



## **Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Mühlacker: Energie- und Treibhausgasbilanz**

Lampertheim, 22.11.2023

**Ansprechpartner:**

Bianca Kohler / Sophia Fuchs

EnergyEffizienz GmbH

Gaußstraße 29a

68623 Lampertheim

Telefon: 06206 / 5803581

Fax: 06206 / 5804712

E-Mail: [b.kohler@e-eff.de](mailto:b.kohler@e-eff.de) / [s.fuchs@e-eff.de](mailto:s.fuchs@e-eff.de)

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abkürzungsverzeichnis.....	3
1. Energie- und Treibhausgasbilanz.....	4
1.1 Methodik.....	4
1.2 Datenbasis.....	5
1.3 Ergebnisse.....	5
1.3.1 Endenergiebilanz.....	5
1.3.2 Stromsektor.....	7
1.3.3 Wärmesektor.....	8
1.3.4 Verkehrssektor.....	11
1.3.5 Treibhausgasbilanz.....	12

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BHKW	Blockheizkraftwerk(e)
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DifU	Deutsches Institut für Urbanistik
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
E-Fahrzeuge	Elektrofahrzeuge
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Einwohner*in(nen)
fm	Festmeter (Raummaß für Rundholz)
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KomBiReK	Kommunale Treibhausgas (THG)-Bilanzierung und regionale Klimaschutzportale in Rheinland-Pfalz
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life cycle assessment
LED	Lichtemittierende Diode
Lkw	Lastkraftwagen
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde(n)
N <sub>2</sub> O	Lachgas
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
SUV	Sport Utility Vehicle
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt

# 1. Energie- und Treibhausgasbilanz

Für die Messbarkeit konkreter Zielsetzungen im Bereich Klimaschutz ist als Ausgangspunkt eine Energie- und Treibhausgasbilanz unerlässlich. Im Folgenden wird die Bilanz der Stadt Mühlacker dargestellt. Als Referenzjahr wird nachfolgend das Bilanzjahr 2019 verwendet. Hintergrund ist, dass die Energiebilanz aufgrund der Covid-19-Pandemie in den Jahren 2020/2021 leicht verzerrt und daher nicht repräsentativ ist. Aufgrund der Datenverfügbarkeit basieren die Wärmeverbräuche der Industrie auf dem Jahr 2022.

## 1.1 Methodik

Die Bilanzierung erfolgt nach der Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO). Die Systematik wurde vom ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH) im Rahmen eines vom BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) geförderten Vorhabens mit Vertretern aus Wissenschaft und Kommunen entwickelt. Die entwickelte Methodik zur Bilanzierung ist ein deutschlandweit gängiger Standard für kommunale Energie- und THG-Bilanzen und soll das Bilanzieren von Treibhausgasemissionen in Kommunen harmonisieren und vergleichbar machen. Ein weiteres Kriterium ist die Konsistenz innerhalb der Methodik, um Doppelbilanzierung, sowie falsche Schlüsse lokaler Akteure resultierend aus der Doppelbilanzierung zu verhindern.

Die BISKO-Methodik schreibt eine endenergiebasierte Territorialbilanz vor. Dabei werden alle Verbräuche<sup>1</sup> auf Ebene der Endenergie bilanziert, welche im Gebiet der Stadt Mühlacker auftreten. Über spezifische Emissionsfaktoren findet im Rahmen der Bilanzierung eine Umrechnung in CO<sub>2</sub>-Äquivalente statt. Diese berücksichtigen nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern auch die Emissionen anderer Treibhausgase, wie Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), mit ihrer entsprechenden Treibhausgas-Wirkung. In diesem Bericht sind bei der Nennung von CO<sub>2</sub> immer die CO<sub>2</sub>-Äquivalente gemeint. Die Emissionsfaktoren berücksichtigen darüber hinaus auch die Vorketten der jeweiligen Energieträger, also die Emissionen, die beim Abbau der Rohstoffe, bei der Aufbereitung, Umwandlung und dem Transport anfallen. Die Energieverbräuche und Emissionen werden den fünf Bereichen Haushalte, GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen), Industrie, Verkehr sowie städtischen Einrichtungen zugeordnet.

