

Energie- und CO₂-Bilanz für die Stadt Villingen-Schwenningen

MÄRZ 2022

Rolf Halter

Tobias Bacher

ENERGIEAGENTUR für die Region SCHWARZWALD-BAAR-HEUBERG

BEZUGSJAHR 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage der Stadt Villingen-Schwenningen.....	3
2	Energie-Bilanz.....	6
2.1	Endenergieverbrauch.....	8
2.2	Bilanz der elektrischen Energie (Strombilanz).....	12
2.3	Bilanz der thermischen Energie (Wärmebilanz).....	15
2.4	Verkehr.....	20
3	CO ₂ -Bilanz in der Stadt Villingen-Schwenningen.....	21
3.1	Methodik.....	21
3.2	Verlauf der statistischen CO ₂ -Bilanz.....	22
3.3	Detaillierte verursacherbezogene CO ₂ -Bilanz.....	24
4	Datengrundlage.....	28
5	Einordnung der Ergebnisse.....	29

1 Ausgangslage der Stadt Villingen-Schwenningen



Die Doppelstadt Villingen-Schwenningen befindet sich etwa 100 km südlich von Stuttgart auf dem Hochplateau der Baar zwischen dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb, ist große Kreisstadt sowie Oberzentrum und die größte Stadt des Schwarzwald-Baar-Kreises. Villingen liegt zwischen dem Ostrand des Schwarzwaldes und der Hochmulde der Baar an der Brigach. Weiter östlich, bereits auf der Baar, liegt Schwenningen, wo der Neckar entspringt. Die Stadtregion erstreckt sich über Höhenlagen von 658 bis 969 Metern. Die Entfernung zwischen den beiden Zentren der Doppelstadt Villingen-Schwenningen beträgt etwa acht Kilometer. Zwischen den beiden Teilstädten verlaufen die Europäische Wasserscheide und die Grenze zwischen den ehemaligen Ländern Württemberg und Baden.

Verteilt auf eine Fläche von 165,53 km² leben (Stand 31.12.2020) 85.686 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 518 EW/km² entspricht (Landesdurchschnitt 311 EW/km²). Die Waldfläche mit 76,52 km² deckt die Gesamtfläche der Stadt zu 46,2% und die Landwirtschaftsfläche mit 52,86 km² zu 31,9% ab (Quelle: Statistisches Landesamt 2020).

Der Stadt Villingen-Schwenningen gehören die Stadtteile Villingen und Schwenningen, sowie die Ortsteile Herzogenweiler, Marbach, Mühlhausen, Obereschach, Pfaffenweiler, Rietheim, Tannheim, Weigheim und Weilersbach an.

Die Stadt grenzt im Norden an die Stadt St. Georgen sowie die Gemeinden Königsfeld, Unterkirnach, Mönchweiler, Niedereschach und Dauchingen. Im Osten an den Landkreis Tuttlingen. Im Süden an die Städte Donaueschingen und Bad Dürkheim sowie an die Gemeinden Brigachtal und Tuningen. Im Westen an die Stadt Vöhrenbach.

Die Abbildung 2 zeigt die Lage der Stadt Villingen-Schwenningen im Schwarzwald-Baar-Kreis:



Abbildung 2: Lage der Stadt Villingen-Schwenningen im Schwarzwald-Baar-Kreis (Quelle: wikipedia.de)

Die Stadt gehört mit weiteren Städten und Gemeinden aus den Landkreisen Rottweil, Tuttlingen und dem Schwarzwald-Baar-Kreis zu der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg und zum Regierungsbezirk Freiburg.

In der Stadt Villingen-Schwenningen gibt es 40.862 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte, wobei das produzierende Gewerbe mit 13.879 Beschäftigten einen Anteil von 34,0% abdeckt (Durchschnitt des Landes Baden-Württemberg 35,6 % Stand 2020). Die Wirtschaftsstruktur der Stadt wird bestimmt von Industriebetrieben, Mittelstandsbetrieben und kleinen Unternehmen. Die Branchenschwerpunkte liegen beim verarbeitenden Gewerbe, im Dienstleistungsbereich und im Gesundheits- und Bildungswesen.

Das gesamte Gebiet der Stadt wird von den Stadtwerken Villingen-Schwenningen GmbH mit elektrischer Energie versorgt. Die Gasversorgung wird ebenfalls von den Stadtwerken Villingen-Schwenningen GmbH im Stadtgebiet und in den meisten Ortsteilen abgedeckt.

Der öffentliche Nahverkehr wird mit Bussen über den VSBus, den Verkehrsverbund Schwarzwald-Baar GmbH sowie mit Zügen des Zweckverbandes Ringzug abgedeckt. Villingen-Schwenningen ist ein wichtiger Eisenbahnknoten zwischen Offenburg und Konstanz und auf dem Weg nach Rottweil und Stuttgart sowie nach Tuttlingen und Ulm.

Durch das Stadtgebiet führt die Bundesstraßen B33 sowie die B27.

Im Stadtteil Schwenningen befindet sich ein Sportflugplatz.

2 Energie-Bilanz

In der Energiebilanz ist es wichtig zwischen den verschiedenen Energieträgern zu unterscheiden. *Energieträger* sind Stoffe oder physikalische Erscheinungsformen der Energie, aus denen direkt oder nach deren Umwandlung nutzbare Energie gewonnen werden kann. Darunter wird zwischen erneuerbaren und fossilen Energieträgern sowie Kernenergieträgern unterschieden. *Erneuerbare Energieträger* sind natürliche Energievorkommen, die entweder permanent vorhanden sind oder sich innerhalb geringer Zeiträume regenerieren. *Fossile Energieträger* sind im Vergleich dazu in der erdgeschichtlichen Vergangenheit aus vor allem abgestorbenen Pflanzen entstanden.

Werden diese Energieträger umgewandelt um für den Menschen nutzbare Energie bereitzustellen, treten bei der Energieumwandlung Verluste auf. Die verschiedenen Energiegehalte während der Energieumwandlung werden Primär-, Sekundär-, End- und Nutzenergie genannt.

