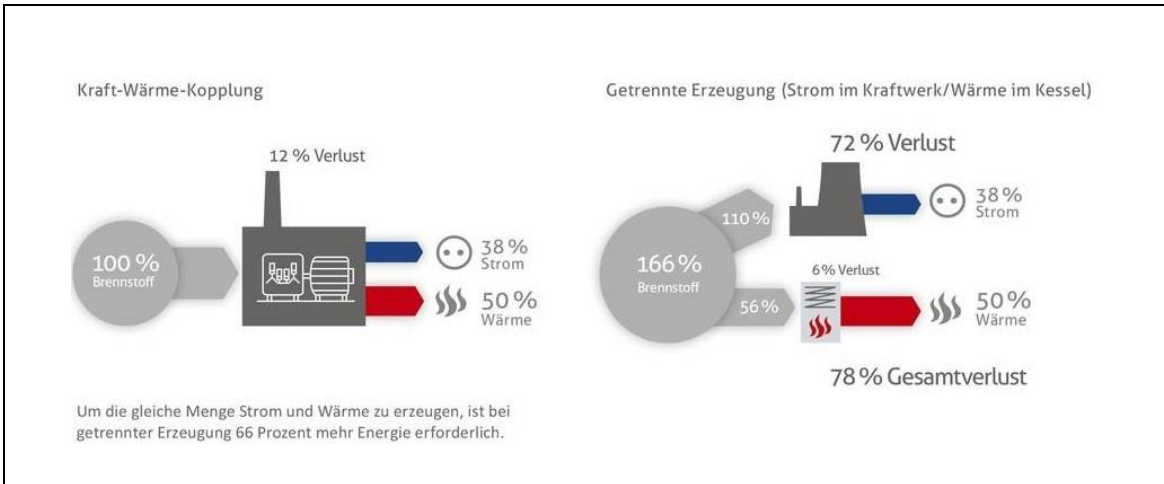
### 3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Stromnetzbetreiber ED Netze GmbH Rheinfelden abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Dogern im Jahr 2019 durch 69 PV-Anlagen erzeugt. Laut dem Energieatlas BW gibt es eine Anlage, mit einer Erzeugungsleistung von insgesamt 48,6 kW, die als Freiflächenanlage zählt. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel aus Biomasse, Wind- oder Kleinwasserkraft, sind auf der Gemarkung der Gemeinde nicht vorhanden oder nicht in Betrieb. Das Hochrheinkraftwerk Dogern-Albbruck wird von der RADAG betrieben, die wiederum zur Schluchseewerk AG gehört. Dieses Wasserkraftwerk hat eine Nennleistung von 98 MW und erzeugt pro Jahr ca. 660.000 MWh Strom für ca. 180.000 Haushalte. Da es sich um eine überregionale Stromerzeugung im großen Maßstab handelt, wird auf die Berücksichtigung in der Bilanz verzichtet.

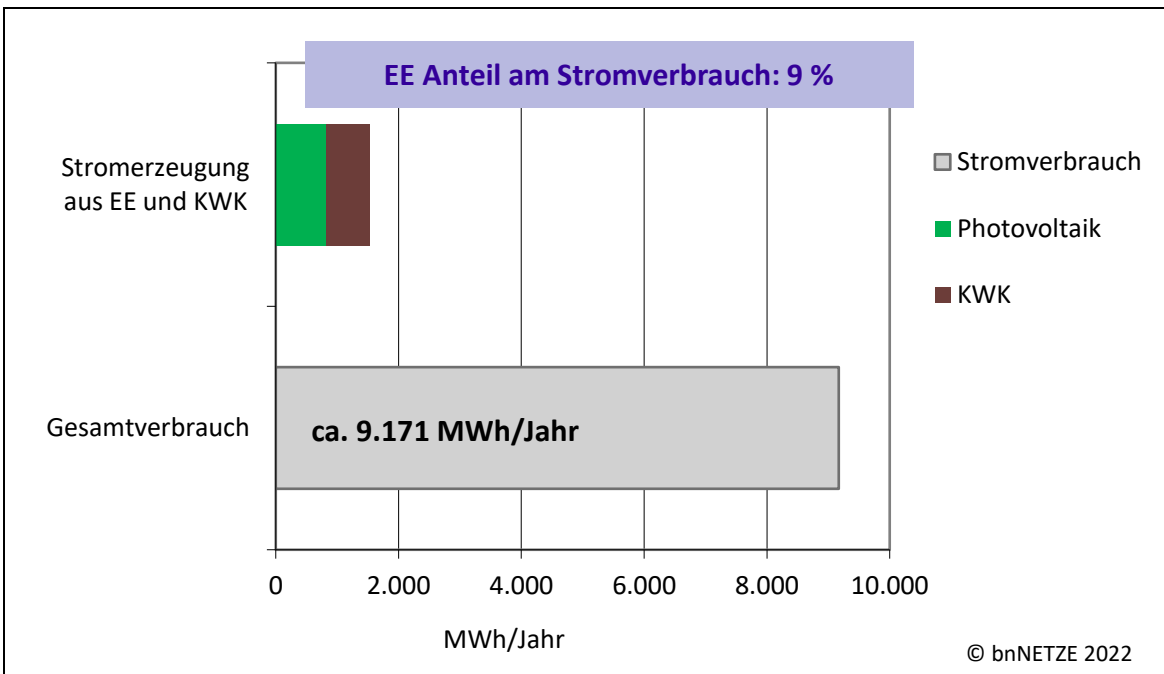
Im Jahr 2019 erzeugten die installierten PV-Anlagen zusammen 824 MWh Strom und deckten somit 9 % des gesamten Stromverbrauchs der Gemeinde (vgl. Abbildung 10). Bis 2021 hat sich die Anlagenzahl auf 92 erhöht, d.h., dass ca. 12 Anlagen pro Jahr hinzukamen. Der Anteil des PV-Stroms am Gesamtstromverbrauch liegt folglich im Bereich des derzeitigen durchschnittlichen Beitrags der Photovoltaik am Stromverbrauch in Baden-Württemberg (2020: 9,0 % laut Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft).

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 Gesamtnutzungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 9).

In Dogern waren im Jahr 2019 sogar 12 KWK-Anlagen in der Gemeinde in Betrieb. Mit einer installierten Leistung von 178 kW und einer geschätzten Volllaststundenzahl von 4.000 h/a dürfte ein Strom-Output von geschätzt 712 MWh erreicht worden sein. Damit werden 8 % des Gesamtstromverbrauchs von Dogern mit dieser effizienten Technologie gedeckt (vgl. Abbildung 10). Im Jahr 2020 wurde ein neues BHKW für die Versorgung von Schule und Gemeindehalle errichtet, welches den KWK-Beitrag auf 796 MWh/Jahr bzw. auf 9% Anteil erhöht (in der Bilanz bereits berücksichtigt).



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



**Abbildung 10 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und aus KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2019**

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

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Dogern wurde der Emissionsfaktor von 0,478 t CO<sub>2</sub>/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2022), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde 16.206 t im Jahr 2019.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt Dogern 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 zu-

sätzlich ein kommunaler Strommix für Dogern 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, 2022). Durch den Strom aus PV wurden in Dogern im Jahr 2019, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 668 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 zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen.
- Größere gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen hatten insgesamt lediglich drei Betriebe 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 bzw. die behördlich registriert sind.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich der Gesamtwärmeverbrauch in Dogern abschätzen (vgl. Kapitel 9.3.3). Dieser betrug 31.713 MWh im Jahr 2019. Nach den Sektoren betrachtet, hatten die privaten Haushalte mit 55 % den höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Gemeinde. Die örtlichen Gewerbe- und Industriebetriebe hatten mit 45 % einen ebenfalls wesentlichen Anteil, während die kommunalen Liegenschaften nur 0,7 % des Wärmeverbrauchs ausmachten (vgl. Abbildung 11).

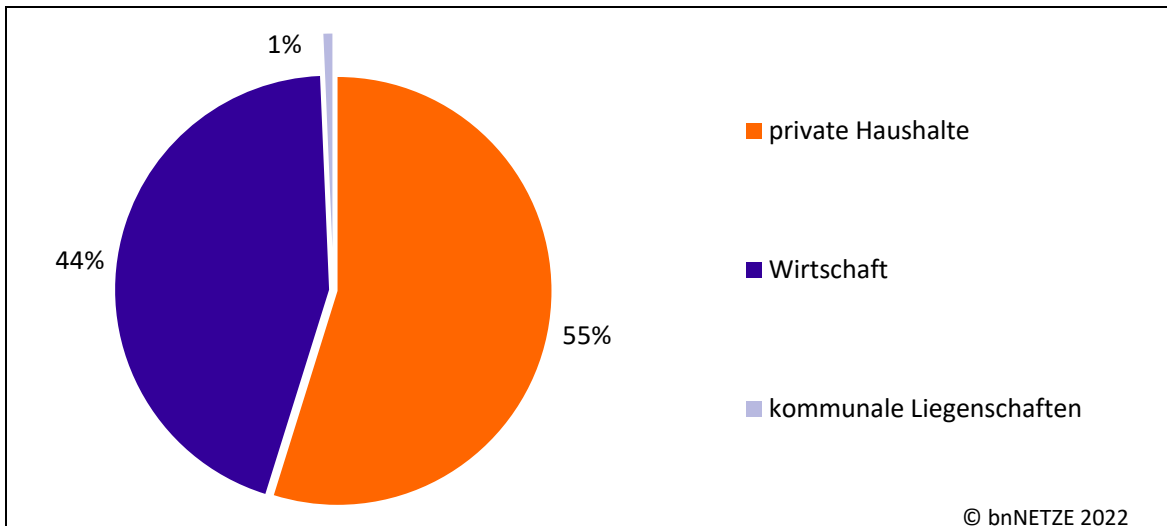


Abbildung 11 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019)

### 3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2019 in Dogern zum größten Teil die fossilen Energieträger Erdgas (61 %, ca. 19.270 MWh) und Heizöl (19 %, ca. 6.012 MWh) eingesetzt. Einen sehr geringen Anteil hatten Heizungsstrom mit 2 % (626 MWh) und sonstige fossile Energieträger (Kohle, Wärme aus KWK, Flüssiggas) mit 1 % (195 MWh).

Insgesamt wurden 18 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Neben 14 % Energieholz wurden auch Solarthermie (2 %) und Umweltwärme (2 %), d.h. Erd- und Luftwärmepumpen, eingesetzt (vgl. Abbildung 12).

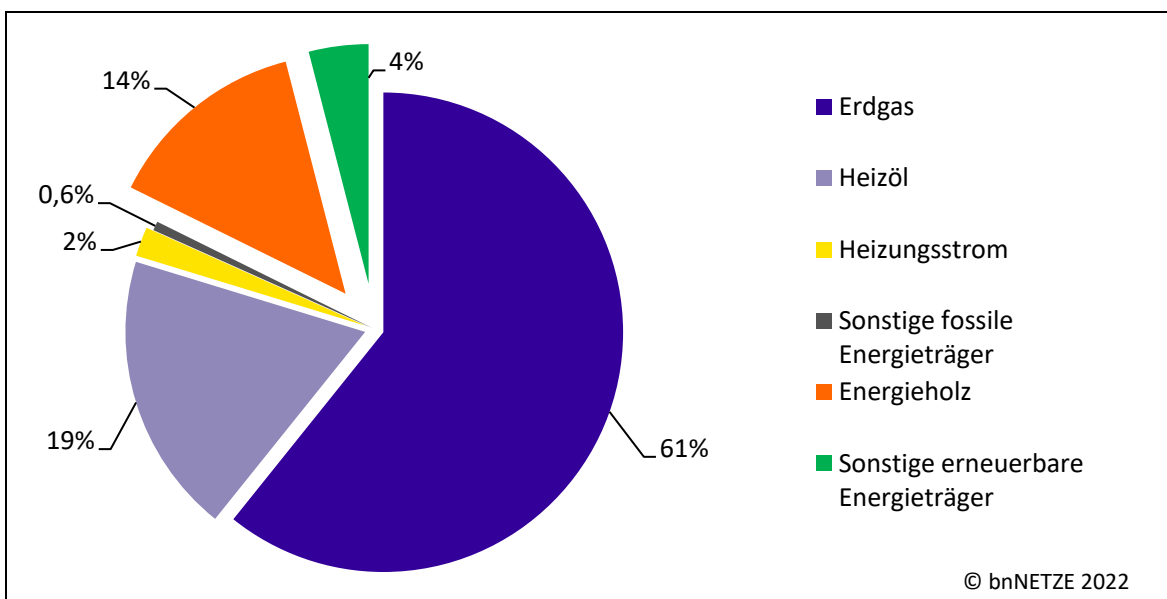
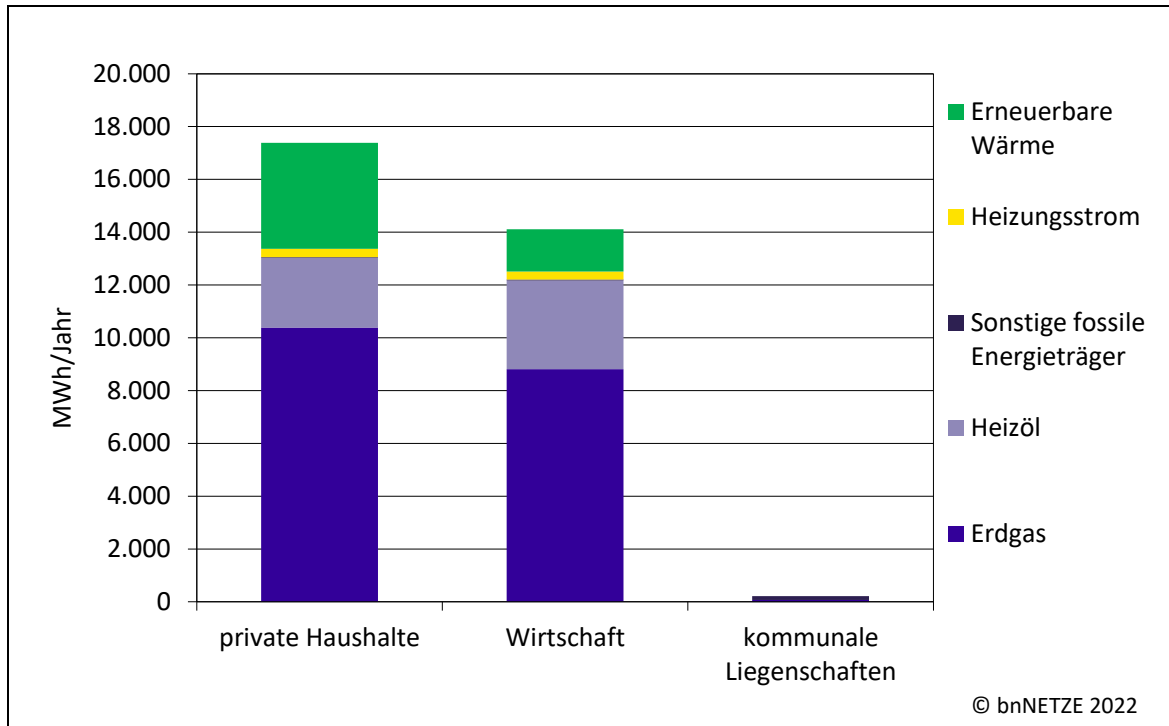


Abbildung 12 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2019)

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 und, dass nach wie vor hauptsächlich die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl eingesetzt werden.