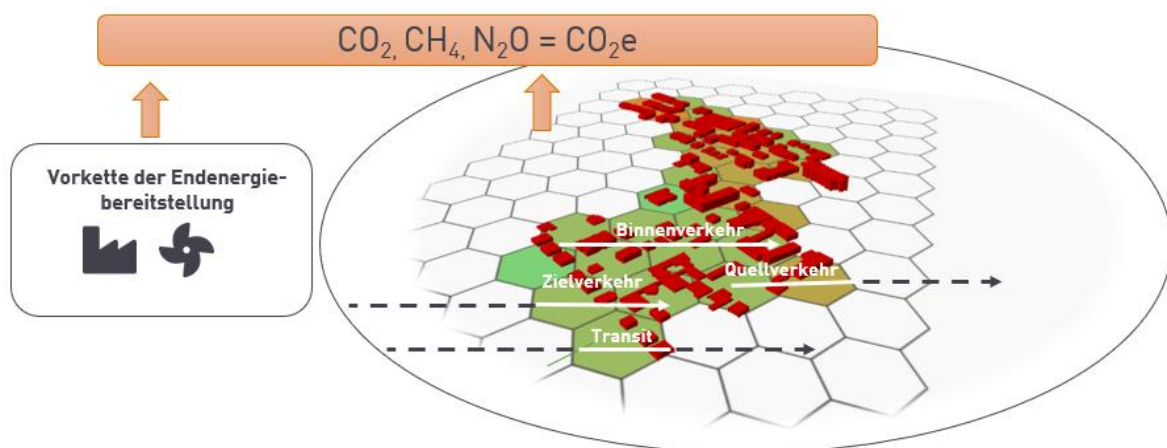


Abbildung 1: Territorialprinzip und Bilanzierung der Vorkette nach BISKO am Beispiel des Verkehrssektors

<sup>1</sup> Energie kann grundsätzlich weder verbraucht, sondern lediglich von einer Form in eine andere umgewandelt werden (Erster Hauptsatz der Thermodynamik). Der Begriff des Energieverbrauchs steht im üblichen Sprachgebrauch wie auch in diesem Bericht in der Regel für die Umwandlung von Energie von einer höherwertigen in eine niederwertigere Energieform. Der Begriff der Energieerzeugung entsprechend umgekehrt.

Die Einspeisung von nicht eigenverbrauchtem Strom aus erneuerbaren Energien ins allgemeine Stromnetz wird nicht in der Hauptbilanz dargestellt, jedoch ergänzend in Form des lokalen Strommix ausgewertet (BISKO-Vorgabe). Ökostrom wird nach dem BISKO-Standard nicht in der kommunalen Bilanz verrechnet. So bleibt das Augenmerk auf den Bemühungen zum Klimaschutz innerhalb des Gebietes der jeweiligen Kommunen. Die unter Verwendung der oben genannten Kriterien der BISKO-Methodik erstellte Bilanz wird als Basisbilanz für die Stadt Mühlacker definiert.

## 1.2 Datenbasis

Das genutzte Bilanzierungstool, der „Klimaschutzplaner“, stellt ein Mengengerüst (Daten zur Einwohnerzahl und Beschäftigung) zur Verfügung. Die Werte für den Gas- und Stromverbrauch sowie für die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energiequellen basieren auf Daten der Energieversorger, welche für die parallel erstellte „Kommunale Wärmeplanung“ zur Verfügung gestellt und in aggregierter Form für das Klimaschutzkonzept verwendet wurden. Die Verbräuche von Heizöl, Flüssiggas und Biomasse beruhen auf der Auswertung der lokalen Schornsteinfegerdaten, welche ebenfalls in aggregierter Form über die „Kommunale Wärmeplanung“ bereitstanden. Für den Ölverbrauch des Sektors Industrie wurde auf statistische Zahlen des Landkreises zurückgegriffen, welche über das Verhältnis der Beschäftigten im industriellen Sektor für die Stadt heruntergerechnet wurden. Die Daten für die Nutzung von Solarthermie wurden über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bezogen. Der Verbrauch der Wärmepumpen wurde über Angaben der Stadtwerke Mühlacker sowie der Netze BW GmbH berechnet. Für den Verkehrssektor liegen statistische Hochrechnungen anhand von ifeu-Daten im Bilanzierungstool Klimaschutzplaner vor, die durch regionale Daten zu den Buslinien ergänzt werden. Die Emissionsfaktoren werden vom Klimaschutzplaner bezogen, welcher die Faktoren inkl. Vorkette (LCA) zur Verfügung stellt.

## 1.3 Ergebnisse

Insgesamt werden in der Stadt Mühlacker (Bilanzjahr 2019) rund 645.000 MWh Energie pro Jahr verbraucht und ca. 211.000 t CO<sub>2</sub> emittiert, wenn mit dem Bundesstrommix gerechnet wird (BISKO-konform). Wird der lokale Strommix zur Berechnung herangezogen, liegen die Emissionen bei ca. 199.000 t CO<sub>2</sub>. Der Strommix beschreibt die Aufteilung der Stromerzeugung nach Primärenergieträgern. Er kann vor Ort deutlich vom Bundesdurchschnitt abweichen. Deshalb wird ergänzend zum Bundesstrommix der lokale Strommix erhoben, welcher sich aus der lokalen Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien berechnet. Es wird angenommen, dass zur Deckung des lokalen Strombedarfs zuerst der regenerativ erzeugte Strom vor Ort verbraucht und der Rest über den Bundesstrommix gedeckt wird. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Energieverbräuche und Emissionen zusammensetzen.