In der Abbildung 3 wird die Energieumwandlung dargestellt:

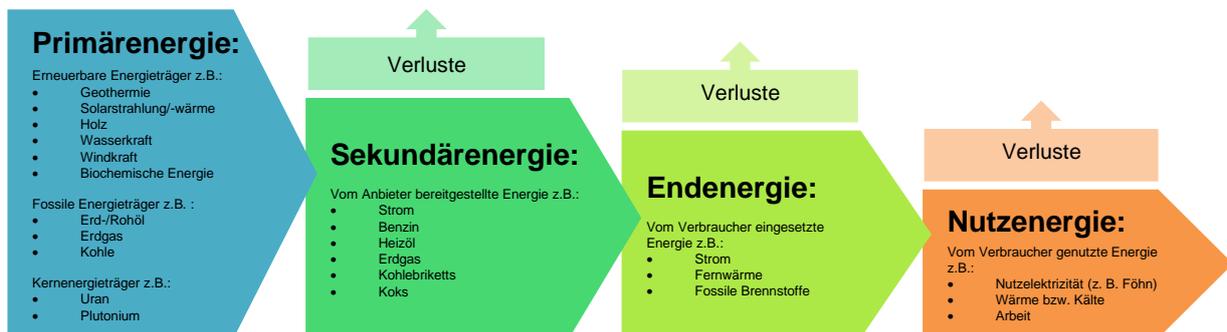


Abbildung 3: Energieumwandlung von Primärenergie zu Nutzenergie

Primärenergie beschreibt den Energiegehalt von Energieträgern, die in der Natur vorkommen und noch keiner Umwandlung unterworfenen wurden. Dazu gehören die zuvor beschriebenen regenerativen und fossilen Energieträger sowie die Kernenergieträger. Diese Energieträger werden in einem oder mehreren Schritten und unter Energieverlust zur energetischen Nutzung umgeformt. Der Energiegehalt der umgewandelten Energieträger wie z. B. Strom ist die *Sekundärenergie*. Diese Sekundärenergie wird vom Energielieferanten von der Stelle der Energieumwandlung (z. B. Kraftwerke) bis hin zum Energieverbraucher (z. B. private Haushalte) transportiert. Der Energiegehalt, der nach dem Transportprozess beim Verbraucher ankommt und diesem zur Verfügung steht, wird als *Endenergie* bezeichnet. Diese Endenergie wird z. B. an Strommesszählern abgelesen. Die energietechnisch letzte Stufe der Energieverwendung ist die Nutzenergie. Die *Nutzenergie* ist der Energiegehalt, der dem

Verbraucher für die Erfüllung einer Energiedienstleistung (z. B. Licht durch Beleuchtungsmittel) zur Verfügung steht.

Bei der Energieumwandlung von Primärenergieträgern in Sekundärenergieträgern wird die Änderung der chemischen und/oder physikalischen Struktur der Energieträger verstanden. Dabei wird die Energieart des Primärenergieträgers in Wärme (*thermische Energie*), Strom (*elektrische Energie*), Arbeit (*mechanische Energie*) oder energetisch nutzbare Stoffe (*chemische Energie*) wie z. B. Benzin umgewandelt.

Die *Energiebilanz* stellt diese Gewinnung, diese Erzeugung und diesen Verbrauch der Primär- und Endenergieträgern innerhalb der Kommune für einen bestimmten Zeitraum möglichst lückenlos und detailliert dar. Die Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Programm BICO2 BW, einem Bilanzierungstool für kommunale Energie- und CO₂-Bilanzierung, erstellt. BICO2 BW steht den regionalen Energieagenturen und den Klimaschutzmanagern in Baden-Württemberg für die Erstellung von Energie- und CO₂-Bilanzen zur Verfügung. Das Tool wurde vom Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) entwickelt. Neben statistischen Daten, die vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg bereitgestellt werden, wurden auch Daten von dem regionalen Energieversorger der Stadtwerke Villingen-Schwenningen, der Stadt Villingen-Schwenningen und den Betreibern von Biogasanlagen erhoben. Das Bezugsjahr der statistischen Daten ist überwiegend das Jahr 2018. Die Erhebungen bei dem Energieversorger, den Betreibern der Biogasanlagen und Nahwärmenetzen sowie der Kommune sind ebenfalls aus dem Bezugsjahr 2018.

2.1 Endenergieverbrauch

Im Bilanzierungszeitraum betrug in der Stadt Villingen-Schwenningen der gesamte Endenergieverbrauch ca. 1.864.120 MWh. Rechnet man den Anteil für den Verkehr heraus, entspricht dies ca. 16,326 MWh pro Einwohner (Durchschnitt in Baden-Württemberg: ca. 17,644 MWh). Der Endenergieverbrauch teilt sich auf in die Sektoren Private Haushalte (ca. 614.889 MWh), Gewerbe / Handel / Dienstleistungen (ca. 431.519 MWh), Verarbeitendes Gewerbe / Industrie (ca. 316.462 MWh), Kommunale Liegenschaften (ca. 27.830 MWh) und Verkehr (ca. 473.420 MWh). Um diesen Endenergieverbrauch genauer darzustellen, wird der Verbrauch nach den Sektoren wie folgt in Tabelle 1 aufgeteilt:

Sektor	Endenergieverbrauch [MWh]	Relativer Verbrauch
Endenergieverbrauch insgesamt	ca. 1.864.120	100,0%
Private Haushalte	ca. 614.889	33,0%
Gewerbe / Handel / Dienstleistungen	ca. 431.519	23,1%
Verarbeitendes Gewerbe / Industrie	ca. 316.462	17,0%
Kommunale Liegenschaften (gesamt)	ca. 27.830	1,5%
Verkehr	ca. 473.420	25,4%

Tabelle 1: Endenergieverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen aufgeteilt nach Sektoren

In Abbildung 4 wird der Endenergieverbrauch (ca. 1.864.120 MWh) der einzelnen Sektoren dargestellt. Die Privaten Haushalte haben hierbei mit 33,0% (ca. 614.889 MWh) den größten Anteil am Endenergieverbrauch. Der Verkehr hat einen Anteil von 25,4% (ca. 473.420 MWh), das Gewerbe und Sonstiges hat einen Anteil von 23,1% (ca. 431.519 MWh), das verarbeitende Gewerbe hat einen Anteil von 17,0% (ca. 316.462 MWh). Die Kommunalen Liegenschaften sind lediglich mit 1,5% (ca. 27.830 MWh) am Endenergieverbrauch beteiligt:

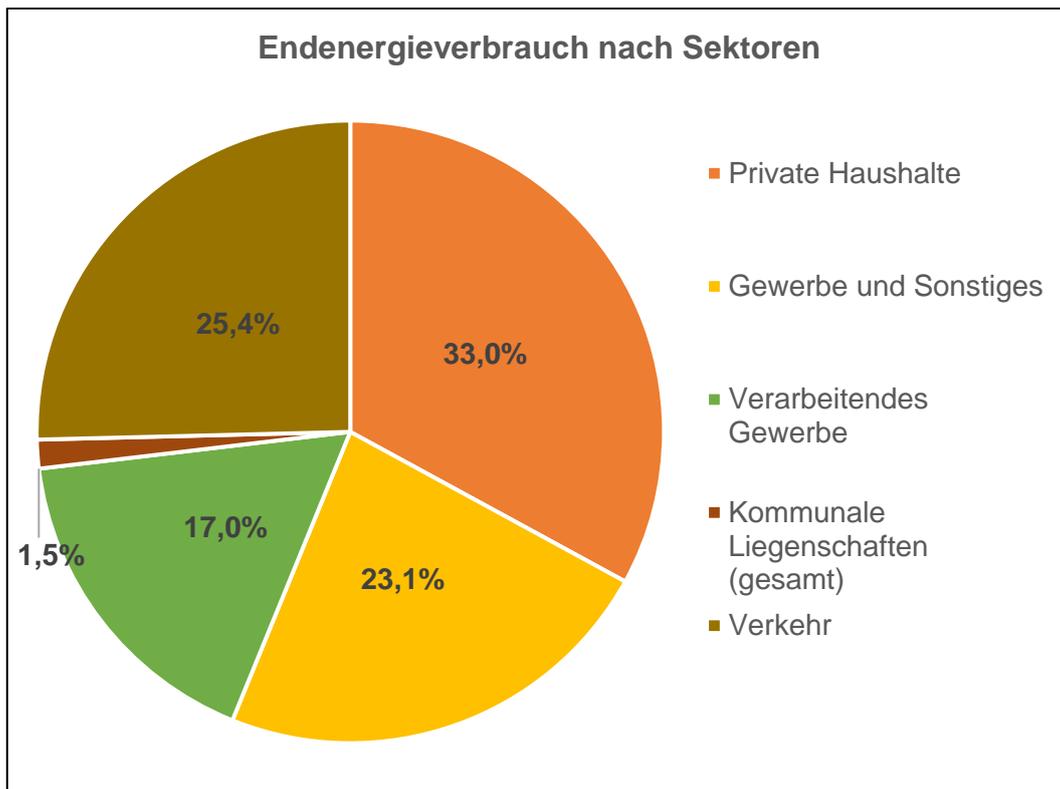


Abbildung 4: Endenergieverbrauch der Stadt Villingen-Schwenningen aufgeteilt nach Sektoren

Die Abbildung 5 werden die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch (ca. 1.864.120 MWh) dargestellt. In der Stadt Villingen-Schwenningen nimmt der Anteil des Wärmeverbrauchs mit 52,2% (ca. 972.528 MWh) den größten Anteil des Endenergieverbrauchs ein. Der Anteil der Verbräuche von Kraftstoffen mit 25,4% (ca. 473.421 MWh) nimmt einen etwas geringeren Anteil ein. Der Stromverbrauch mit 22,4% (ca. 418.171 MWh) nimmt einen geringeren Anteil ein. Der Stromverbrauch des Bahnverkehrs (ca. 6.745 MWh) ist im Kraftstoffverbrauch enthalten:

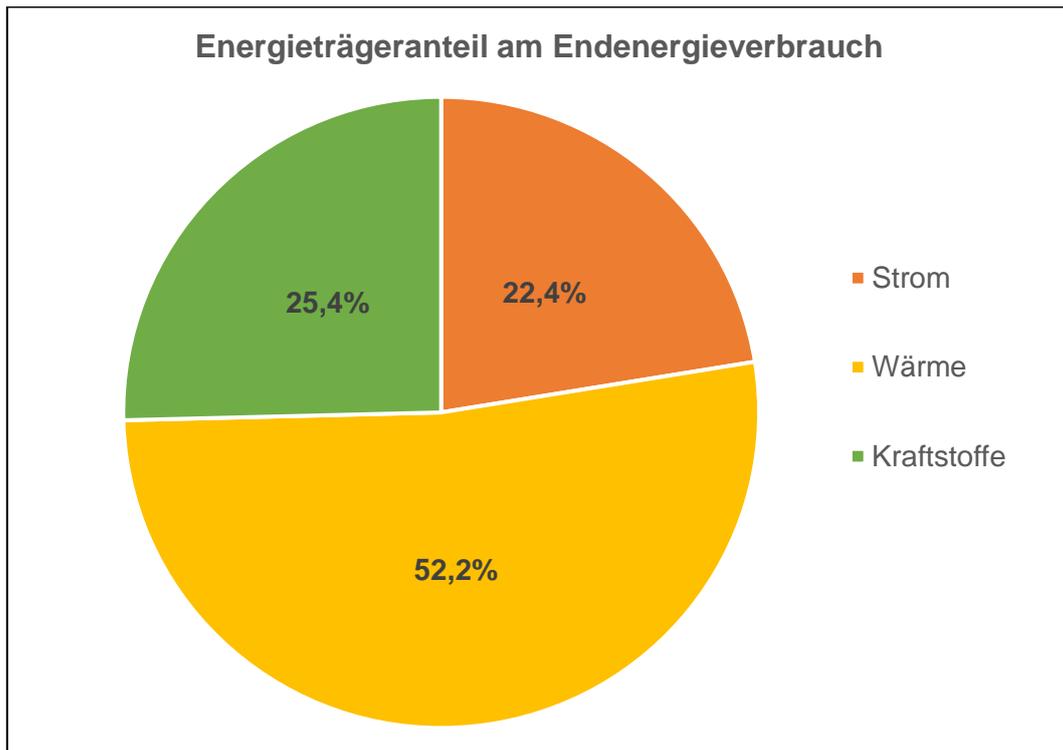


Abbildung 5: Endenergieverbrauch der Stadt Villingen-Schwenningen aufgeteilt nach Energieträger

Der Endenergieverbrauch nach den einzelnen Sektoren wird durch die verschiedenen Energieträger in Abbildung 6 dargestellt. Der Sektor der Privaten Haushalte nimmt den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch ein. Dies ist mit der teilweisen ländlichen und vorstädtischen Siedlungsstruktur begründbar, was auch mit dem immer noch relativ hohen Heizölverbrauch und dem hohen Anteil an Wärme aus erneuerbaren Energieträgern begründet werden kann. Durch das Stadtgebiet führen die Bundesstraßen (B27 und B33) und Landesstraßen. Diese weisen ein vergleichsweise hohes Verkehrsaufkommen auf, aus diesem Grunde weist der Bereich Verkehr den zweithöchsten Endenergieverbrauch auf. Dahinter weist der Sektor Gewerbe und Sonstiges den dritthöchsten Endenergieverbrauch auf. Dies ist mit der wie bereits oben beschriebenen starken Wirtschaftsstruktur in der Stadt Villingen-Schwenningen und auch an dem hohen Verbrauch der elektrischen Energie und auch hohen Gasverbrauch zu erklären. Der Sektor Verarbeitendes Gewerbe weist den zweitniedrigsten Endenergieverbrauch auf. Die kommunalen Liegenschaften üben keinen wesentlichen Einfluss auf die Energiebilanz aus:

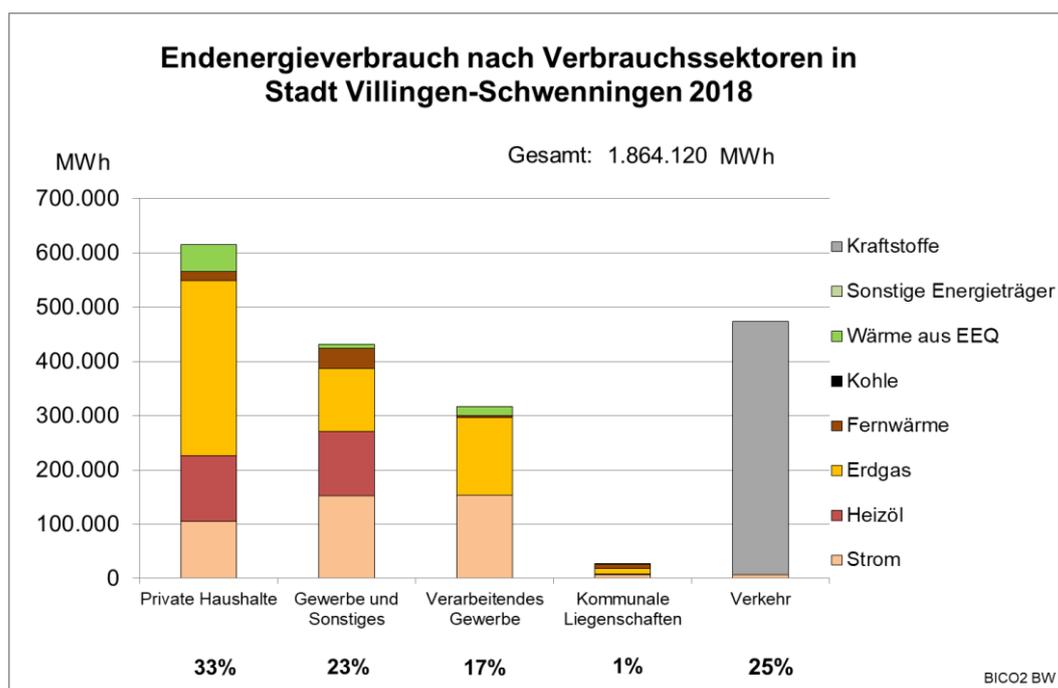


Abbildung 6: Endenergieverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen aufgeteilt nach Energieträger und Sektoren

2.2 Bilanz der elektrischen Energie (Strombilanz)

Die Stromverbrauchsdaten sowie die eingespeiste Energie aus den Erneuerbaren-Energien-Anlagen wurden von dem Stromnetzbetreiber, der Stadtwerke Villingen-Schwenningen GmbH übermittelt. Der Stromverbrauch für den Verkehrssektor wurde über die Länge der Bahnlinien im Stadtgebiet und den Zugverbindungen berechnet. Der detaillierte Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften wurde von der Stadtverwaltung Villingen-Schwenningen zur Verfügung gestellt. Laut diesen Daten liegt der Stromverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen bei ca. 424.916 MWh (incl. dem Stromverbrauch für die Bahn, Stromdirektheizungen und Wärmepumpen). In diesem Stromverbrauch ist allerdings nicht der Stromverbrauch aus Eigenstromerzeugungsanlagen (z.B. PV- und BHKW-Anlagen) enthalten, da diese nicht ermittelbar sind. Die Abbildung 7 gibt einen Überblick über den Gesamtstromverbrauch aufgeteilt nach den einzelnen Sektoren erfassbare Stromverbrauch setzt sich wie folgt aus den Sektoren Private Haushalte 24,6% (ca. 104.727 MWh), Gewerbe und Sonstiges 35,9% (ca. 152.424 MWh), Verarbeitendes Gewerbe 36,1% (ca. 153.424 MWh), Kommunale Liegenschaften 1,7% (ca. 7.323 MWh) und Bahnverkehr 1,6% (ca. 6.745 MWh) zusammen:

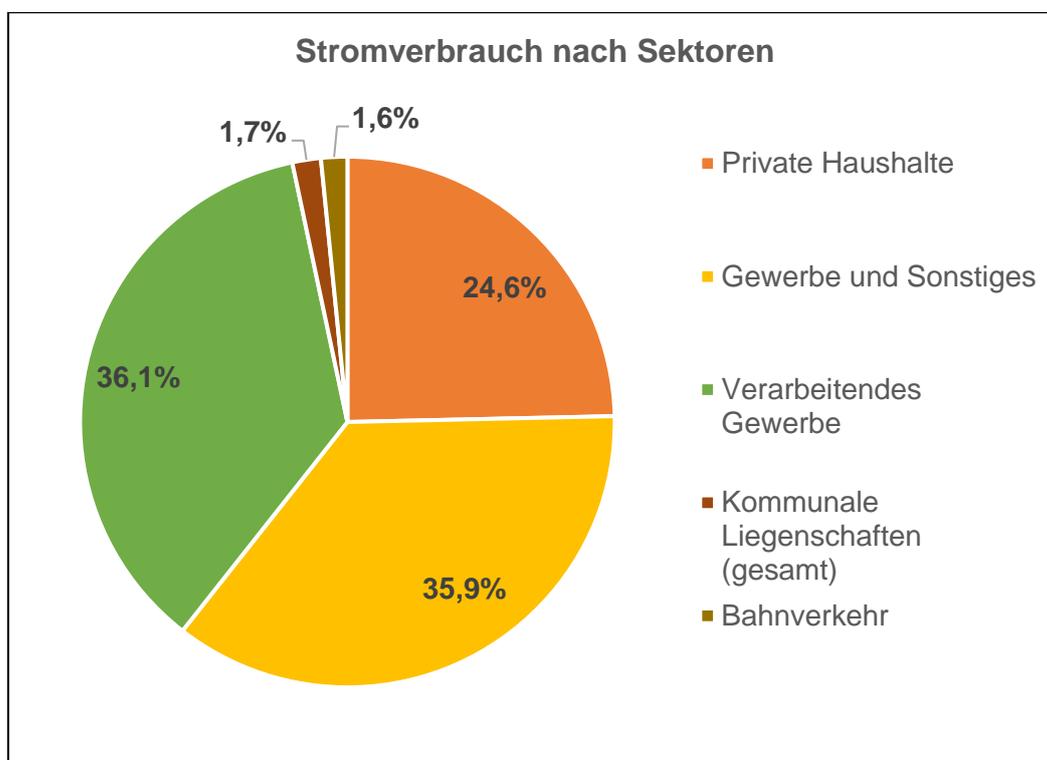


Abbildung 7: Stromverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen nach Sektoren