**Abbildung 13 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2019)**

Für die kommunalen Liegenschaften wurden 72 MWh Erdgas und ab dem Jahr 2021 zusätzlich 142 MWh KWK-Wärme für die Wärmeversorgung verbraucht. Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften weist mit Abstand der Komplex von Gemeindehalle und Grundschule auf. Der Erdgasverbrauch des BHKW beträgt hier 303 MWh<sub>(Hi)</sub> inklusive Stromerzeugung im Jahr 2021. Mit deutlich geringerem Energiebedarf folgt darauf das Rathaus mit einem Erdgasverbrauch von 67 MWh im Jahr 2019. Abbildung 14 zeigt den Wärmeverbrauch der einzelnen kommunalen Liegenschaften. Aufgrund des Neubaus des Feuerwehrgerätehauses liegen dazu keine Angaben vor.

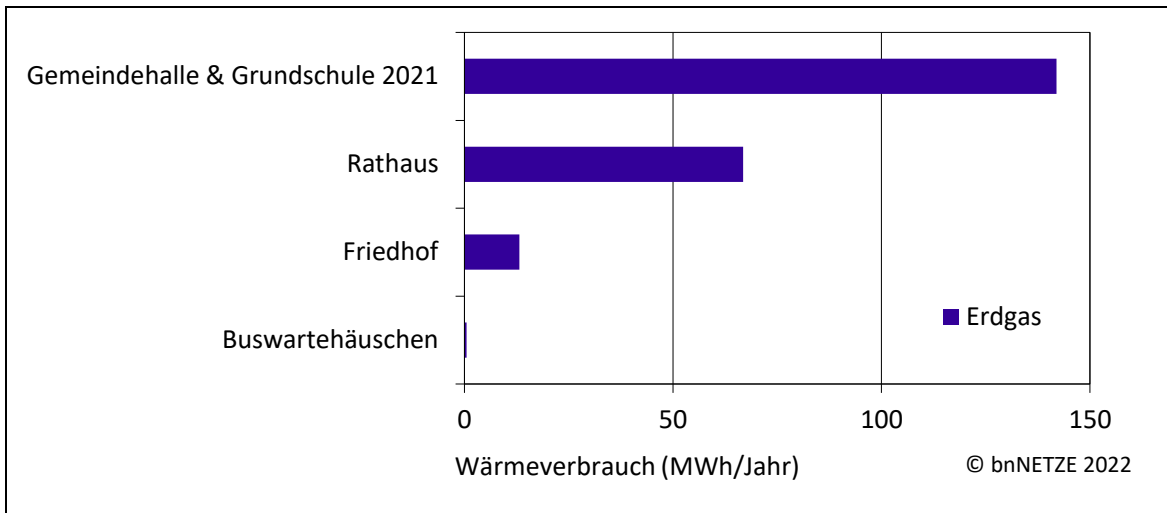


Abbildung 14 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2019)

### 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 Aufteilung des Wärmebedarfs.

Das Kataster zeigt Abbildung 15. Dargestellt ist der absolute Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Auf der Karte ist die gesamte Gemeinde Dogern abgebildet. Beim absoluten Wärmebedarf ist nicht nur der energetische Zustand des Gebäudes entscheidend, sondern auch die Größe des Gebäudes. Weil größere Gebäude mehr Fläche bzw. Volumen zum Heizen haben, weisen Sie einen höheren absoluten Wärmebedarf auf.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist ein Exemplar des Wärmekatasters in Form von Karten beigefügt und zudem digital verfügbar.

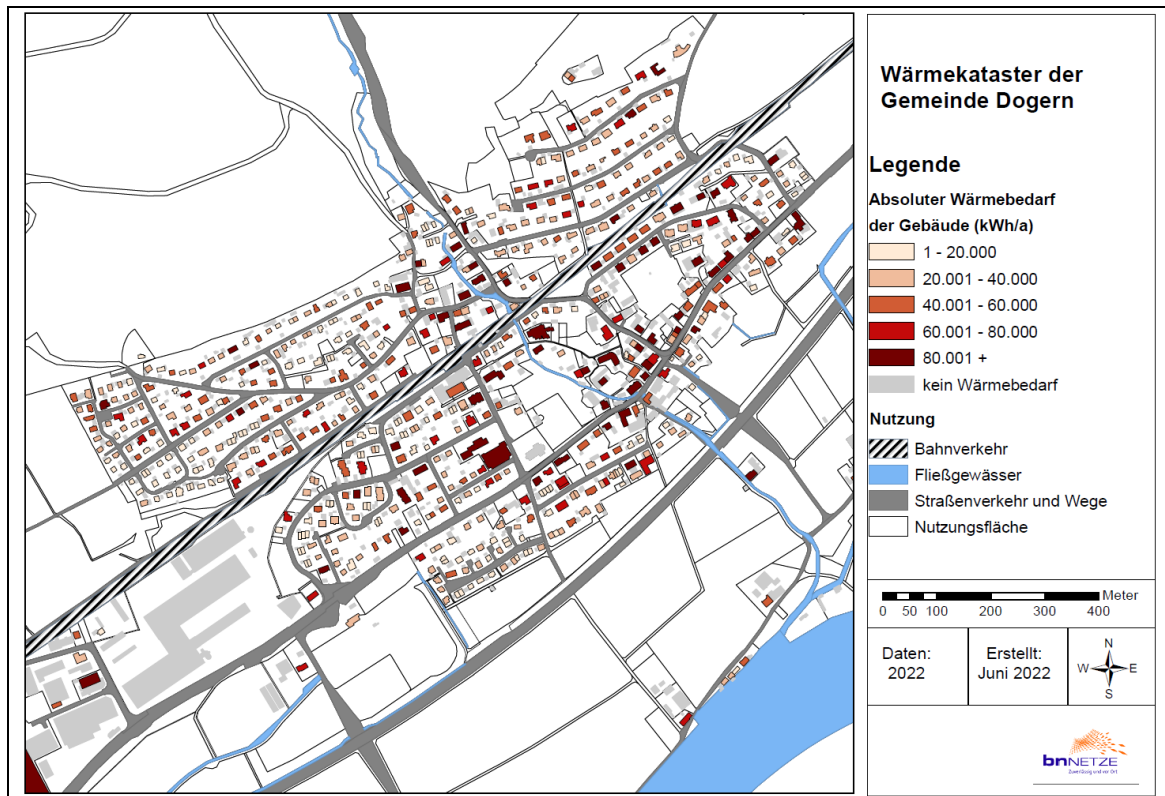


Abbildung 15 –Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene von Dogern

### 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 Dogern für das Jahr 2019 zu CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von rund 6.925 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 55 t CO<sub>2</sub> im Jahr verantwortlich. Hier wurde das neue BHKW von Grundschule & Gemeindehalle bereits mit einberechnet, da für 2019 wegen der damaligen Notversorgung dieser Gebäude keine verwendbaren Daten zur Verfügung stehen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Liegenschaften spiegeln die unterschiedlichen Wärmeverbräuche in MWh der Liegenschaften und die eingesetzten Energieträger wider (vgl. Abbildung 16). Der relativ hohe Wärmeverbrauch der Grundschule inkl. Halle machte sich auch in den hohen Emissionen bemerkbar.



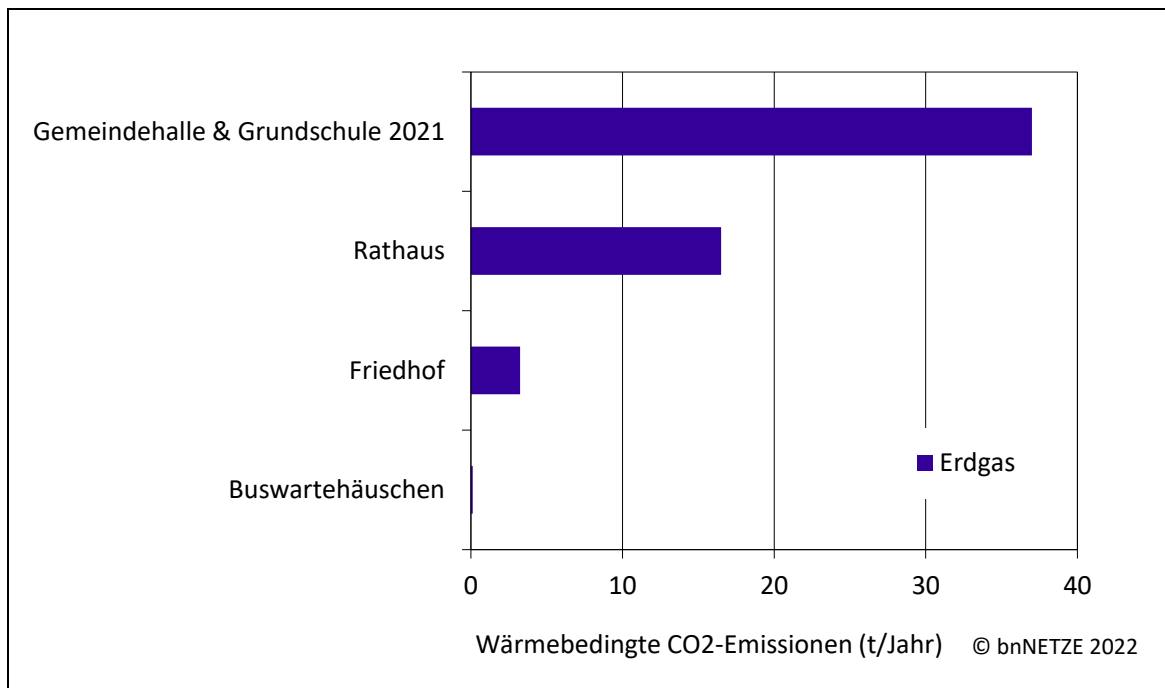


Abbildung 16 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2019)

### 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 2019 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs der Gemeinde Dogern ermittelt werden. Außerdem wurde der Schienenpersonennahverkehr durch Berücksichtigung der Streckenlängen und Anzahl der täglichen Fahrten bilanziert. Zum Schienengüterverkehr und Schienenpersonenfernverkehr lagen keine Daten vor weshalb diese nicht bilanziert wurden.

#### 3.3.1 Energieverbrauch durch den Straßenverkehr

Die Daten des Statistischen Landesamtes zu der Jahresfahrleistung des Straßenverkehrs 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 Bevölkerungszahl), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt. Tabelle 2 zeigt die Entwicklung der Anzahl der zugelassenen Pkw und Kfz insgesamt in Dogern zwischen den Jahren 2018 und 2021.

Eine exakte, auf die Gemarkung der Gemeinde Dogern bezogene Aussage ist damit nicht möglich. Doch zeigt die vorgenommene Abschätzung, die Aufteilung nach Straßentyp und auch welcher großen Anteil der Straßenverkehr am Energieverbrauch der Gemeinde hat. Die Aufteilung der gefahrenen Straßenkilometer nach Straßentyp zeigt, dass die B34

mit ca. 2,9 km auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde, einen Anteil von rund 90 % hatte. Die Innerortsstraßen waren lediglich für rund 10 % der Fahrkilometer verantwortlich (vgl. Abbildung 17). Nach KfZ-Kategorie betrachtet, machten Pkw rund 83 % der gefahrenen Straßenkilometer aus. Lkw hatten einen Anteil von 8 % und leichte Nutzfahrzeuge einen Anteil von ebenfalls 8 %. Motorisierte Zweiräder spielten mit einem Anteil von nur 1 % eine untergeordnete Rolle beim Straßenverkehr.

Insgesamt ergibt sich daraus ein Energieverbrauch von 15.591 MWh für den Straßenverkehr in Dogern für das Jahr 2019. Davon wurden lediglich 11 MWh (0,1 %) aus Strom bereitgestellt, der Rest aus Kraftstoffen. Die Gemeinde hat nur begrenzt Einfluss auf den Verkehr über dem Bundesstraßenabschnitt innerhalb der Gemarkung. Dieser trägt mit 28 % zur Energiebilanz und mit 30 % der Emissionsbilanz der Gemeinde bei.