### 1.3.1 Endenergiebilanz

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern ist in Abbildung 2 dargestellt. Es zeigt sich, dass der Wärmesektor mit rund 297.300 MWh den größten Anteil (46 %) am gesamten Endenergieverbrauch der Stadt hält. Darauf folgt der Stromsektor mit rund 206.000 MWh (32 %) und der Verkehrssektor mit rund 141.300 MWh (22 %). Der Energieträger Gas wird dabei für ca. drei Viertel der Wärmebereitstellung bzw. 35 % des Gesamtenergieverbrauchs genutzt, wobei 27 % auf Erdgas und 8 % auf Biogas zurückzuführen sind. Der Energieträger Öl macht 6 %, die weiteren erneuerbaren Energien (feste Biomasse, Wärmepumpen, Solarthermie) insgesamt rund 3 % des gesamten Endenergieverbrauchs aus. Einen geringen Anteil am Wärmeverbrauch haben Nahwärme (1 %), Heizstrom (1 %) und sonstige Konventionelle (<1 %). Beim Verkehrssektor ist der Großteil des

Endenergieverbrauchs auf den Kraftstoff Diesel zurückzuführen (13 % des Endenergieverbrauchs), gefolgt von Benzin (8 %). Nur ein sehr geringer Anteil entfällt auf E-Mobilität (1 %) und Erd- bzw. Flüssiggas (<1 %).

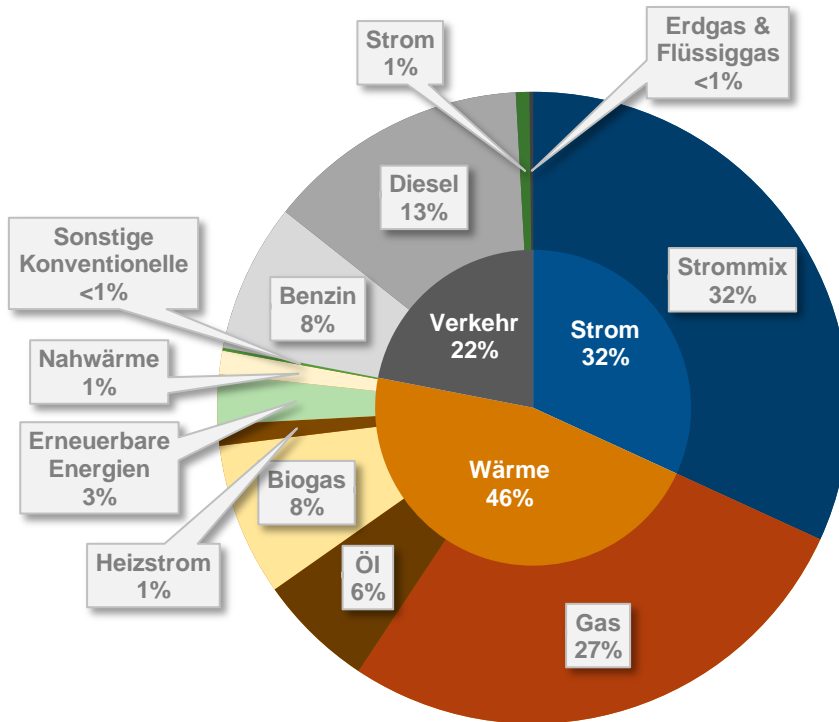


Abbildung 2: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (2019)

Nach Verbrauchergruppen aufgeteilt (Abbildung 3) entfallen rund 31 % des Verbrauchs auf den Sektor Haushalte, 22 % auf den Sektor Verkehr, 8 % auf den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und 39 % auf den Industriesektor. Die Verbräuche der kommunalen Einrichtungen machen zwar nur rund 2 % des Gesamtendenergieverbrauchs aus, dennoch wird ihnen im Klimaschutzkonzept aufgrund der Vorbildfunktion der Verwaltung eine besondere Bedeutung zugewiesen.

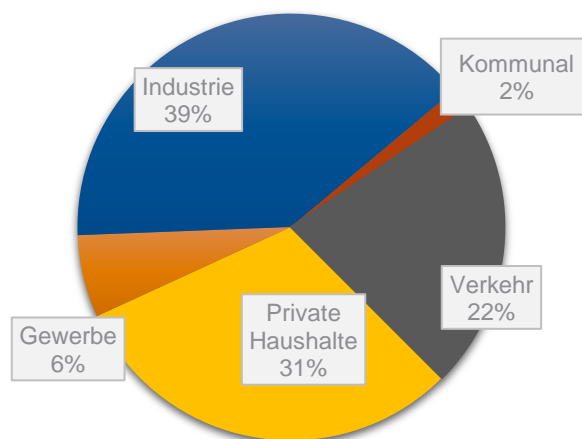


Abbildung 3: Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen (2019)

### 1.3.2 Stromsektor

Der Stromverbrauch lag im Bilanzjahr 2019 bei rund 206.000 MWh. Dem Verbrauch gegenüberstehend wurden ca. 26.600 MWh Strom aus erneuerbaren Energiequellen ins Netz eingespeist, was einem Anteil von circa 13 % des Stromverbrauchs entspricht. Damit ist die Stromeinspeisung deutlich niedriger als der eigene Verbrauch und liegt unter dem Bundesdurchschnitt von 42 %<sup>2</sup> (2019). Der größte Anteil der Stromeinspeisung entstammte Photovoltaik (45 %), gefolgt von Wasserkraft (28 %) und Biomasse (27 %). Abbildung 4 zeigt die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Stromverbrauch aus dem Bilanzjahr.