Die Abbildung 8 zeigt den Stromverbrauch nach den einzelnen Energieträgern auf. Von dem gesamten Stromverbrauch (ca. 424.916 MWh), wird der größte Anteil mit 85,5% (ca. 363.292 MWh) über konventionelle Stromproduktion abgedeckt. Über Stromerzeugungsanlagen vor Ort, werden 14,5% (ca. 61.624 MWh) aus erneuerbaren Energien und primärenergieschonenden Anlagentechniken erzeugt. Insgesamt liegt der erneuerbare Anteil am Stromverbrauch bei 10,7% (ca. 45.659 MWh). Der Anteil der Stromerzeugung, welcher mit primärenergieschonenden Erdgas-KWK-Anlagen erzeugt wird, liegt bei 3,8% (ca. 15.965 MWh). Dieser wurde von dem Energieversorger und der Kommune, welche eigene KWK-Anlagen betreiben, entsprechend angegeben:

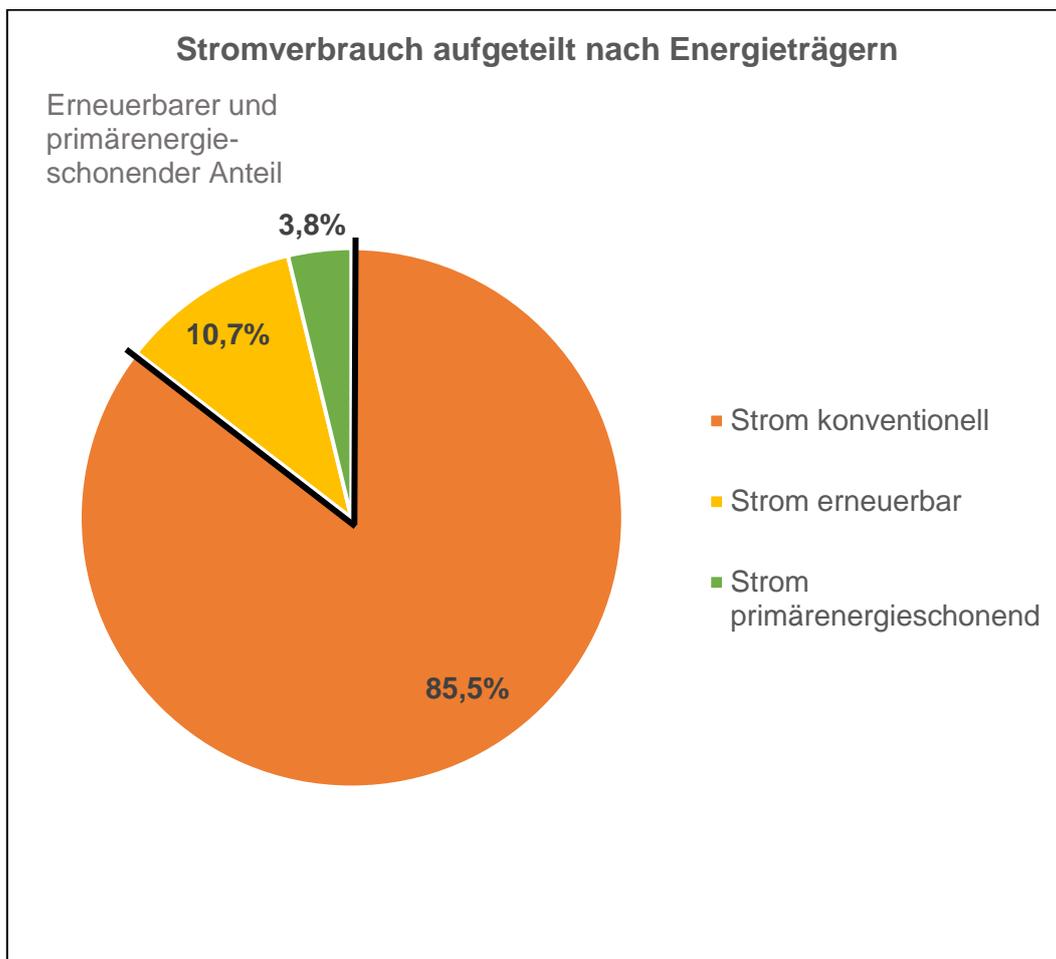


Abbildung 8: Stromverbrauch und Stromeigenproduktion in der Stadt Villingen-Schwenningen

Der Anteil der eingesetzten erneuerbaren und primärenergieschonenden Energieträger (14,5%, ca. 61.624 MWh) wird in verschiedene Technologien unterteilt und in Abbildung 9 dargestellt. Durch die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien werden 10,7% (ca. 45.659 MWh) Strom erzeugt. Dieser wird durch Photovoltaik-Anlagen zu 5,3% (ca. 22.335 MWh), aus Biomethan-KWK-Anlagen zu 3,2% (ca. 13.696 MWh), aus Biogas-KWK-Anlagen zu 1,5% (ca. 6.363 MWh), aus Klärgas / Deponiegas-KWK-Anlagen zu 0,5% (ca. 2.098 MWh), aus Windkraft-Anlagen zu 0,2% (ca. 1.013 MWh) sowie und zu dem geringsten Anteil aus Wasserkraft-Anlagen zu 0,0% (ca. 154 MWh) erzeugt. Durch die Stromproduktion aus primärenergieschonende Energien werden 3,8% (ca. 15.965 MWh) Strom aus Erdgas-KWK-Anlagen erzeugt:

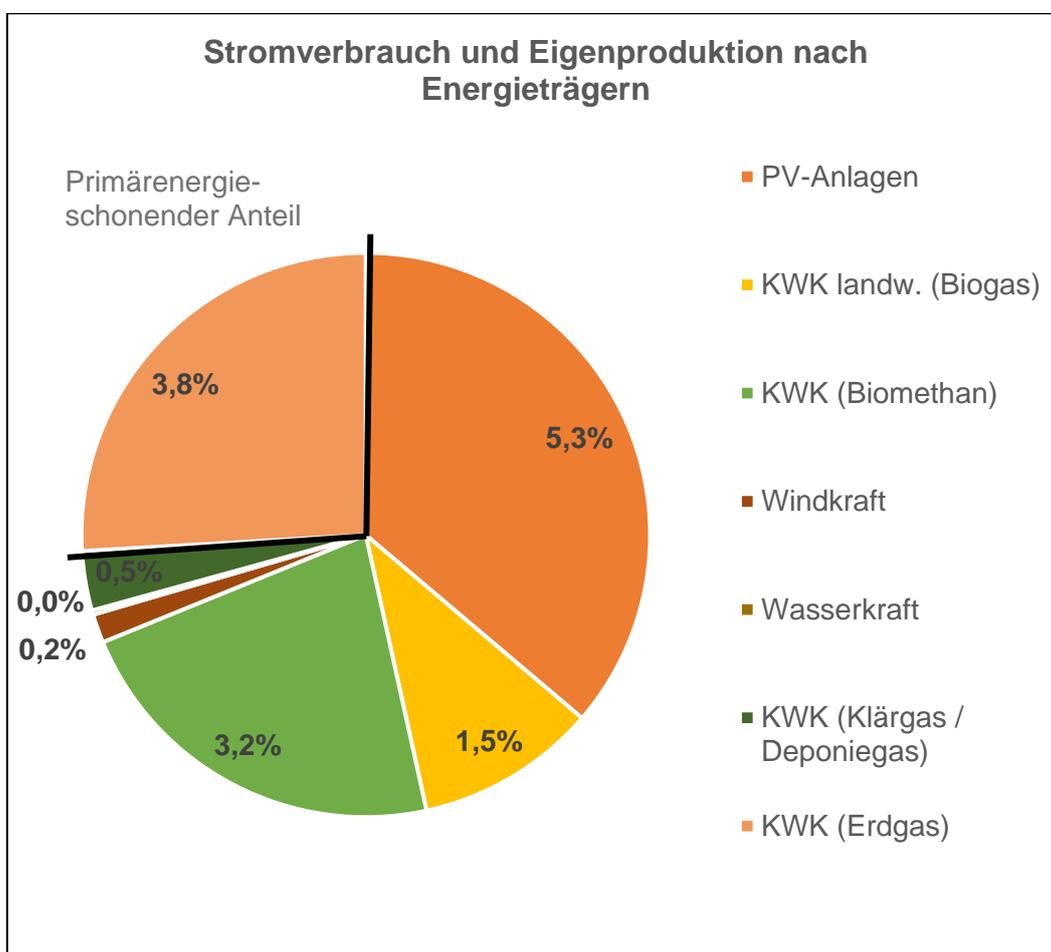


Abbildung 9: Stromverbrauch nach erneuerbaren und primärenergieschonenden Energieträgern in der Stadt Villingen-Schwenningen

2.3 Bilanz der thermischen Energie (Wärmebilanz)

Die Gasverbrauchsdaten wurden von dem Gasnetzbetreiber, der Stadtwerke Villingen-Schwenningen GmbH übermittelt. Es wurde die Wärmeproduktion sämtlicher bekannter Nah- und Fernwärmenetze erfasst. Für sämtliche Feuerungsanlagen wurden die Daten bei den bevollmächtigten Schornsteinfegermeister erhoben. Dabei werden die Heizanlagen in Leistungsklassen unterschieden, um eine Einteilung in die Sektoren vornehmen zu können. So werden die Heizungsanlagen ab einer Größe von 100 kW dem Sektor Verarbeitendes Gewerbe und dem Sektor Gewerbe und Sonstiges zugeordnet. Kleinere Feuerungsanlagen werden dem Sektor der Privaten Haushalte zugeordnet. In diesem Zusammenhang wurde die Energieproduktion der Wärmepumpenanlagen aus den Stromverbräuchen dieser, welcher von dem Energieversorger bereitgestellt wurde berechnet. Die Daten für den Bestand der Solarthermie-Anlagen stammen aus der Datenbank „Solaratlas.de“. In dieser Datenbank werden alle Anlagen erfasst, welche über das Marktanzreizprogramms gefördert wurden. Detaillierte Wärmeverbrauchswerte für die gesamten kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung Villingen-Schwenningen zur Verfügung gestellt.

Ausgehend von diesen Daten wurde in der Stadt Villingen-Schwenningen ca. 972.528 MWh Wärme verbraucht. Bei der Bilanz der thermischen Energie ist zu bemerken, dass zwar der Verbrauch des Sektors Private Haushalte mit 52,5% (ca. 510.161 MWh) über dem Sektor Gewerbe und Sonstiges mit 28,7% (ca. 278.822 MWh) sowie dem Sektor Verarbeitendes Gewerbe mit 16,8% ca. 163.038 MWh) liegt. Dass die Verbräuche in den beiden letzten genannten Sektoren so hoch sind, ist mit der bereits beschrieben starken Wirtschaftsstruktur begründbar. Die gesamten kommunalen Liegenschaften besitzen mit 2,1% (ca. 20.507 MWh) den geringsten Anteil am Wärmeverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen. In Abbildung 10 wird diese prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren dargestellt:

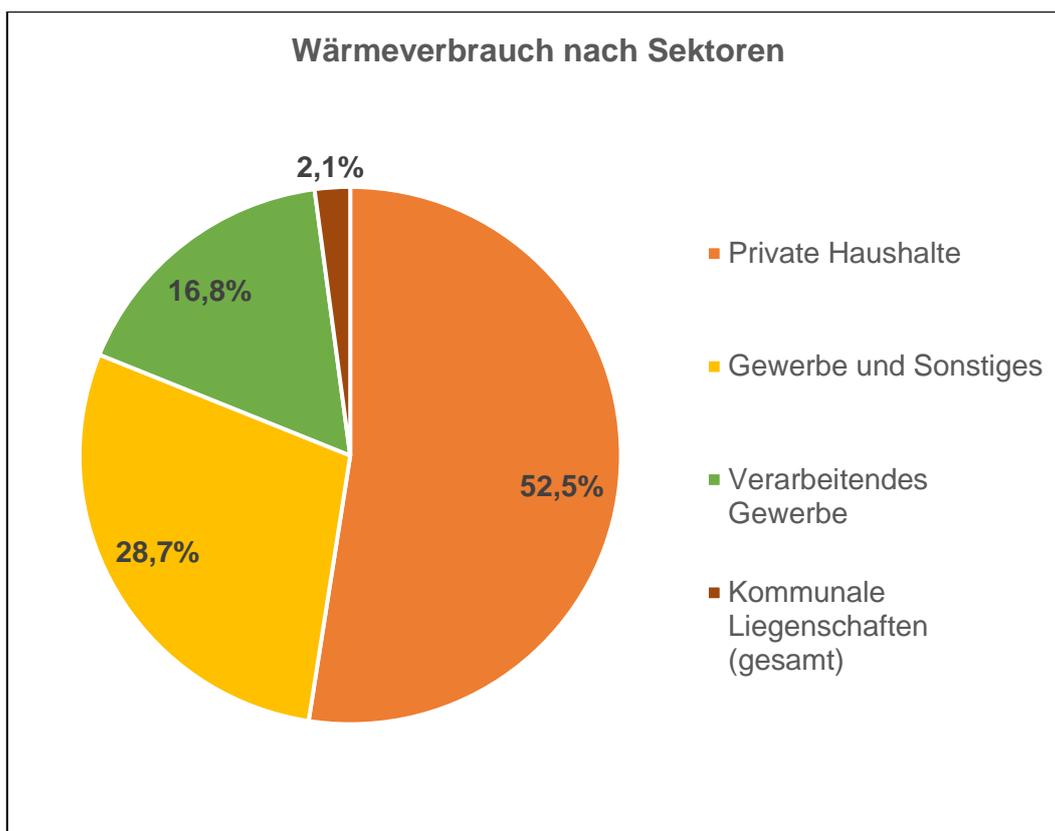


Abbildung 10: Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Sektoren in der Stadt Villingen-Schwenningen

Der Anteil des Wärmeverbrauchs (ca. 972.528 MWh) nach den Energieträgern wird in Abbildung 11 dargestellt. Die Wärmebedarfsabdeckung in den einzelnen Sektoren erfolgt zu 88,5% größtenteils mit fossilen Energieträgern (ca. 860.572 MWh). Den weitaus höchsten Anteil wird durch Erdgas 60,8% (ca. 590.987 MWh) abgedeckt. Die weiteren Anteile ergeben sich aus Heizöl 24,8% (ca. 240.956 MWh), Kohle 0,01% (ca. 129 MWh) sowie Fernwärme (fossil) 2,9% (ca. 28.500 MWh). Die Wärme der fossilen Fernwärmenetze wird überwiegend aus mit Erdgas betriebenen BHKW-Anlagen erzeugt und wird als primärenergieschonend eingestuft. Die erneuerbaren Energieträger decken insgesamt einen Anteil von 11,5% (ca. 111.956 MWh) ab und setzen sich zusammen aus 7,7% Erneuerbar (ca. 74.473 MWh) und 3,9% Fernwärme erneuerbar (ca. 37.483 MWh). Somit werden 14,4% (ca. 140.456 MWh) der

verbrauchten Wärmemenge primärenergieschonend aus Fernwärme und erneuerbaren Energien bereitgestellt:

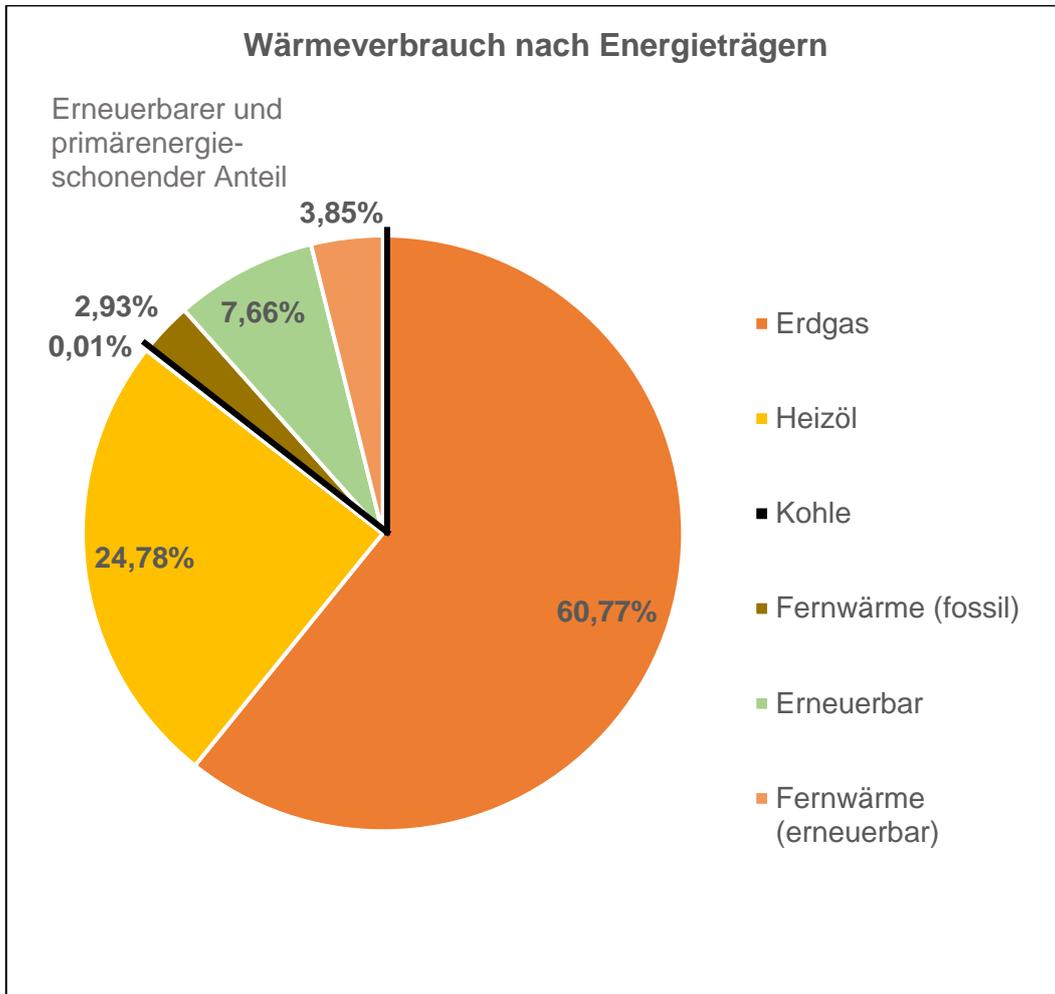


Abbildung 11: Wärmeverbrauch nach Energieträgern in der Stadt Villingen-Schwenningen