Jahr	2018	2019	2020	2021
Anzahl zugelassene Pkw	1.900	1.900	1.994	1.989
Anzahl Kfz pro 1.000 Einwohner	635	643	694	693

Tabelle 2 – Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in der Gemeinde Dogern (Quelle: STALA BW)

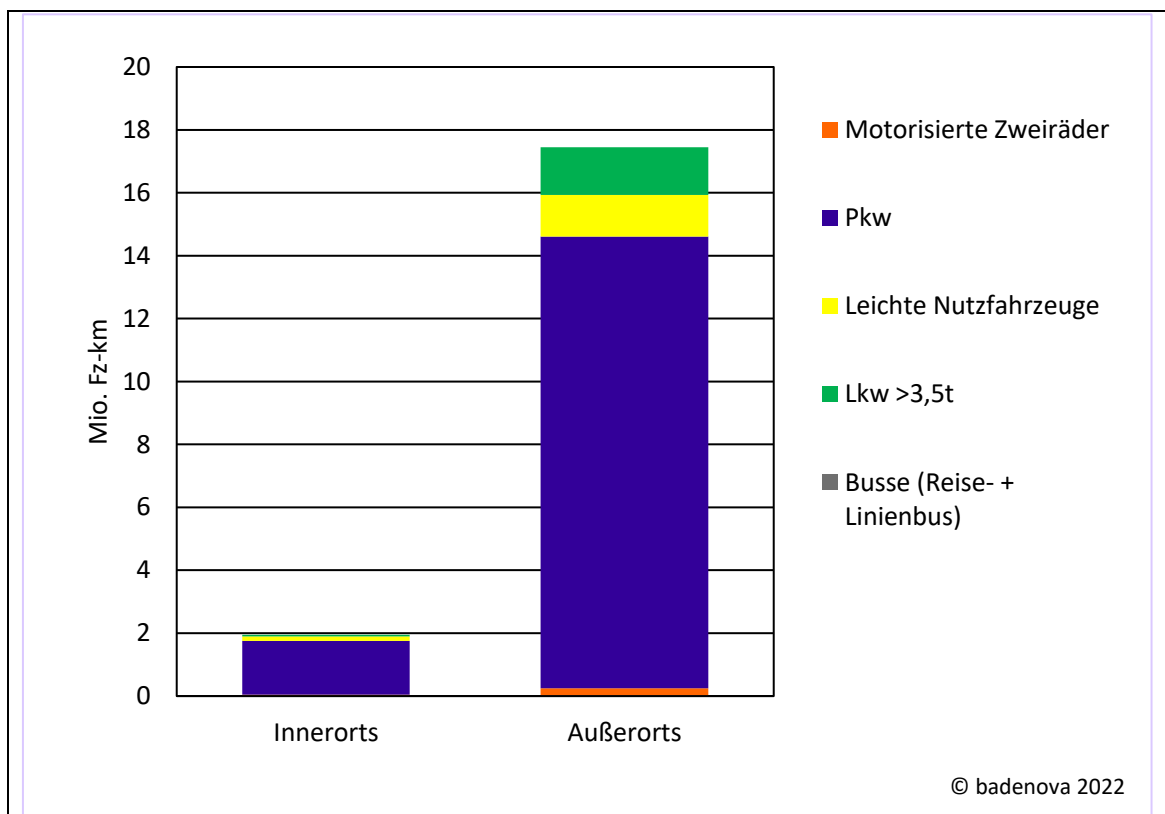


Abbildung 17 – Jahresfahrleistung in Dogern im Straßenverkehr nach Fahrzeugtyp (2019)

### 3.3.2 Energieverbrauch durch den Schienenpersonennahverkehr

Für die Berechnung des Energieverbrauchs des Schienenpersonennahverkehrs wurden die Anzahl der Züge und die dabei zurückgelegte Strecke berücksichtigt. Anhand von Fahrplänen der Deutschen Bahn (Kursbuch, Nr. 730) wurde die durchschnittliche Anzahl der Züge pro Tag ermittelt. Die Gesamtlänge der auf der Gemarkung liegenden Schienen wurde aus den geografischen Katasterdaten der Gemeinde ermittelt. Die Gemeinde Dogern ist mit mehreren Regionalbahnen und mit dem Interregio IRE 3 auf der Hochrheinbahn zwischen Basel – Singen angebunden:

- Hochrheinstraße – Basel – Singen mit ca. 3,0 km und durchschnittlich 25 Züge/Tag

In Summe ergibt dies rund 75 km die täglich von der Bahn auf der Gemarkung der Gemeinde zurückgelegt werden. Im Jahr 2019 wurden die Züge dieser Strecken mit Diesel betrieben. Für das Jahr 2019 ergibt sich daraus ein Energieverbrauch von rund 700 MWh Diesel. Zurzeit wird der Schienenpersonennahverkehr der Hochrheinstraße elektrifiziert. Aufgrund der deutlich besseren Effizienz von Elektroantrieben, wären für die gleiche Fahrleistung nur 200 MWh Strom verbraucht worden (entspricht eine Energieeinsparung von 71 %).

### 3.3.3 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs

Insgesamt wurden im Jahr 2019 durch den Verkehr 4.902 t CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgestoßen.

Dabei machte der Schienenpersonennahverkehr 231 t der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Durch die bereits durchgeführte Elektrifizierung des Schienenpersonennahverkehrs werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs in der Gemeinde Dogern bereits heute gesenkt.

## 3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

### 3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Werden der Strom- und Wärmeverbrauch sowie der Energieverbrauch des Verkehrs in Dogern zusammengefasst, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von 55.837 MWh für das Jahr 2019. Der Sektor Verkehr trug mit 28 % zum Gesamtenergieverbrauch bei. Der Sektor private Haushalte machte 35 % und der Sektor Wirtschaft 36 % des Verbrauchs aus. Die kommunalen Liegenschaften haben nur einen Anteil von 1,0 % am Gesamtenergieverbrauch (vgl. Abbildung 18). Im folgenden Abschnitt wird der Gesamtenergieverbrauch der Gemeinde nochmal detailliert beschrieben.

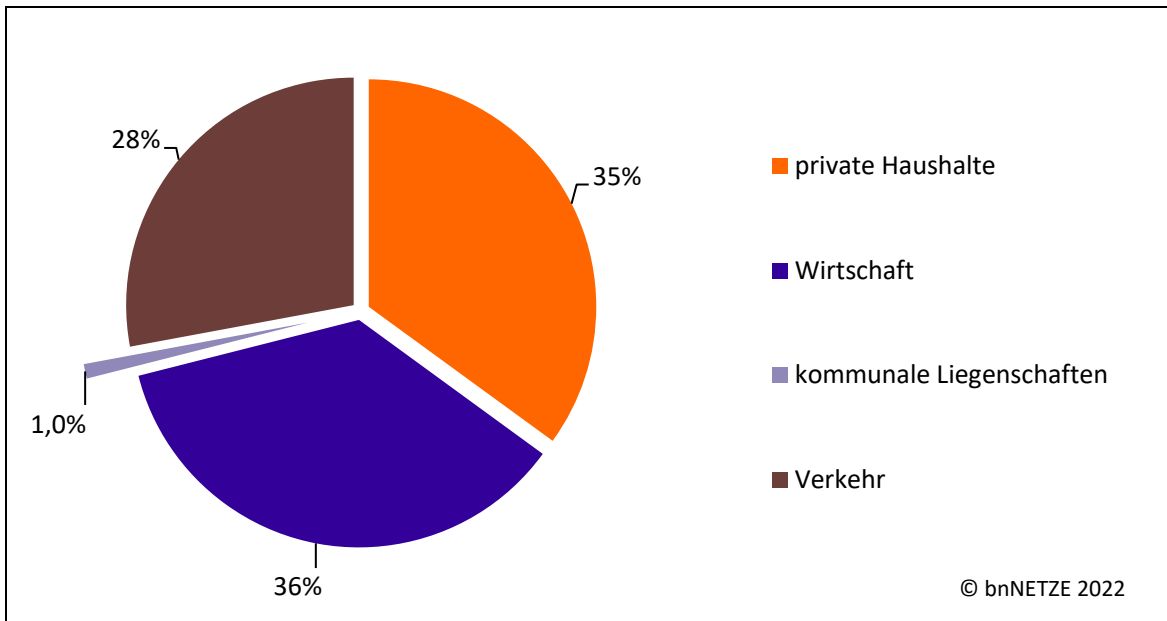


Abbildung 18 – Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Dogern nach Sektoren (2019)

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass fossile, nicht-erneuerbare Energieträger den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Dogern ausmachen. An erster Stelle steht Erdgas mit 35 %, gefolgt von Kraftstoff mit 28 %. Strom hatte einen Anteil von 16 % am Gesamtenergieverbrauch, während sonstige fossile Energieträger einen Anteil von nur 0,3 % hatten. Der Gesamtenergiebedarf wurde insgesamt zu 11,4 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz, Photovoltaik und Umweltwärme gedeckt (vgl. Abbildung 19 – Erneuerbare Energien beim Strom in Grafik nicht ausgewiesen).

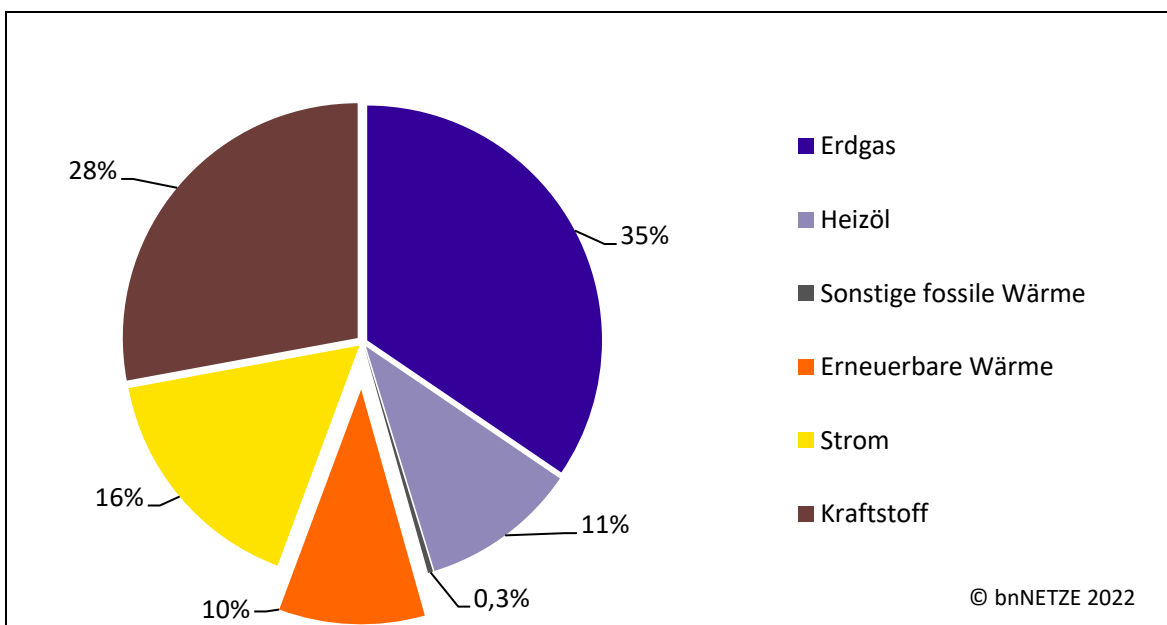


Abbildung 19 – Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Dogern nach Energieträger (2019)

In Abbildung 20 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

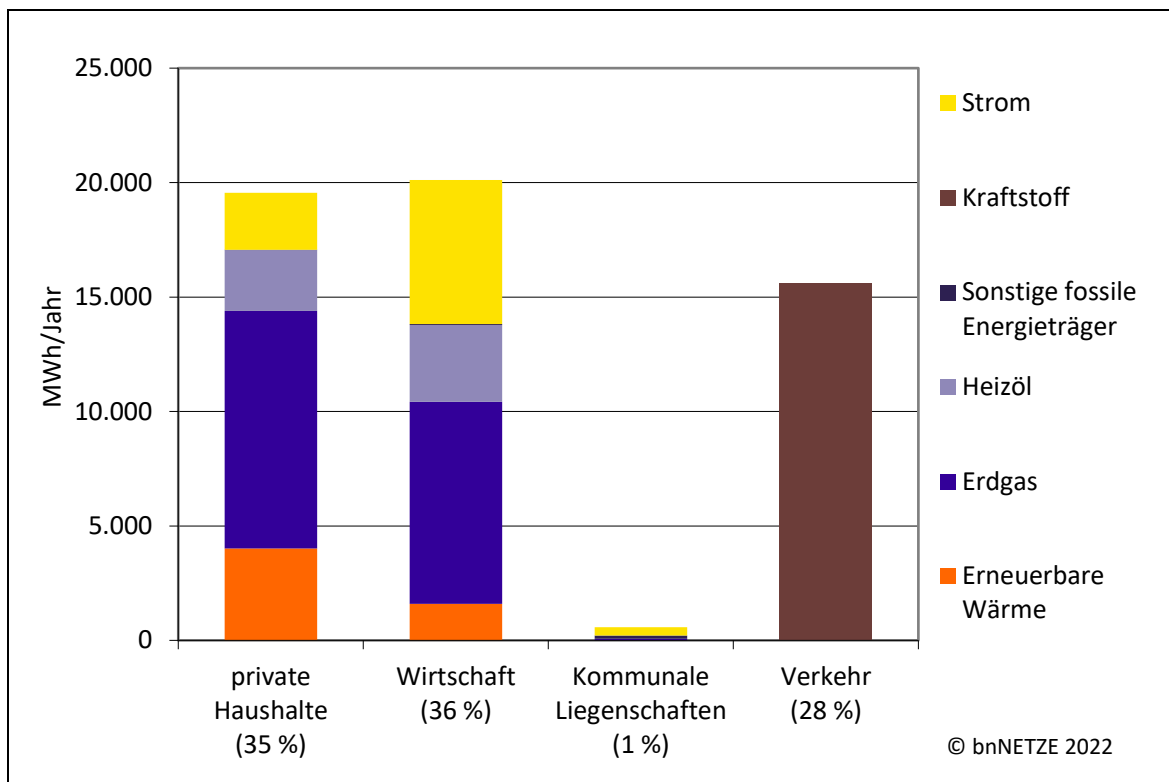


Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (2019)

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2019 in Dogern bei 575 MWh. Die größten Verbraucher sind die Grundschule inkl. Gemeindehalle, die Straßenbeleuchtung und das Rathaus (vgl. Abbildung 21). Insgesamt wird deutlich, dass in der Gemeinde Dogern die Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften weiterhin mit Erdgas erfolgt, allerdings überwiegend unter Verwendung eines modernen BHKWs und unter Verwendung von stromsparenden LED-Straßenlampen. Weitere, in Abbildung 24 nicht dargestellte Verbraucher sind zum einen die Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen, die nur Strom als Energieträger nutzen, zum anderen gering wärmeverbrauchende Gebäude. Die Flüchtlingsunterkunft nutzt seit kurzem eine Holzpelletanlage zur Wärmeversorgung. Dazugehörige Verbrauchsdaten liegen jedoch noch nicht vor.