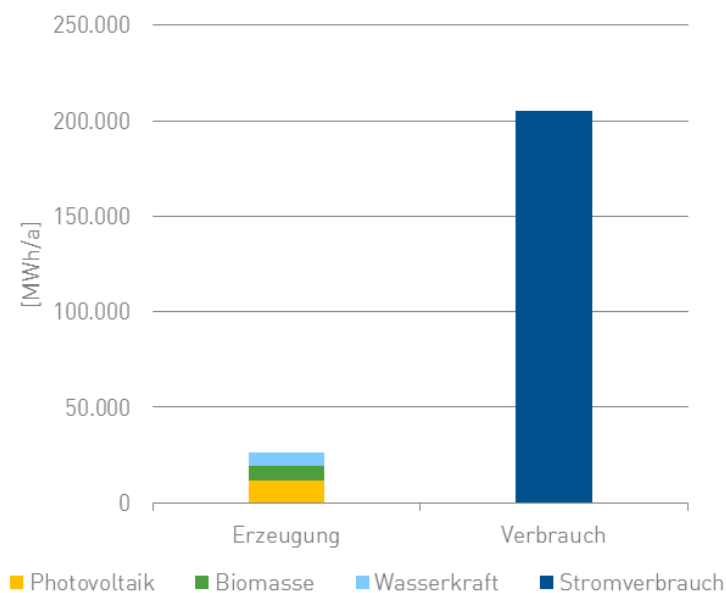
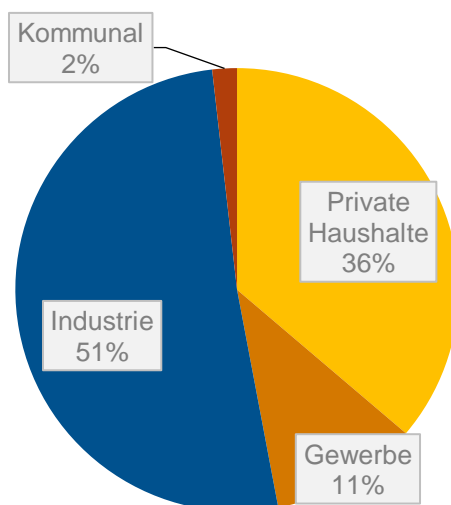


Abbildung 4: Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien vs. Stromverbrauch (2019)

Die Verteilung des Stromverbrauchs auf die verschiedenen Verbrauchergruppen wird in



<sup>2</sup> Klimaschutzplaner

Abbildung 5 dargestellt. Die größten Anteile hält im Bilanzjahr 2019 die Industrie mit 106.000 MWh/a, gefolgt von den privaten Haushalten mit 75.000 MWh/a. Dem Gewerbe wird rund 22.000 MWh/a, den kommunalen Einrichtungen rund 2.500 MWh/a zugeordnet.

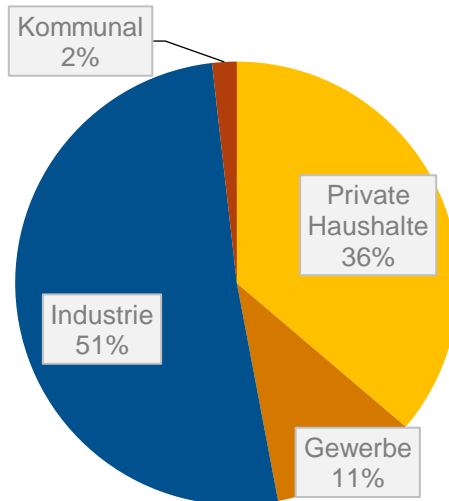


Abbildung 5: Stromverbrauch nach Verbraucherguppen im Bilanzjahr 2019

### 1.3.3 Wärmesektor

Der Wärmeverbrauch lag im Bilanzjahr 2019 bei 297.300 MWh. Die Aufteilung nach Energieträgern ist in Abbildung 6 dargestellt. Rund 59 % des Wärmeverbrauchs wird durch den Energieträger Erdgas abgedeckt. Der Anteil von Öl beläuft sich auf ca. 13 %, während Heizstrom mit insgesamt 2 % und Nahwärme mit 3 % zum Wärmeverbrauchbeitragen. Der Anteil erneuerbarer Energien liegt bei 22 % des Wärmeverbrauchs (plus auf erneuerbaren Energien beruhende Nahwärme). Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung über dem bundesweiten Durchschnitt von 15 %.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Klimaschutzplaner