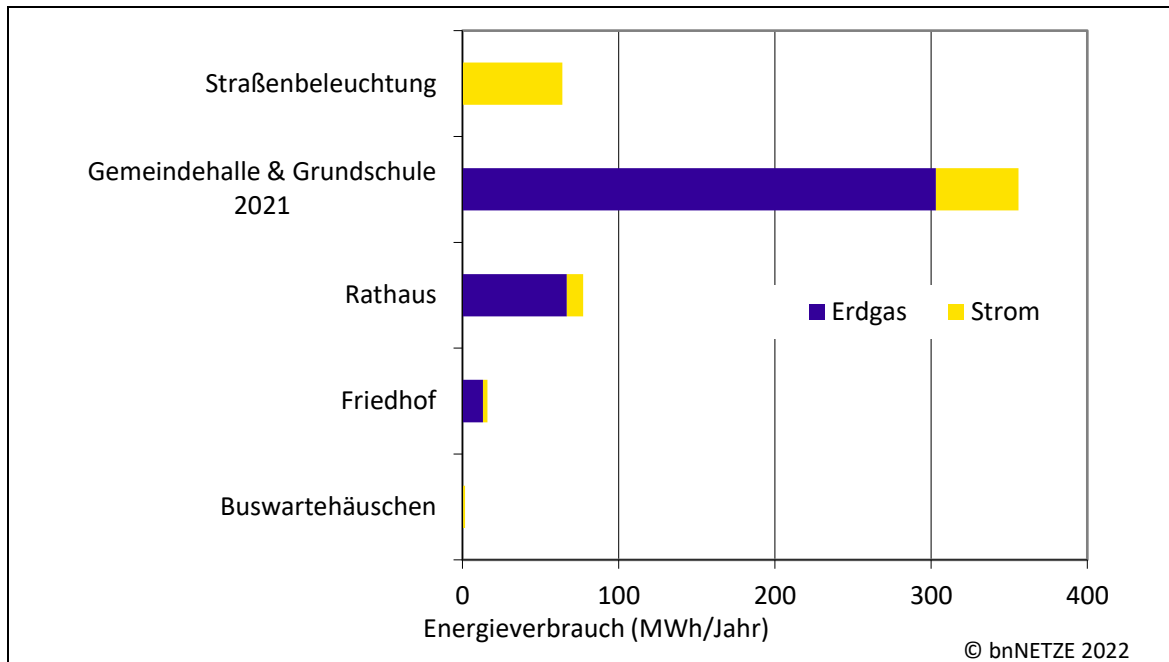


Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Dogern im Jahr 2019

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

In Dogern wurden im Jahr 2019 insgesamt 16.206 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Dabei war der Sektor Wirtschaft mit 39 % der Gesamtemissionen für den größten Anteil verantwortlich. Die privaten Haushalte hatten einen Anteil von 30 %, genauso wie der des Verkehrs. Die kommunalen Liegenschaften machten nur 1,4 % der Gesamtemissionen aus. Abbildung 22 zeigt die Aufteilung der Emissionen auf die vier betrachteten Sektoren.

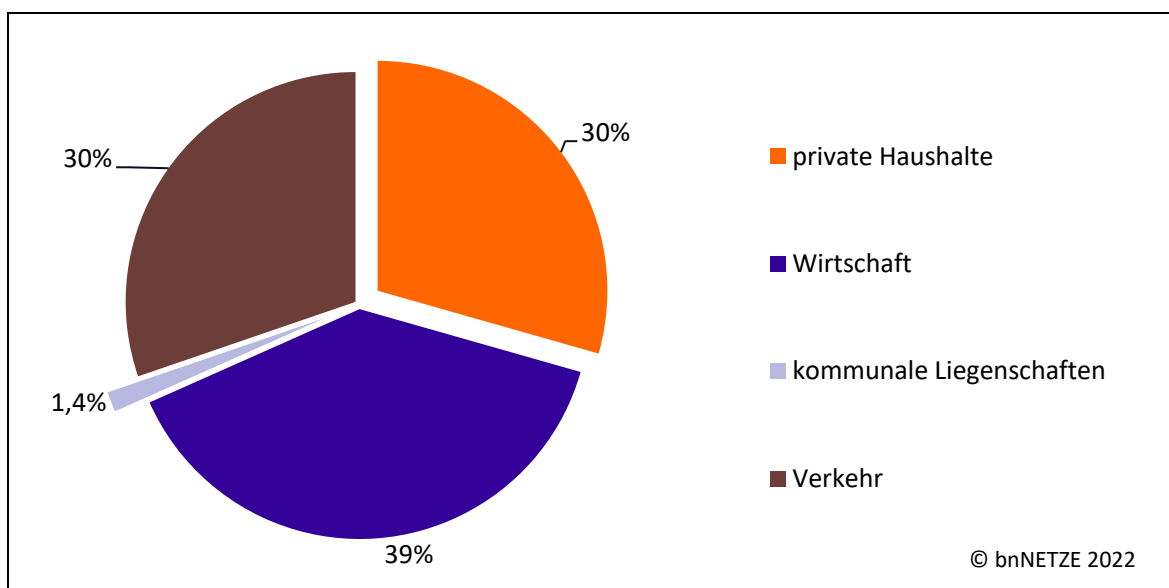


Abbildung 22 – Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Dogern nach Sektoren (2019)

Werden die Gesamtemissionen in Relation zur Bevölkerungszahl gesetzt, verursachte jede Bürgerin und jeder Bürger der Gemeinde Dogern Emissionen in Höhe von 7,05 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2019. Wird der individuelle Strommix der Gemeinde, der den lokal auf der Gemarkung produziertem Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, berücksichtigt, dann reduzieren sich die Emissionen auf 6,76 t CO<sub>2</sub> pro Person.

In Baden-Württemberg wurden laut dem Bilanzierungstool BiCO<sub>2</sub>-BW des ifeu-Instituts im Jahr 2019 pro Person durchschnittlich 8,1 t CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht, in Deutschland 7,9 t. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes und des Verkehrs auf die Bevölkerung umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industrieintensive Standorte bzw. Gemeinden mit Autobahn höhere Emissionen pro Person aufweisen. Außerdem können CO<sub>2</sub>-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

Bei Betrachtung der vor Ort eingesetzten Energieträger wird sichtbar, welche Energieträger in welchem Maße zu den Gesamtemissionen beitragen (vgl. Abbildung 23). Die Energieträger Erdgas und Kraftstoff haben mit jeweils 30 % bei der CO<sub>2</sub>-Bilanz den größten Anteil der Emissionen. Und obwohl der Stromverbrauch nur 16 % des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde ausmachte, war er für ca. 27 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Dies liegt an der, verhältnismäßig hohen CO<sub>2</sub>-Belastung des deutschen Strommix. An vierter Stelle war Heizöl mit 12 % beteiligt und sonstige fossile Energieträger mit nur 0,3 %. Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO<sub>2</sub>-Emissionen anfallen. Ihr Anteil ist mit 1,2 % an den Gesamtemissionen sehr gering.

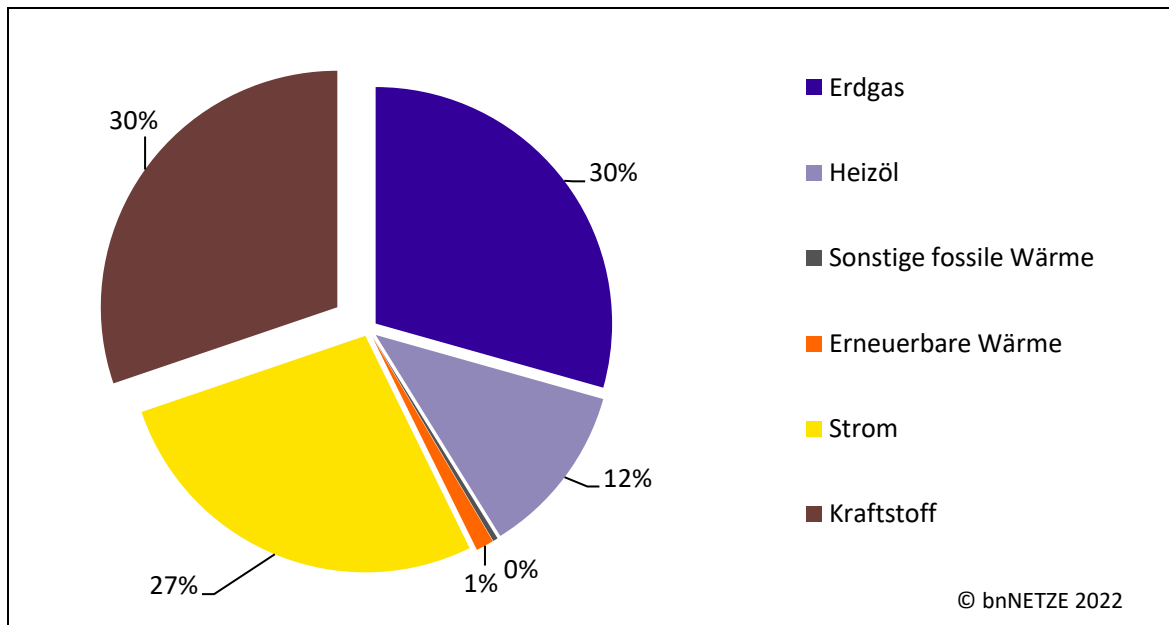


Abbildung 23 – Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern (2019)

Abbildung 24 zeigt die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier nochmals sichtbar, dass der Stromverbrauch, vor allem bei der Wirtschaft einen sehr hohen Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.

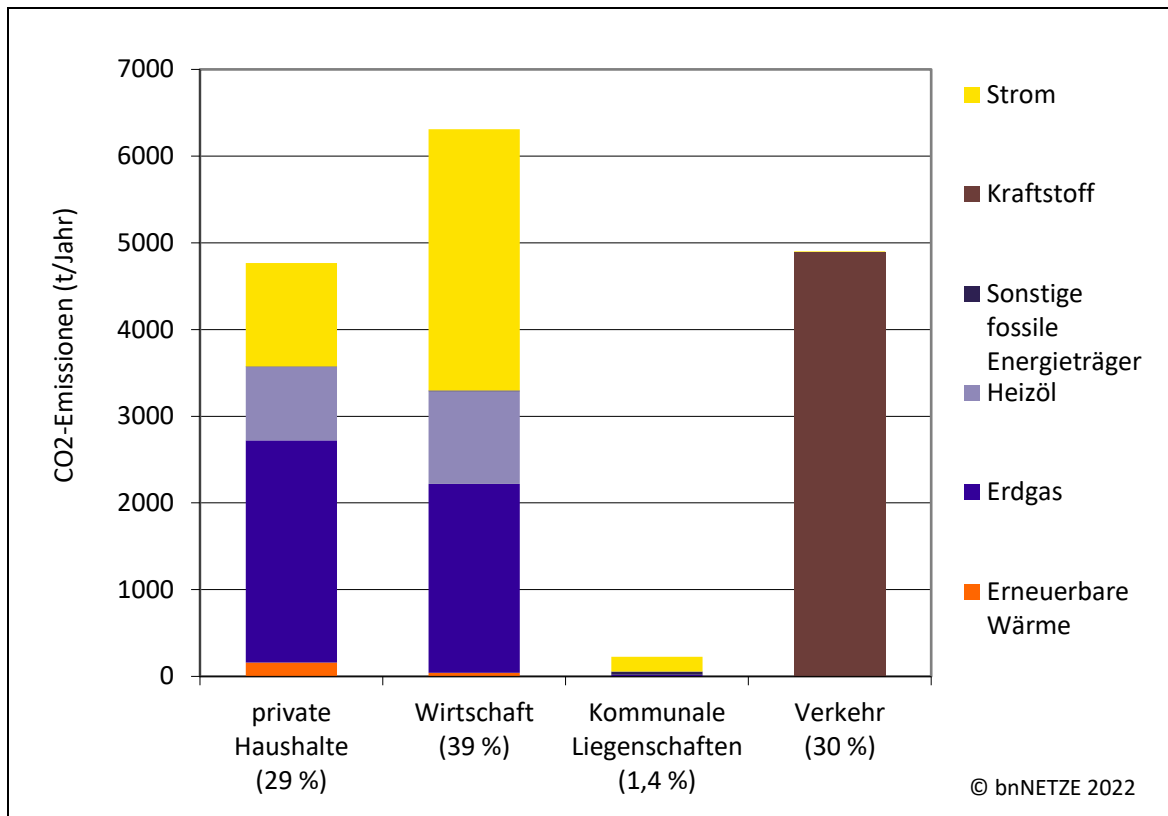


Abbildung 24 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern (2019)

Die kommunalen Liegenschaften haben in Dogern im Jahr 2019 insgesamt 228 t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Darin enthalten ist die Straßenbeleuchtung mit 31 t CO<sub>2</sub>-Emissionen. 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 (vgl. Abbildung 25).

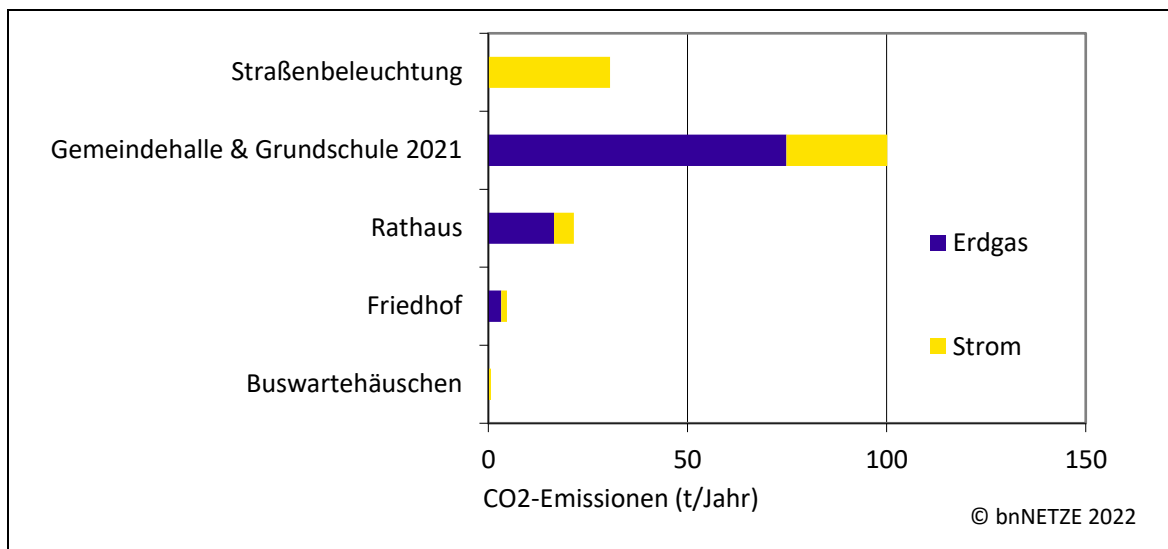


Abbildung 25 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Dogern im Jahr 2019



### 3.4.3 Kennzahlen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz festgehalten und werden mit Durchschnittswerten des Landes Baden-Württemberg verglichen.

2019	Dogern	Baden-Württemberg	Einheit
<b>Kommune</b>			
CO <sub>2</sub> -Ausstoß Bundesmix	7,05	8,1	t/gem. Person
CO <sub>2</sub> -Ausstoß kommunaler Mix	6,76	k. A.	t/gem. Person
Anteil EEQ gesamt	11,5	14,8	%
<b>Private Haushalte</b>			
Stromverbrauch	1,2	1,4	MWh/gem. Person
Endenergiebedarf Wärme	7,4	5,8	MWh/gem. Person
CO <sub>2</sub> -Ausstoß private Haushalte	2,1	2,2	t/gem. Person

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (2019)

### 3.4.4 Datengüte der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Um die Aussagekraft und Belastbarkeit der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz zu bewerten, wird die Datengüte der erstellten Bilanz im Bilanzierungstool BICO<sub>2</sub> BW angegeben. Die Datengüte wird in Tabelle 4 dargestellt. Die Datengüte der Gesamtbilanz wird anhand der Datengüte der einzelnen Sektoren, gewichtet nach Ihrem Anteil an dem Gesamtenergieverbrauch, berechnet (vgl. Kapitel 9.3.5). Die Datengüte der Bilanz liegt bei 73 %, womit die Ergebnisse belastbar sind.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	29 %	79 %	Belastbar
Wirtschaft	39 %	18 %	Bedingt belastbar
Kommunale Liegenschaften	1,4 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	30 %	51 %	Relativ belastbar
<b>Gesamtbilanz</b>		<b>73 %</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 Dogern hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, was die Nutzung von Sonnenenergie als Energiepotenzial hervorhebt. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei ca. 1.125 kWh und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, 2020a).

Mit 9,6 % Anteil an der Stromerzeugung leistete die Photovoltaik im Jahr 2019 bereits einen nicht zu verachtenden Beitrag zum Klimaschutz in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Außerdem wurden im Jahr 2019 2 % der Wärmeversorgung der Gemeinde mit Solarthermieanlagen erzeugt.

Um das weitere Ausbaupotenzial der Solarenergie in der Gemeinde Dogern genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial auf Dachflächen und auf Freiflächen ermittelt und ausgewertet. Hierzu wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zurückgegriffen (LUBW, 2020; vgl. Methodik 9.4). Dabei wurden bereits installierte Anlagen vom Gesamtpotenzial abgezogen.

#### 4.1.2 Solarenergiepotenziale auf bestehende Dachflächen

Die Auswertung des Solarpotenzials auf Dachflächen ergab, dass 94 % 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 durch eine Prüfung vor Ort möglich.

Dachausrichtung	Gesamtfläche	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	25.336 m <sup>2</sup>	36 %
Gut geeignet	40.805 m <sup>2</sup>	58 %
Bedingt geeignet	4.417 m <sup>2</sup>	6 %

**Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Dogern (Datengrundlage: LUBW, 2022, Energieatlas Baden-Württemberg)**

Die Solarstrahlung auf Dachflächen 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>1</sup>. Beide Szenarien sind in Abbildung 26 dargestellt.

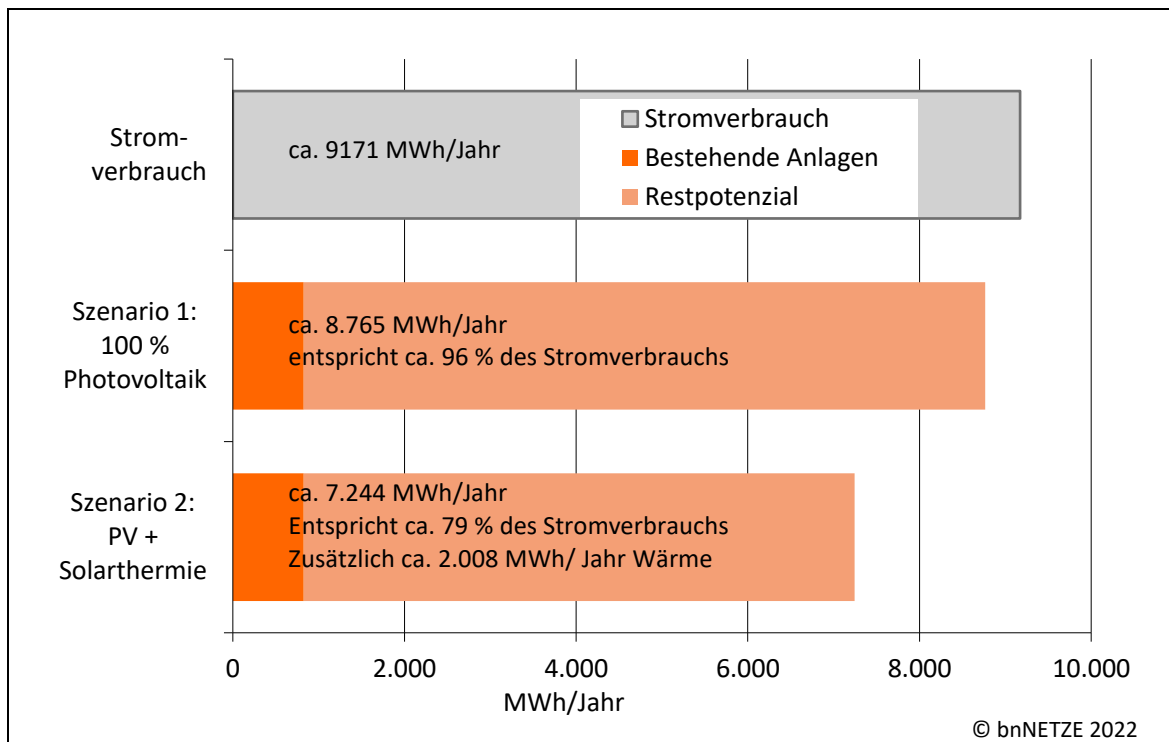


Abbildung 26 – Solarpotenziale auf Dachflächen in der Gemeinde Dogern

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 96 % bzw. ca. 8.765 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 19 % des

<sup>1</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).

noch vorhandenen Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 7.190 MWh/Jahr und entspricht 79 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass die Gemeinde Dogern zwar bereits einen Teil der Dachflächen für die Stromerzeugung nutzt. Würde die Gemeinde dies ausbauen, könnte gut  $\frac{3}{4}$  des gesamten Stromverbrauchs eines Jahres durch PV-Anlagen auf Dachflächen vor Ort gedeckt werden. Somit liegt ein maßgebliches erneuerbare 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 heutigen deutschen Strommix, insgesamt 3.173 t CO<sub>2</sub>-Emissionen/Jahr vermieden werden. Der weitere Zubau von PV-Modulen wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage, Förderbedingungen, der Preisentwicklung der Module und Batterien sowie natürlich von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer und –eigentümerinnen abhängen.

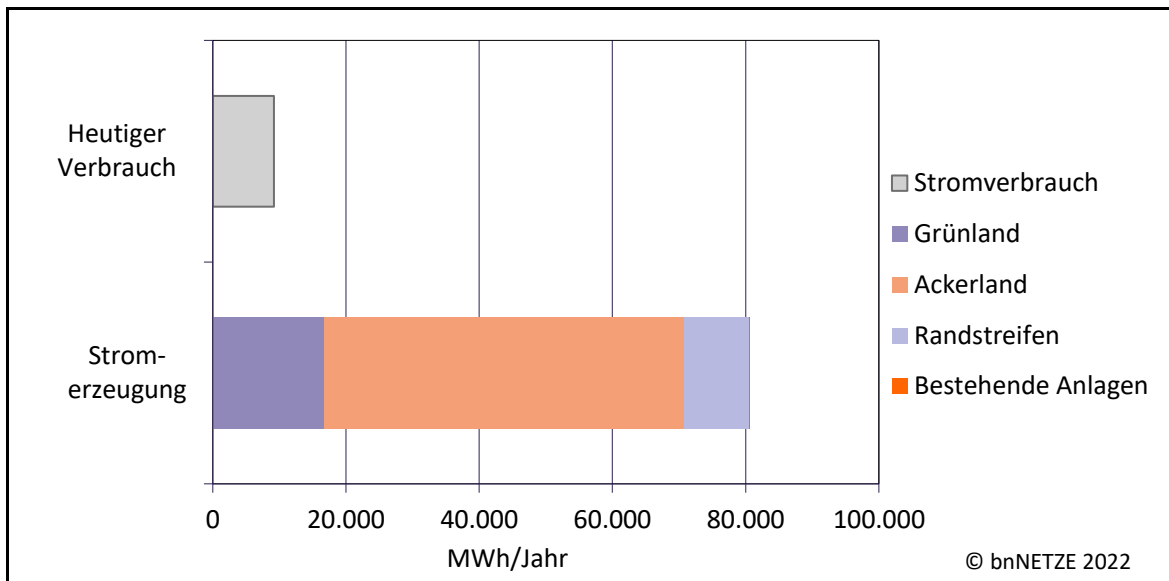
#### 4.1.3 Solarenergiepotenziale auf Freiflächen

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW, 2020), die theoretisch für PV-Nutzung nach dem EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) geeignet sind. Mehrere Flächenabschnitte entlang von Bahnlinie und B34 sowie auf benachteiligte Acker- und Grünlandflächen kommen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen in Frage. Laut Energieatlas BW sind davon rund 161 ha als geeignet eingestuft und 76 ha als bedingt geeignet (vgl. Tabelle 6). 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, 2020).

Eignungsklasse	Potenzialflächen nach Standort	
	Ackerland, Grünland u.a.	Entlang B34 und Bahn
Geeignete Flächen	141 ha	19,6 ha
Restriktionsflächen	59 ha	16 ha
Summe	201 ha	36 ha

Tabelle 6 – Freiflächenpotenziale nach Standort und Eignungsklasse (Quelle: LUBW, 2018)

Aus den Angaben des LUBW geht hervor, dass bereits eine kleinere Freiflächenanlage in Dogern mit 48,6 kWp Leistung existiert, die ca. 54 MWh ins Stromnetz einspeisen dürfte. Allerdings konnte deren Lage und Existenz bisher nicht ermittelt oder bestätigt werden. Würden nur die vom LUBW als geeignet eingestuften Freiflächen für PV-Anlagen genutzt werden, könnte damit das 8 bis 9-fache des heutigen Stromverbrauchs, also ca. 80.500 MWh/Jahr erzeugt werden. In Abbildung 27 ist dieses Stromerzeugungspotenzial der Freiflächen in Dogern, zusätzlich zu der bestehenden (?) Anlage, dargestellt.



**Abbildung 27 – Solarstromerzeugungspotenzial auf Freiflächen**

Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum heutigen deutschen Strommix, insgesamt 37.704 t CO<sub>2</sub>-Emissionen/Jahr vermieden werden.

Allerdings unterliegen die Auflagen auch dem Regionalverband Hochrhein-Bodensee, dessen Angaben von denen des LUBW zuweilen deutlich abweichen können. So liegen große Bereiche von Flächen, die die LUBW als geeignet einstuft, laut Regionalverband in Zonen, die als Überschwemmungsgebiete für den Hochwasserschutz ausgewiesen sind. Auch das aktuelle Neubaugebiet Hättelacker liegt innerhalb von Gebieten, die bei der LUBW als geeignet oder bedingt geeignet angegeben sind.