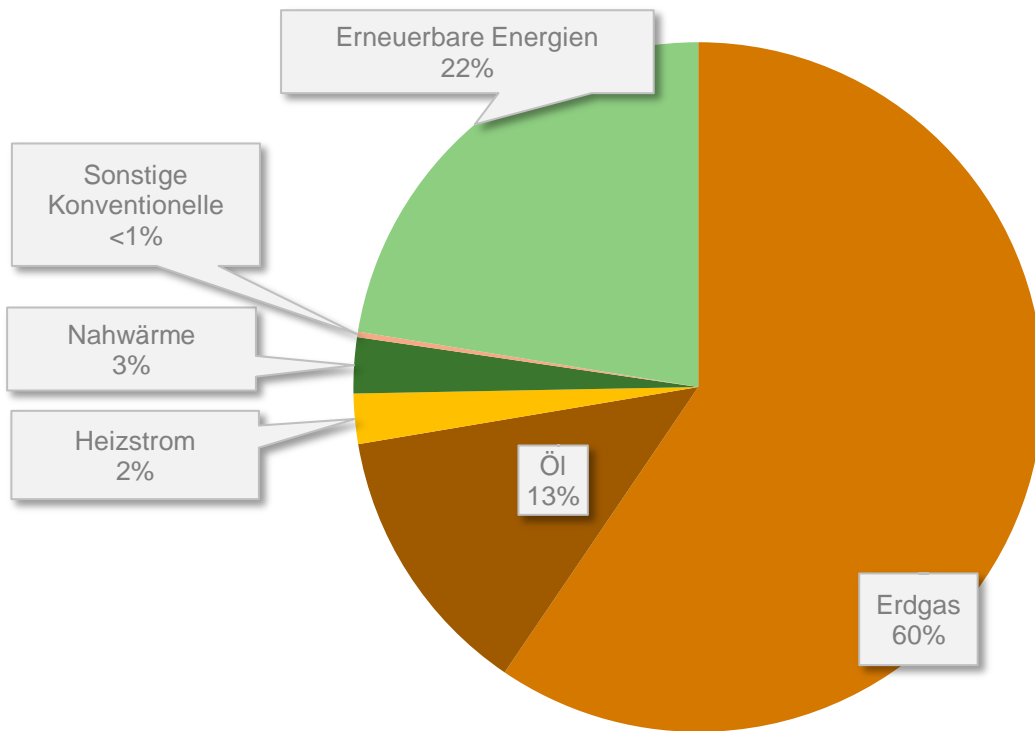


Abbildung 6: Energieverbrauch im Wärmesektor nach Energieträgern (2019)

Die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmesektor ist im Bilanzjahr 2019 mit 50.400 MWh/a zu einem überwiegenden Teil auf Biogas (75 %) zurückzuführen, gefolgt von Wärmepumpen mit rund 7.100 MWh/a (11 %), Biomasse mit 6.000 MWh/a (9 %) und Solarthermie mit 3.100 MWh/a (5 %).<sup>4</sup> Abbildung 7 zeigt die Anteile der erneuerbaren Energieträger am erneuerbar gedeckten Wärmeverbrauch.

<sup>4</sup> Sonstige Erneuerbare tragen mit 85 MWh/a (0,1%) zum Wärmebedarfsdeckung bei. Die sonstigen Erneuerbaren können nicht genauer bestimmt werden. Sie ergeben sich aus den Daten für die industriellen Verbräuche, welche vom statistischen Landesamt auf Landkreisebene veröffentlicht werden und keine weitere Aufteilung nach den unterschiedlichen regenerativen Energieträgern enthalten.

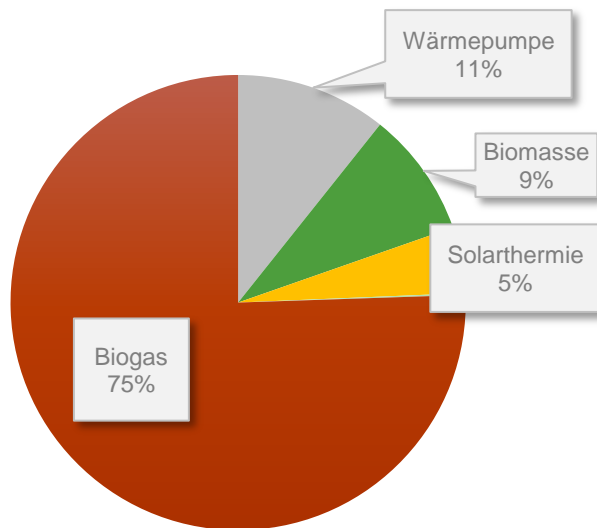


Abbildung 7: Energieverbrauch nachhaltiger Heiztechnologien (2019)

Die Verteilung des Wärmeverbrauchs auf die verschiedenen Verbrauchergruppen wird in Abbildung 8 dargestellt. Der größte Anteil am Wärmeverbrauch hält die Industrie mit 149.000 MWh (50 %), gefolgt von den privaten Haushalten mit 123.000 MWh/a (41 %). Dem Gewerbe wird rund 18.000 MWh/a (6 %) zugeordnet, den kommunalen Einrichtungen 7.000 MWh/a (2 %)