Viele Nutzflächen unterliegen bei den Regionalverbänden zurzeit einer Nutzungsprüfung für Erneuerbare Energien, so dass die Flächeneignungen sich in den nächsten Jahren deutlich ändern können. Alle Potenzialangaben zur Freiflächen-PV sind daher mit starkem Vorbehalt versehen.

## 4.2 Energie aus Biomasse

### 4.2.1 Hintergrund

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnittel 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.

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet der Gemeinde Dogern durch eine empirische Erhebung ermittelt. Es wird zunächst das technische Potenzial anhand des Massenaufkommens der Biomasse beziffert und anschließend die aktuellen Verwertungspfade berücksichtigt.

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 Dogern werden auf einer Fläche von 46 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2020). Auf diesen Flächen werden verschiedene Getreide- und Fruchtarten angebaut.

Reststoffe der Maisbewirtschaftung sowie der Zuckerrübenanbau bieten die größten verfügbaren Energiepotenziale der ackerbaulichen Reststoffe. 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.<sup>2</sup>

Aufgrund der in der Statistik nicht weiter differierten Anbautypen wird das nutzbare Energiepotenzial im Durchschnitt über alle Getreide- und Fruchttypen mit ca. 425 MWh/Jahr berechnet.

Neben den Ackerflächen sind in Dogern keine weiteren Flächen als Dauergrünlandflächen angegeben.

Insgesamt ergibt sich daher ein nur grob erfasstes theoretisches Gesamtpotenzial von ca. 425 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen.

---

<sup>2</sup> Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Dogern auf sieben Haupterwerbslandwirte und 14 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.

### 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.

Das Statische Landesamt gibt für Dogern nur Rinder-Bestände von zusammen 174 Tieren im Jahr 2021 an. Das energetisch verfügbare Potenzial liegt somit bei mindestens 176 MWh/Jahr.

### 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.

Die Nutzung der organischen Abfälle aus der Biotonne birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 276 MWh/Jahr. Die Verwertung in einer Biogasanlage in Dogern wird in dieser Studie jedoch ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Waldshut-Tiengen liegt.

### 4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Das berechenbare technische Biogaspotenzial summiert sich in der Gemeinde Dogern auf einen Gesamtwert von ca. 877 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 333 MWh/Jahr entsprechen würde und einer Biogasanlage mit ca. 50 kW<sub>el</sub> Leistung<sup>3</sup>.

Werden allerdings konkurrierende, insbesondere bestehende Verwertungspfade der Biomasse, berücksichtigt ist davon auszugehen, dass eine wirtschaftliche Nutzung in einer Biogasanlage in Dogern nicht möglich ist.

### 4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

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

In der Gemeinde Dogern beläuft sich die Waldfläche auf 273 ha. Davon sind 156 ha Gemeindewald und 117 ha in Privatbesitz. Das im Gemeindewald eingeschlagene Holz wird energetisch genutzt und als Hackschnitzel (121 fm/Jahr) und Brennholz (107 fm/Jahr) verwendet. Nach Auskunft des zuständigen Försters wird die Waldfläche in Dogern bereits übermäßig bewirtschaftet, so dass keine zusätzlichen energetischen Potenziale vorhanden sind. Ungenutzter Zuwachs ist nicht vorhanden.

---

<sup>3</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.

### 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, 2020). Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionsschutzrechtliche Themen 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 Dogern auf ihrer Gemarkung nach heutigem Stand der Technik keine windhöffigen Standorte auf ihrer Gemarkung. Insgesamt ist die östliche Hochrheinregion außerordentlich windarm.

### 4.4 Wasserkraft

Laut dem Energieatlas des LUBWs ist innerhalb der Gemarkung Dogern kein Potenzial für die Kleinwasserkraft gegeben.

### 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. Hochenthalpie-Lagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit  $> 100^{\circ}\text{C}$ )

In der Gemeinde Dogern 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 petrothermalen Methoden in Tiefen ab 1.500 m nutzbar machen. Aufwand und Nutzen stehen dabei vermutlich nicht im Verhältnis.

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 28 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.

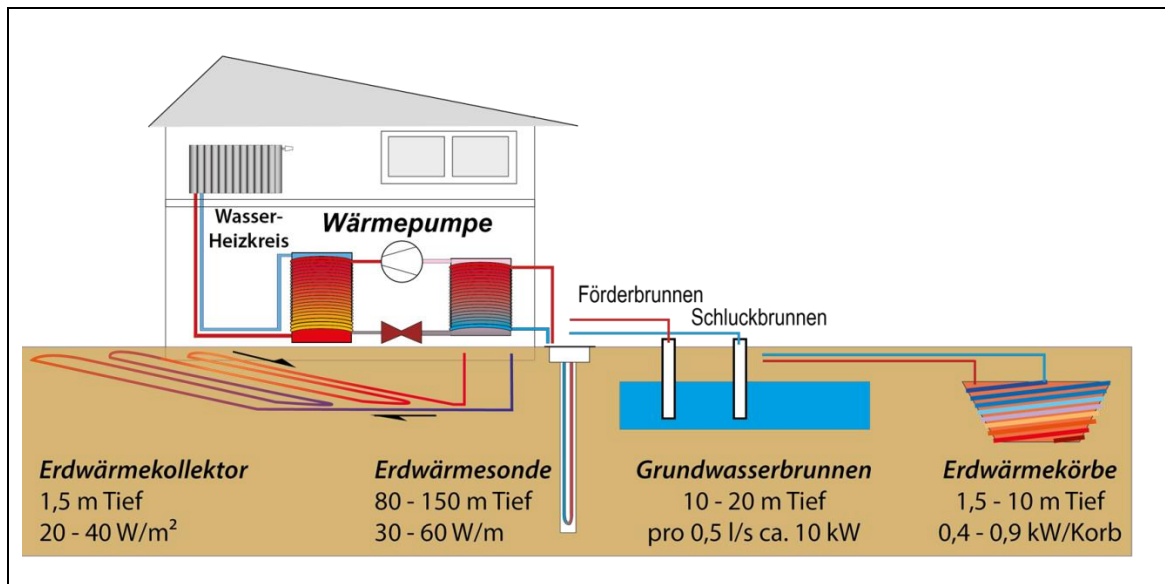
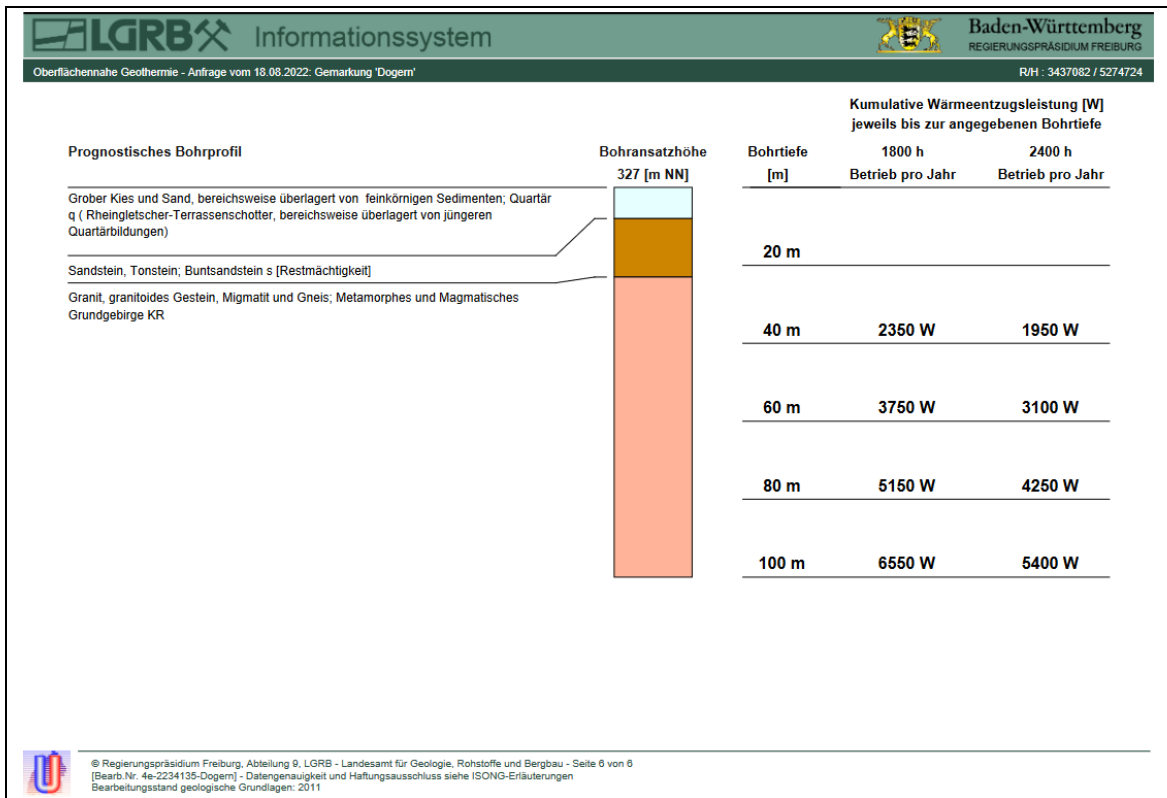


Abbildung 28 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Die Gemeinde Dogern liegt im östlichen Hochrheingebiet. Der geologische Untergrund wird im Hangenden von geringmächtigen Gesteinen des unteren Muschelkalks und des Buntsandsteins aufgebaut (vgl. Abbildung 29). Deren Mächtigkeiten sind im Osten der Gemarkung größer als im Westen. Darunter stehen Gneise und Granite an, die auf weiter Flur bereits in 10 bis 40 m u.GOK. einsetzen. Diese Gesteine – insbesondere die harten Kristallingesteine - lassen sich für die Setzung der Erdwärmesonde gut durchbohren und bieten insgesamt hohe Wärmeentzugsleistungen. Die Bohrrisiken sind sehr überschaubar und technisch handhabbar.

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB, 2022) mindestens 7 Erdwärmesonden-Anlagen mit insgesamt 19 Sonden für die Gemeinde Dogern registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall sogar bis zu 162 m. Kumulativ wurden für Erdwärmesonden mindestens 2.198 m erbohrt, wobei der Großteil der Sonden Längen von über 100 m aufweist.

Die Siedlungsgebiete bei Dogern sind überwiegend mit lockeren Verschwemmungssedimenten bedeckt die zwar gute Wasserleiter aber oft nur sehr dünn sind. Darunter können kluftwasserführende Sandsteine oder Kalksteine lagern. Aus diesem Grund können Grundwasser-Wärmepumpensysteme lokal, aber vermutlich nicht flächendeckend betrieben werden. Wasserrechtliche Schutzzonen sind in den Siedlungsarealen nicht ausgewiesen.



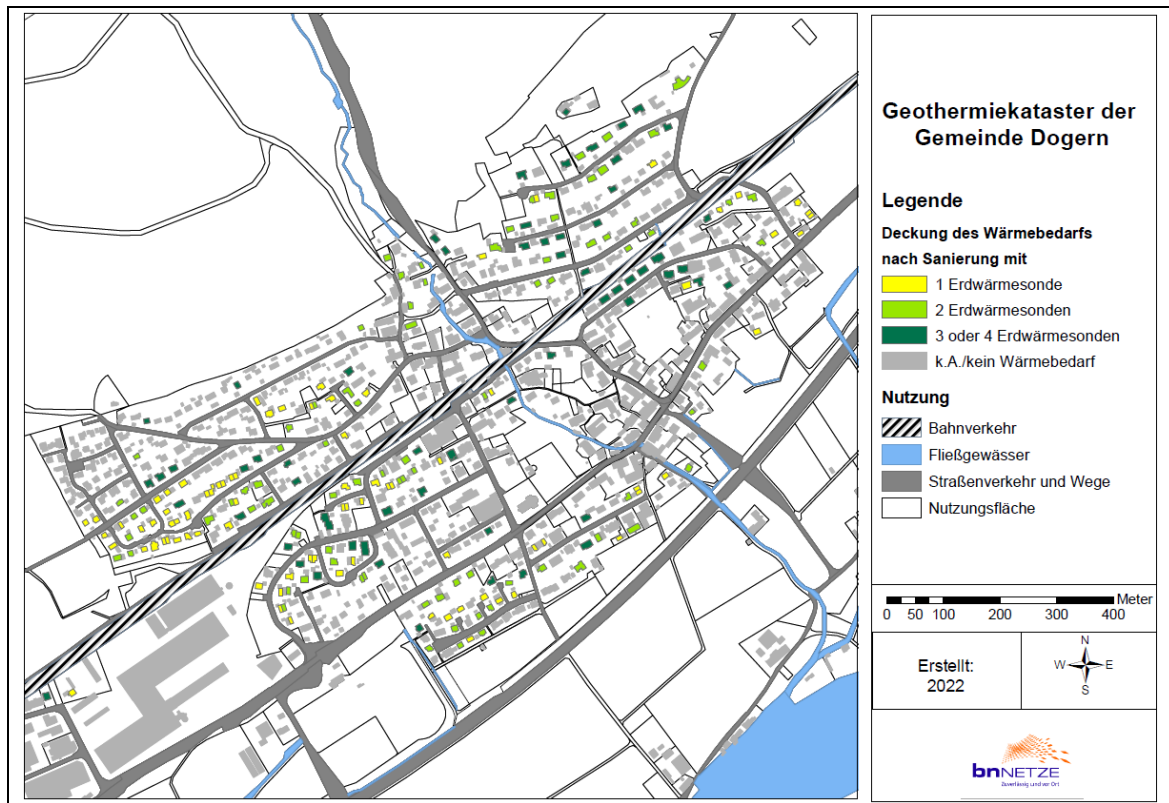
**Abbildung 29 – Prognostiziertes Bohrprofil im Gebiet West-Dogern (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg)**

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 Dogern 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.

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 ausschnittsweise in Abbildung 30 für Erdwärmesonden mit bis zu 120 m Länge dargestellt.



**Abbildung 30 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Dogern**

Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt 5 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Das technisch-ökonomische Potenzial schließt zudem nicht aus, dass auch ältere Wohngebäude, die vor 1969 gebaut wurden, mit Erdwärme versorgt werden können, setzt dann in der Regel jedoch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen voraus.

Die Ergebnisse des Geothermiekatasters zeigen, dass technisch-ökonomisch mindestens 21 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 120 m langen Sonden abgedeckt werden könnten. Vom gesamten technischen Wärmebedarf der Gebäude können ca. 17 % abgedeckt werden. Auf den heutigen Gesamtwärmeverbrauch von Dogern bezogen sind dies jedoch nur 9 %. Einige 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. Bei den meisten Gebäuden sind ein bis zwei Erdwärmesonden ausreichend.

Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	120 m
<b>Theoretisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen, ohne Sanierung der Gebäude	32 %
<b>Technisch-ökonomisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen nach Sanierung der Gebäude	17 % (9 %)*
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	5 %

**Tabelle 7 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs (\*bzw. Wärmeverbrauchs) in Dogern**

Unberücksichtigt bleibt die Nutzung des Grundwassers zum Betreiben einer Wärmepumpe, da dieses Potenzial im Rahmen der Methodik nicht zu bestimmen ist. In Abbildung 30 und bei Gesamtbetrachtung des Geothermiekatasters ist zu erkennen, dass sich das nutzbare geothermische Potenzial auf einzelne Quartiere konzentriert. Lassen sich heizölbetriebene oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Umwelt- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

Da die Berechnung des Geothermiekatasters auf den technischen Gebäudebedarfswerten beruht und keine Wasserschutzzonen das Potenzial mindern, kann die Potenzialbetrachtung auch auf Luft-Wasser-Wärmepumpen ausgedehnt werden. Allerdings ist die Effizienz der Luft-Wasser-Wärmepumpe etwas geringer als die der Erdwärmesonden-Wärmepumpe.

Ein Potenzial für Kollektorsysteme kann nicht angegeben werden, da hier vor allem Flächenrestriktionen privater Grundstücke eine Rolle spielen. Dieses wird jedoch sehr viel geringer sein als das Erdwärmesondenpotenzial.

## 4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in der Gemeinde Dogern

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

### **Solarenergie**

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Dogern bei der Solarenergie. Dabei sind Anlagen sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen möglich. Vor allem das Stromerzeugungspotenzial mit PV-Anlagen ist sehr groß, aber auch die Wärmeerzeugung mit Solarthermieanlagen kann in Dogern weiter ausgebaut werden.

### **Oberflächennahe Geothermie**

- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in vielen Fällen bereits zur Wärmergewinnung genutzt und könnten deutlich weiter ausgebaut werden. Der Untergrund in Dogern eignet sich sehr gut zur Anwendung der Erdwärmesonde.

### **Biomasse/Biogas**

- Biomasse aus der Gemeinde Dogern wird für ein technisch-wirtschaftliches Potenzial keine Rolle spielen.

### **Holz**

- Die lokalen Energieholzpotenziale aus dem Gemeindewald werden bereits vollständig genutzt.

### **Windkraft**

- Es sind in offiziellen Informationsquellen keine Windkraftpotenziale angegeben und bei Dogern auch nicht zu erwarten.

### **Wasserkraft**

- Der Energieatlas BW zeigt keine Potenziale für Kleinwasserkraftwerke auf.

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 Dogern 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 Dogern 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 Dogern lag im Jahr 2019 bei 9.171 MWh und wurde zu 9 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt. Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Dogern fast ausschließlich im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Das Biogaspotenzial muss eher als ein sehr theoretisches Potenzial betrachtet werden.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde (unter Abzug der Solarthermiefläche) könnte der Stromverbrauch zu 79 % gedeckt werden. Hinzu kommt das PV-Potenzial auf Freiflächen, für welches nur schwer genaue Angaben zu machen sind. Insgesamt könnte aber der heutige Stromverbrauch bilanziell zu mindestens 100 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden.

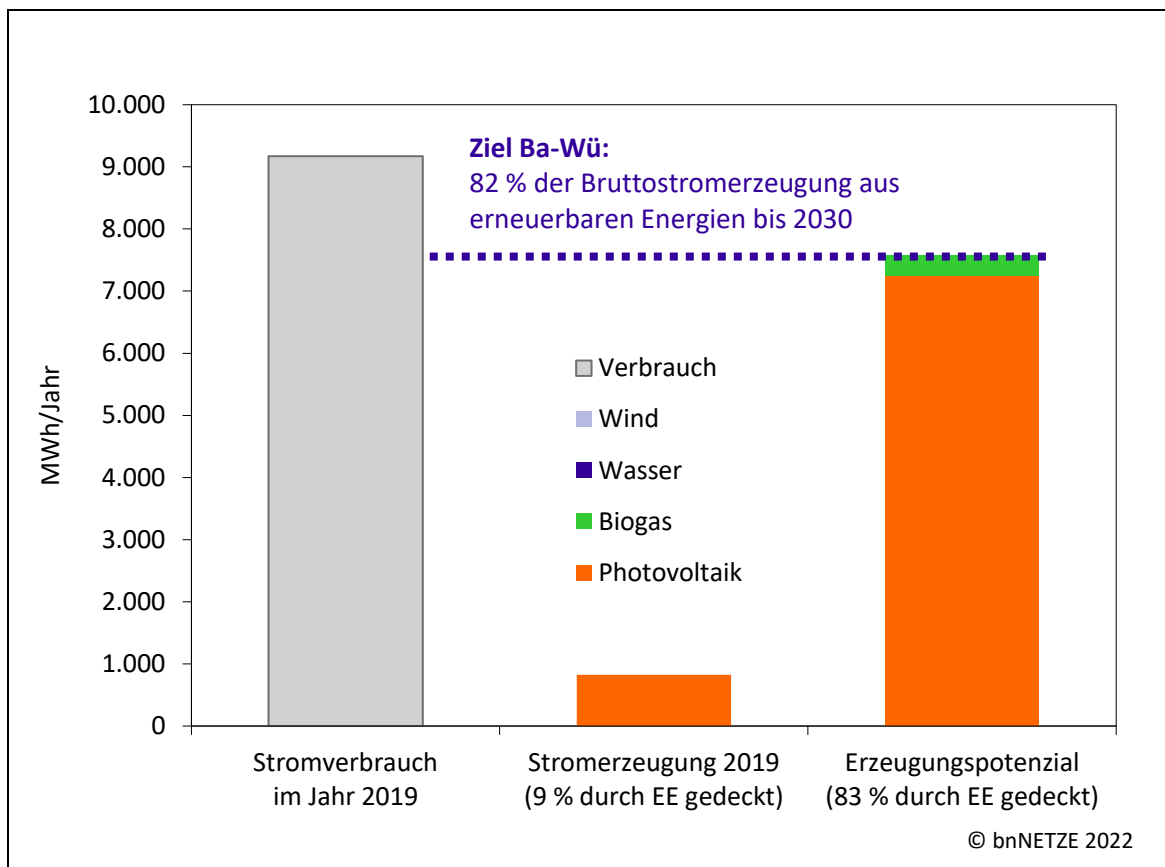
Im Jahr 2019 konnte Dogern mit 9 % Deckungsanteil das Landesziel für die (Brutto-)Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 82 % bis 2030 bei weitem noch nicht decken. Da zurzeit der Verbrauch in Baden-Württemberg größer ist als die Erzeugung, liegt der tatsächliche Zielwert für Dogern darunter. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Dogern das angestrebte Ziel des Landes Baden-Württemberg zumindest bilanziell erreichen (vgl. Abbildung 31).

Gegenüber dem deutschen Strommix im Jahr 2019 wäre bei vollständiger Ausnutzung des Gesamtpotenzials der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien (Dachflächen-PV und Biogas) eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von fast 3.605 t im Jahr möglich. In der kommunalen CO<sub>2</sub>-Bilanz wird nur so viel Strom bilanziert, wie auch in der Gemeinde verbraucht wird. Dadurch würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Gemeinde um 23 % bzw. um 1,57 t CO<sub>2</sub> pro Person und Jahr verringern. Noch weit mehr könnte vermutlich mit dem Ausbau der Freiflächen-PV erreicht werden.

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 gesamt: 3.605 t/Jahr oder 23 %**

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial je Einwohner/-in: 1,57 t/Jahr**



**Abbildung 31 – Aktueller Stromverbrauch in Dogern 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 nicht weiter möglich ist (vgl. Abbildung 32).

Der Wärmeverbrauch in Dogern betrug im Jahr 2019 rund 31.713 MWh. Davon wurden bereits 17,7 % aus erneuerbaren Energiequellen (Energieholz, Umweltwärme und Solarthermie) erzeugt.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde Dogern könnten ca. 2.008 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für den Warmwasserbedarf der Haushalte erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen

Geothermiefotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 29 % des Wärmeverbrauchs decken. Dadurch würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Gemeinde um 4 % bzw. um 0,27 t CO<sub>2</sub> pro Person und Jahr verringern.

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 Dogern für die nächste Dekade im Bereich des Möglichen.

Auch bei den kommunalen Liegenschaften sollte bei gegebenem Anlass, z.B. beim Heizungstausch, die Umstellung der Heizung auf erneuerbare Energien geprüft werden. Somit könnte die Gemeinde Ihre Vorbildfunktion auch in diesem Bereich wahrnehmen.

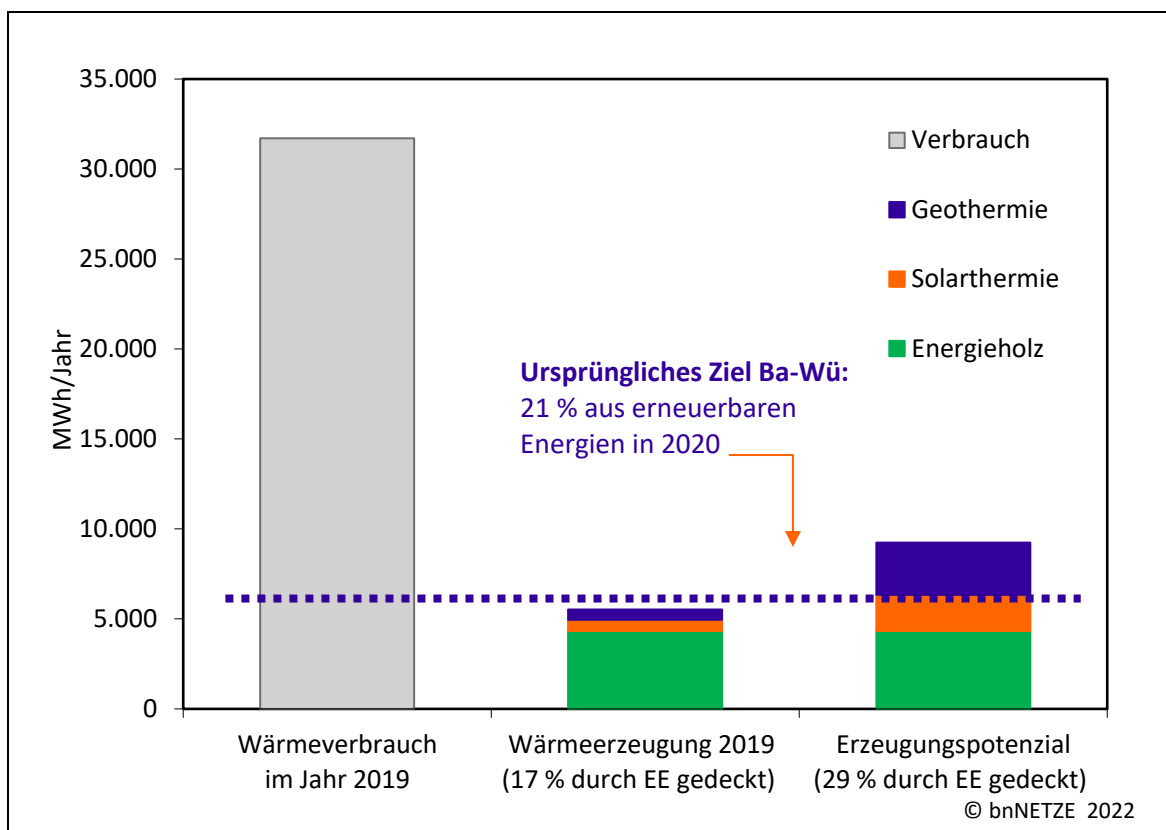


Abbildung 32 – Aktueller Wärmeverbrauch in Dogern

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 617 t/Jahr - 4 %**

Abbildung 32 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 1,5 % senken könnte.

Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas). Im Jahr 2019 wurden in Dogern nur 19 % des Wärmeverbrauchs durch Heizöl erzeugt. Eine Umstellung dieses Energieträgers z.B. auf Pelletanlagen würde 11 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Dogern einsparen. Zusätzlich zu diesem deutlichen Einsparpotenzial ergeben sich durch die Effizienzsteigerungen beim Heizungstausch gleichzeitig weitere CO<sub>2</sub>-Einsparungen.

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 1.780 t/Jahr - 11 %**

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. Sowohl bei den privaten Haushalten als auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

### 5.2.2 Bau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollten nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015). Mittlerweile geht es darum, das Niveau von ca. 8 TWh Stromerzeugung (ca. 11 % des Verbrauchs) bis 2030 beizubehalten (IFEU, 2022 - Sektorziel 2030). In der Gemeinde Dogern sind ca. 13 Anlagen installiert und decken 0,4 % des Wärmebedarfs und bereits 9 % des Stromverbrauchs der Gemeinde. Damit ist das Niveau des anvisierten Stromverbrauchanteils von KWK-Anlagen in Dogern gut zu erreichen.