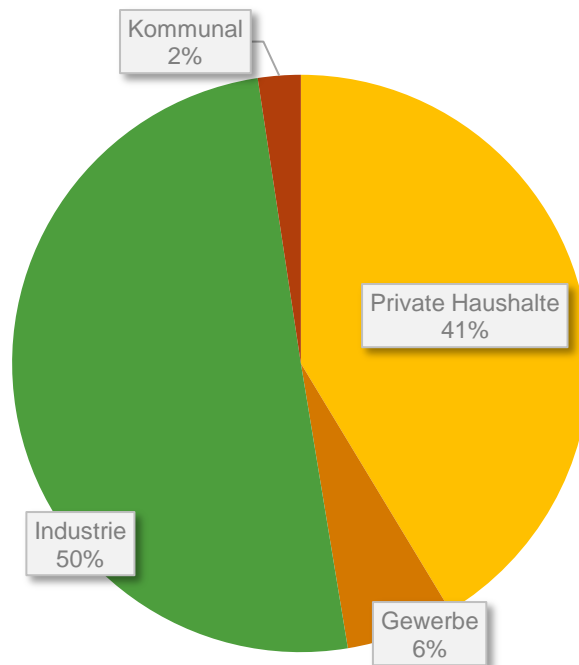


Abbildung 8: Wärmeverbrauch nach Verbrauchergruppen im Bilanzjahr 2019

### 1.3.4 Verkehrssektor

Der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors lag im Bilanzjahr 2019 bei rund 141.300 MWh. Nach der BSKO-Methodik wird der Verkehr rein territorial bilanziert, wodurch alle Verkehrsbewegungen, die innerhalb des Gebiets der Stadt vollzogen werden, berücksichtigt werden. Die hier dargestellten Werte beruhen auf statistischen Berechnungen, die vom Bilanzierungstool Klimaschutzplaner zur Verfügung gestellt werden.

Damit kann der motorisierte Individualverkehr (MIV), der Straßen- und Schienengüterverkehr und der Schienenpersonenverkehr abgedeckt werden. Ergänzt wird das Verkehrsmodell um den öffentlichen Personennahverkehr. Hierzu werden die Fahrleistungen der Busse berücksichtigt. Da es sich bei diesem Modell um eine statistische Betrachtung handelt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die tatsächlichen Energieverbräuche und Emissionen des Verkehrs abweichen.

Die Verteilung nach Antriebsart in Abbildung 9 zeigt, dass neben einer überwiegenden Nutzung von Diesel mit 86.700 MWh/a (61 %) und Benzin mit 49.000 MWh/a (35 %) die Nutzung von Strom mit 4.500 MWh/a (3 %) sowie Erdgas und Flüssiggas mit 1.200 MWh/a (<1 %) nur einen sehr kleinen Anteil ausmachten

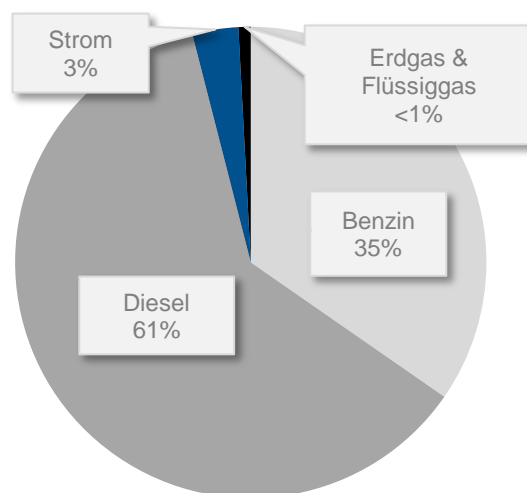


Abbildung 9: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Antriebsart (2019)

Durch den MIV wird in Mühlacker mit 66 % ein Großteil des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verursacht. Dabei stellen Pkws das dominante Fortbewegungsmittel dar. Der gewerbliche Verkehr (Lkw, leichte Nutzfahrzeuge und Schienengüterverkehr) ist für 27 % des Energieverbrauchs verantwortlich. Mit 7 % hat der ÖPNV einen geringen Anteil am Energieverbrauch. Abbildung 10 zeigt die Aufteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Verkehrsart.

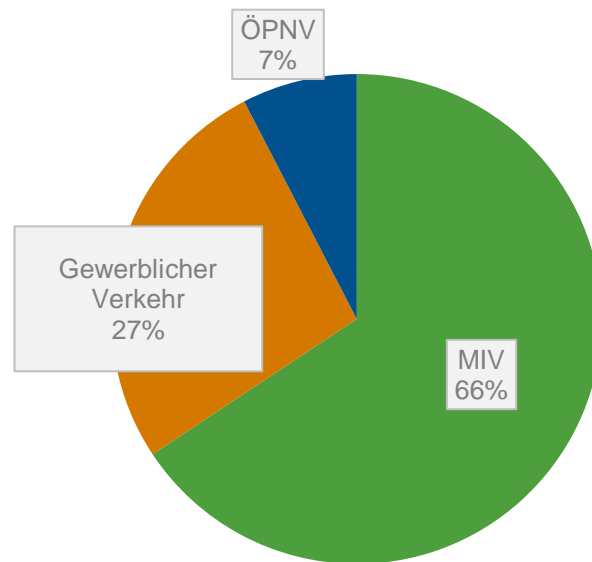


Abbildung 10: Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsart (2019)

### 1.3.5 Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasemissionen werden auf Grundlage der ermittelten Endenergieverbräuche und unter Anwendung der Emissionsfaktoren nach BSKO-Systematik ermittelt. Im Jahr 2019 betragen die Emissionen insgesamt 211.000 t CO<sub>2</sub>. In der folgenden Grafik werden die Emissionen des Bilanzjahres 2019 nach den drei Sektoren Strom, Wärme und Verkehr dargestellt und nach Energieträgern weiter aufgeschlüsselt. Die Pro-Kopf-Emissionen für die Stadt Mühlacker liegen bei 8,2 t CO<sub>2</sub>/Kopf und damit etwas über dem Bundesdurchschnitt von 8,1 t CO<sub>2</sub>/Kopf. Um das 1,5°-Ziel erreichen zu können, liegt das derzeitige CO<sub>2</sub>-Budget pro Jahr weltweit bei 1,5 t CO<sub>2</sub>/Kopf.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Atmosfair (2022)

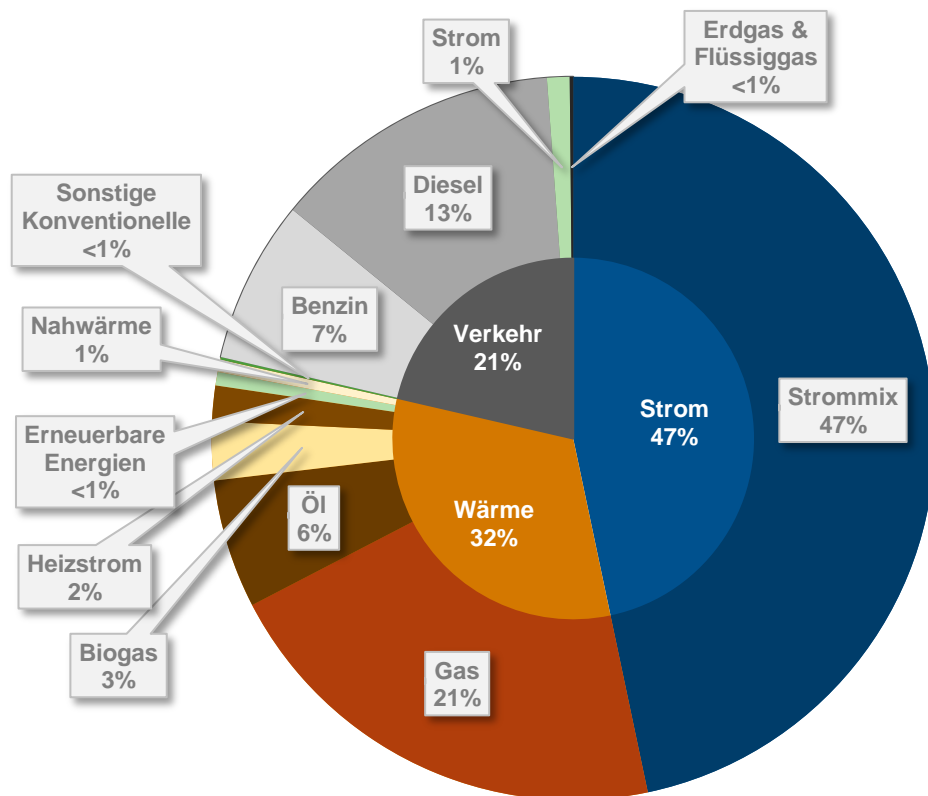


Abbildung 11: Treibhausgasemissionen nach Sektoren und Energieträgern (2019)

Die aus den Stromverbräuchen resultierenden Emissionen sind für 47 % der Gesamtemissionen verantwortlich. Die obige Darstellung geht von der Nutzung des Bundesstrommix für die Stromverbräuche aus. Die dargestellte Bilanz ist entsprechend BSKO-konform.

Um die lokalen Klimaschutzerfolge durch den Ausbau der Stromproduktion durch erneuerbare Energien zu berücksichtigen, kann ergänzend dazu der lokale Strommix und dessen Emissionsfaktor und die entsprechend reduzierten Emissionen dargestellt werden. Die Emissionen im Stromsektor würden sich für die Stadt Mühlacker in diesem Fall um 12.000 t CO<sub>2</sub> auf einen Gesamtemissionswert von rund 199.000 t CO<sub>2</sub> reduzieren, was einer Reduktion um 6 % entspricht. Die Pro-Kopf-Emissionen mit dem lokalen Strommix liegen bei 7,7 t CO<sub>2</sub>/Kopf.