Für den Aufbau von Nahwärmeverbänden bzw. KWK-Anlagen bestehen in der Gemeinde Dogern 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).

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

### 5.2.3 Elektrifizierung des motorisierten Straßenverkehrs

Um den Straßenverkehr umweltfreundlicher zu gestalten, rückt die Elektromobilität in den Vordergrund. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor haben Elektrofahrzeuge den klaren Vorteil, dass beim Fahrbetrieb vor-Ort keine 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 zeigen diverse Studien einen 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). Möglich ist dies, weil Elektromotoren deutlich effizienter als herkömmliche Verbrennungsmotoren sind.

In Zukunft wird sich dieser Effekt durch den weiteren Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 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.

Würde der gesamte motorisierte Individualverkehr in der Gemeinde Dogern auf Elektroantrieb umstellen würden sich die CO<sub>2</sub> Emissionen (mit deutschem Strommix) um ca. 2.570 t/Jahr reduzieren (ohne Lebenszyklusberechnungen!). Wird der Strom aus lokalen erneuerbaren Energien erzeugt, ist das Einsparpotenzial deutlich größer.

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: ca. 2.570 t/Jahr - 16 %**

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

## 5.3 Energieeinsparung

### 5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

In der folgenden Abbildung 33 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in Dogern (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) dargestellt. Dogern verfügt über ein signifikantes Einsparpotenzial beim privaten Wärmebedarf.

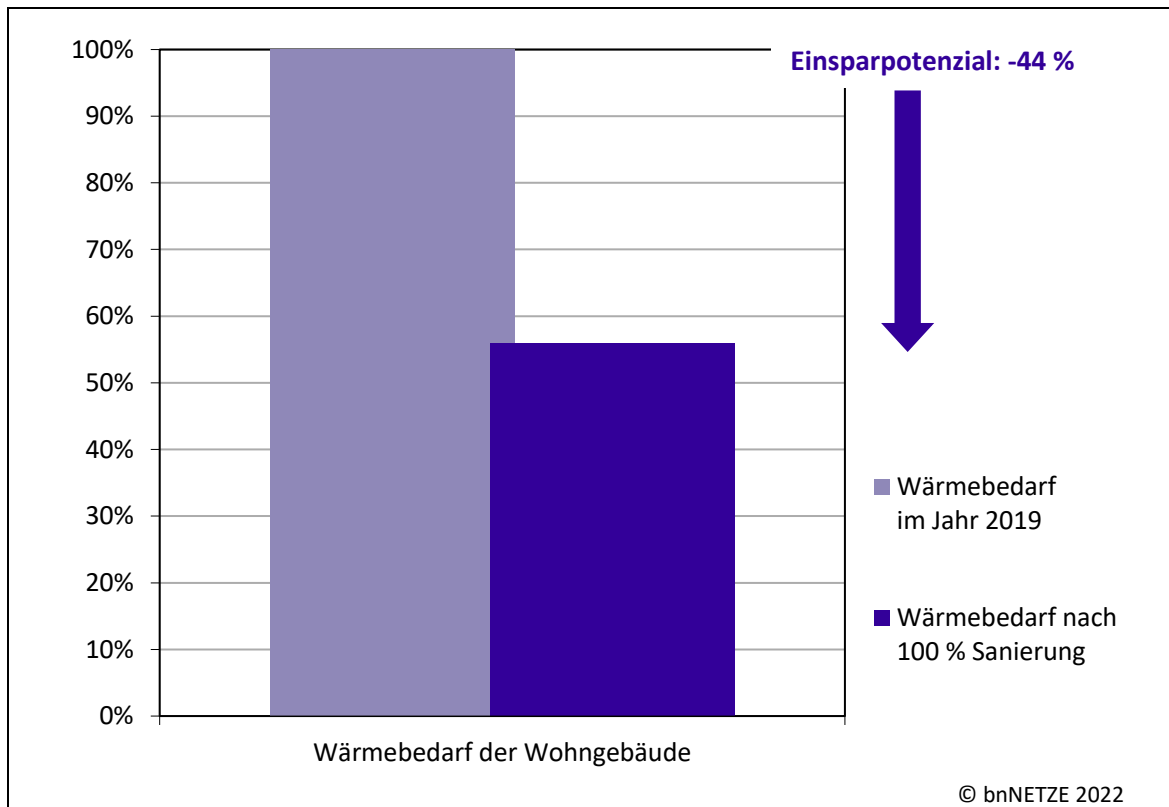


Abbildung 33 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), beinhalten das Gebäudealter und den Gebäudetyp. 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 der in ihm lebenden Personen ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Dogern wurden 76 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 2 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 Dogern alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes GEG modernisiert werden, könnten mindestens 44 % des

aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden (vgl. Abbildung 33). 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: 1.577 t/Jahr – 10 %**

### 5.3.2 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 und Akteurinnen 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.

### 5.3.3 Fortsetzung der energetischen Sanierung der kommunalen Liegenschaften

Die Gemeinde hat in den letzten Jahren bereits Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften durchgeführt. Diese sollten in den nächsten Jahren fortgesetzt werden, um den Energieverbrauch der Liegenschaften kontinuierlich zu senken. Das BAFA fördert Sanierungskonzepte für Nichtwohngebäude mit 80 % der Kosten. Die Konzepte helfen Potenziale der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien in Bestandsgebäude zu identifizieren und stellen Kosten und Nutzen von ausgewählten Maßnahmen dar. Eine solche Beratung ist vor allem vor einer anstehenden Sanierung sinnvoll und bietet eine Orientierung für den Gemeindehaushalt.

### 5.3.4 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 Bewohnerinnen und 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 Dogern 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 Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer Einfluss auf den zukünftigen energetischen Gebäudestandard 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. Zudem erhält die Gemeinde eine fundierte Grundlage, mit der sie die Käufer hinsichtlich der Wärmeversorgung und der Fördermittelbereitstellung durch den Bund beraten kann.

### **5.3.5 Reduzierung des motorisierten Verkehrs**

Der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Austoß ist mit einem Anteil von über einem Drittel 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 Ist-Zustand und die Potenziale aus dem Bereich Verkehr in der Gemeinde genauer zu erfassen, könnte bspw. ein Modalsplit erstellt werden. Hiermit wird ermittelt, zu welchen Anteilen der Verkehr auf den verschiedenen Verkehrsmitteln zurückgelegt wird. Mit den Ergebnissen können Maßnahmen in diesem Bereich gezielt geplant werden. Außerdem könnte die Gemeinde besser erfassen, welchen Anteil des Verkehrs tatsächlich durch die Gemeinde bzw. durch den Durchgangsverkehr verursacht wird.

## 6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Dogern 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 vollständige Modernisierung der Straßenbeleuchtung, die Nutzung der KWK für die Gemeindehalle und die Schule sowie ganz allgemein der Ausbau der Photovoltaik zu nennen.

Zusätzlich zu dieser Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Dogern weitere Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der erneuerbaren Wärmeerzeugung durch Solarthermie- und Geothermieanlagen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen sowie von alten Heizungspumpen
- Sanierung der kommunalen Liegenschaften
- Prüfung von Potenzialen für Wärmeverbünde, 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 Bürgerinnen und lokalen Akteurinnen und Akteuren, eine konkrete Klimaschutzstrategie für Dogern sowie umsetzungsfähige Klimaschutzmaßnahmen auszuarbeiten.

## 7. Literaturverzeichnis

AG ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB) (2022). Stromerzeugung nach Energieträgern 1990-2021 (Stand Dezember 2020). Zuletzt abgerufen im Januar 2022 unter [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/STRERZ\\_2021Feb22\\_web.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/STRERZ_2021Feb22_web.pdf).

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 (2020). Ein europäischer Grüner Deal. Zuletzt abgerufen im Januar 2020 unter [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de).

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) (2022). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Emissionsfaktoren.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2022). Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040. Abgerufen am 07.09.2022: [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/220624\\_Teilbericht\\_Sektorziele\\_BW.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/220624_Teilbericht_Sektorziele_BW.pdf)

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) (2021). Climate Change 2021 – 6<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) (2021). Energieatlas Baden-Württemberg. Zuletzt abgerufen im August 2022 unter <http://www.energieatlas-bw.de/>.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2020a). Solare Einstrahlung. Zuletzt abgerufen im August 2022 unter <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflächen/hintergrundinformationen/so-lare-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, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2022). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfragen für Dogern. Zuletzt abgerufen im August 2022 unter <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>.

UMWELTBUNDESAMT (2021). Factsheet zu „Treibhausgasneutralität in Kommunen“. Abgerufen am 06.09.2022 unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgasneutralitaet-in-kommunen>

UMWELTBUNDESAMT (2022). Energieverbrauch privater Haushalte. Zuletzt abgerufen im August 2022 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte>

UMWELTBUNDESAMT AUF BASIS AG ENERGIEBILANZEN (2022). Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen. Zuletzt abgerufen im August 2022 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-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, einer 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>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>Gebäude- typologie</b>	Bei dieser Typologie wird der Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen eingeteilt, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
<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 wird etwa 1 kWh Strom benötigt.

<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.) Leistung
<b>MWh</b>	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh Energie (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>	Der Strommix beschreibt 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 Niveauläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normal-Null 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.

**WSchV**

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

Die Gebäudetypisierung erfolgte anhand der Katasterdaten sowie Daten zu der Baualtersklasse und der Gebäudeart. 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 8).

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 8 – 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 aneinandergrenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinandergrenzende 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 Nutzerverhalten bestimmt werden kann.

## 9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Das Wärmekataster der Gemeinde Dogern zeigt nur den Bedarf der Wohngebäude und der kommunalen Gebäude an. Gewerbebetriebe und Dienstleistungen, die im Rahmen der Fragebogenaktion Angaben zu ihrem Heizenergieverbrauch gemacht haben, werden ebenfalls abgebildet, sofern sich der Verbrauch erkennbar auf das Gebäude bezieht und nicht auf Prozessenergie.

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Wohngebäudetyp, der aus regionalen Daten für jeden Wohngebäudetyp ermittelt wurde. Als kartographische Grundlage der Gebäudgrundflächen dienen die so genannten ALKIS-Daten der Gemeinde. Je nach Alter dieser Daten kann es sein, dass jüngere Gebäude oder Gebäudeerweiterungen nicht erfasst sind. 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 dort lebenden Personen, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegevinne (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 BICO2 BW (Version 2.10) genutzt (IFEU). Diese Version ist für die Bilanzjahre 2009 bis 2019 ausgelegt. Die Bilanz wurde für das Jahr 2019 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 2019 0,478 t/MWh beträgt (IFEU, 2022).

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2019, Bruttostromerzeugung)
Kohle	28,1 %
Kernenergie	11,8 %
Erdgas	15,2 %
Wind	19,3 %
Biomasse	7,6 %
Solar	8,5 %
Wasser	3,2 %
Sonstiges	6,3 %

Tabelle 9 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2019 (Quelle: AGEB, 2022)

### 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 10 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 10 – CO<sub>2</sub>-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2019)**

### 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 2019 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für das Jahr 2019 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. Die Schornsteinfegerdaten wurden zur Bilanzierung verwendet.

Der Bestand an Solarthermie- und Wärmepumpenanlagen wurde aus der Datengrundlage der KEA Karlsruhe entnommen (MAP-Geförderte Anlagen). Diese Datenbanken erfassen alle solarthermischen Anlagen bzw. Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanreizprogramme MAP gefördert worden sind. Die Angaben zu den installierten Solarthermieranlagen und Wärmepumpen bilden den Zustand im Jahr 2019 ab. Der Bestand an oberflächennahen Geothermieranlagen wurde aus der Datenbank des Regierungspräsidiums, Abt. 9 (LGRB) abgefragt.

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 (2019). 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, 2022).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüte des Verbrauchs pro Energieträger wird anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Sektoren und für die Gesamtbilanz 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 öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW, 2022).

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.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmezeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften 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 Solar-energieausbaupotenzials.

## 9.5 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight 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 11 – Vorgegebene Untergrundparameter**

Das Geothermiepotenzial 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 mitberücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 12 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 / 11,88
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

**Tabelle 12 – Vorgegebene Sondenparameter**

Tabelle 13 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.

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 14 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 120 m	48,2 / 44,5 / 39,5
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,5$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,7$ K im eingeschwungenen Zustand

**Tabelle 13 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte**

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

**Tabelle 14 – 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 15).

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 15 – 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

Folgende Karten erhält die Gemeinde digital beigelegt:

- **Wärmekataster der Gemeinde Dogern**
  - Absoluter Wärmebedarf der Wohngebäude (kWh/Jahr)
  - Spezifischer Wärmebedarf der Wohngebäude (kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr)
- **Sanierungskataster der Gemeinde Dogern**
  - Absolutes Einsparpotenzial der Wohngebäude bei energetischer Sanierung (kWh/Jahr)
  - Spezifisches Einsparpotenzial der Wohngebäude bei energetischer Sanierung (kWh/m<sup>2</sup>\*Jahr)
- **Geothermiekataster der Gemeinde Dogern**
  - Potenziale zur Wärmeversorgung mit Erdwärmesonden vor und nach Sanierung der Wohngebäude  
(**vor** Sanierung = alle Wohngebäude werden in ihrem Ist-Zustand erfasst;  
**nach** Sanierung = nur Wohngebäude ab Baujahr 1969 werden erfasst, für die zusätzlich die Wärmeeinsparung bei einer Teilsanierung auf den Stand der 3. WSchV 1995 berechnet wurde. Die Karte „nach Sanierung“ präsentiert das technisch-ökonomische Potenzial).