Aus dem Wärmesektor resultieren 32 % der Emissionen. Dabei werden Treibhausgase insbesondere durch das Heizen mit Erdgas (21 % der Gesamtemissionen) und Öl (6 %) emittiert. Trotz des hohen Anteils erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch machen diese mit <1 % bzw. 3 % durch Biogas nur einen geringen Anteil an den gesamten Emissionen der Stadt aus. Dies ist insbesondere auf deren niedrige Emissionsfaktoren zurückzuführen. Nur ein geringer Anteil der Emissionen wird durch Heizstrom (2 %), Nahwärme (1 %) verursacht.

Der Verkehrssektor hat in Mühlacker mit 21 % den kleinsten Anteil an den Emissionen zu verzeichnen. Ein Großteil davon wird mit 13 % der Gesamtemissionen durch Diesel verursacht. Weitere 7 % sind dem Kraftstoff Benzin zuzuordnen. Abbildung 12 zeigt die Verteilung nach Verbrauchergruppen: Den größten Anteil an den Emissionen hält die Industrie mit 87.000 t CO<sub>2</sub>/a (41 %). Rund 61.200 t CO<sub>2</sub>/a (29 %) sind auf die privaten Haushalte zurückzuführen, 45.100 t CO<sub>2</sub>/a (21 %) auf den Verkehr, 14.500 t CO<sub>2</sub>/a (7 %) auf den Gewerbesektor und 3.000 t CO<sub>2</sub>/a (1 %) auf kommunale Einrichtungen.

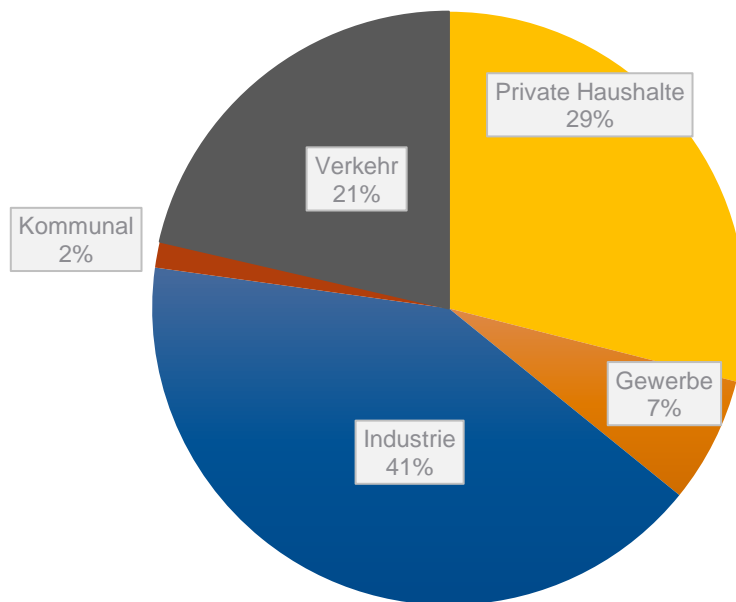


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen nach Verbrauchergruppen (2019)

Tabelle 1: Endenergieverbräuche und Emissionen/ biskokonform (2019)<sup>6</sup>

	Energieverbrauch [MWh/a]		Emissionen [t CO <sub>2</sub> /a]	
<b>Strom</b>	<b>206.221</b>	<b>32%</b>	<b>98.574</b>	<b>47%</b>
Verbrauch	206.221		98.574	
<i>Mit lokalem Strommix</i>			<i>86.545</i>	
<b>Wärme</b>	<b>297.336</b>	<b>46%</b>	<b>67.414</b>	<b>32%</b>
Gas	176.883		43.690	
Öl	38.241		12.161	
Flüssiggas	0		0	
Heizstrom	6.985		3.339	
Nahwärme	7.776		1.148	
Sonstige Konventionelle	765		252	
Umweltwärme	7.144		1.072	
Biomasse	5.957		131	
Solarthermie	3.129		78	
Biogas	50.371		5.541	
Sonstige Erneuerbare	85		2	
<b>Verkehr</b>	<b>141.336</b>	<b>22%</b>	<b>45.147</b>	<b>21%</b>
Benzin	46.959		15.121	
Diesel	82.051		26.792	
Strom	4.452		2.128	
Sonstige	7.874		1.107	
<b>Summe mit Bundesstrommix/ BISKO-konform</b>	<b>644.893</b>	<b>100%</b>	<b>211.135</b>	<b>100%</b>
<i>Summe mit lokalem Strommix (durch Anrechnung der Erzeugung von EE-Strom und damit Verbesserung des Emissionsfaktors von Strom)</i>			<b>199.106</b>	<b>100%</b>

<sup>6</sup> Aufgrund von gerundeten Kommazahlen kann es zu kleinen Unstimmigkeiten bei den Summenzahlen kommen.