Die eingesetzten erneuerbaren und primärenergieschonenden Energieträger (14,4%, ca. 140.456 MWh) werden in verschiedene Technologien unterteilt. Unter den erneuerbaren Energieträgern weisen die z.B. privat und gewerblich genutzten Biomassefeuerungsanlagen für feste Brennstoffe (z.B. Scheitholz, Holzpellets) den höchsten Anteil von 4,2% (ca. 41.121 MWh) auf. Durch die Biomethan-KWK-Anlagen wird ein Anteil von 3,1% (ca. 30.366 MWh) abgedeckt. Die sonstigen erneuerbaren Energien (EEQ) weisen einen Anteil von 1,6% (ca. 15.832 MWh) auf. Diese werden aus statistischen Daten der LUBW für den Sektor Verarbeitendes Gewerbe unter Berücksichtigung von z.B. größeren Biomassefeuerungsanlagen berechnet. Die Solarthermie-Anlagen decken einen Anteil von 1,0% (ca. 9.787 MWh) ab. Mit der genutzten Umweltwärme (z.B. Wärmepumpen) wird ein Anteil von 0,8% (ca. 7.733 MWh) des Energieverbrauchs abgedeckt. Über landwirtschaftlich betriebene Biogas- KWK-Anlagen wird ein Anteil von 0,5% (ca. 4.646 MWh) abgedeckt. Relativ gering ist der Anteil, welcher über die Wärmeversorgung über Klärgas / Deponiegas-KWK-Anlagen in Höhe von 0,2% (ca. 2.290 MWh) abgedeckt wird. Die Fernwärmeversorgung mit fester Biomasse (z.B. Hackschnitzel) wird der geringste Anteil in Höhe von 0,0 % (ca. 181 MWh) abgedeckt.

Unter den primärenergieschonenden Techniken weisen die mit Erdgas betriebenen BHKW-Anlagen den höchsten Deckungsanteil in Höhe von 1,5% (ca. 14.391 MWh) auf. Über Fernwärmenetze, welche mit Erdgas versorgt werden, wird ein Anteil von 1,4% (ca. 14.072 MWh) abgedeckt. Über Fernwärmenetze, welche mit Heizöl versorgt werden, wird der geringste Anteil in Höhe von 0,0% (ca. 37 MWh) abgedeckt. Somit wird mit erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung in der Stadt Villingen-Schwenningen ein Anteil von 11,5% (ca. 111.956 MWh) abgedeckt. Der primärenergieschonende Anteil beträgt 2,9% (ca. 28.500 MWh). In Abbildung 12 wird die beschriebene Aufteilung der erneuerbaren und primärenergieschonenden Energieträger dargestellt:

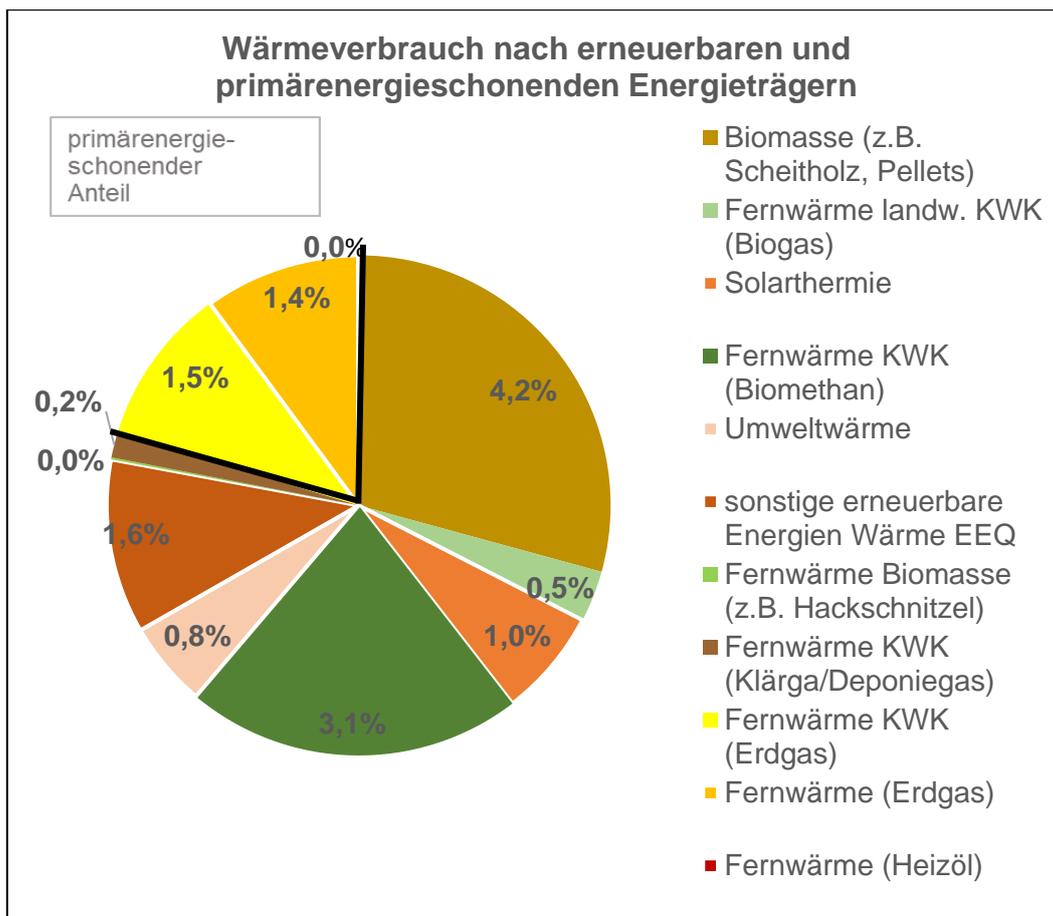


Abbildung 12: Wärmeverbrauch nach erneuerbaren und primärenergieschonenden Energieträgern in der Stadt Villingen-Schwenningen

2.4 Verkehr

Maßgeblichen Anteil an der Energie und CO₂-Bilanz hat neben dem Strom- und Wärmeverbrauch, der Verkehr mit seinen hervorgerufenen Emissionen. Datengrundlage für die Jahresfahrleistung des Straßenverkehrs, sind die Erhebungen des Statistischen Landesamtes. Diese Daten werden für Land-, Kreis- und Stadtstraßen aus Fahrzeugzählungen ermittelt. Mit Daten zur Fahrleistung und Kraftstoffart können daraus die Energieverbräuche ermittelt werden. Für den Flugplatz in der Stadt Villingen-Schwenningen ist für das Jahr 2018 der Treibstoffverbrauch an der Tankstelle bekannt und wurde in der Bilanzierung aufgenommen. Die Daten für den Schienenpersonennahverkehr wurden von der deutschen Bahn und dem Zweckverband Ringzug zur Verfügung gestellt und anhand der Fahrten pro Tag, der Länge des Schienennetzes und dem Verbrauch der jeweiligen Züge ausgewertet.

Der komplette Verbrauch der Kraftstoffe beträgt ca. 473.421 MWh. Dieser teilt sich auf in Treibstoffverbrauch Benzin und Diesel sowie Flugkraftstoffe (ca. 466.676 MWh) sowie Strom für den Bahnverkehr (ca. 6.745 MWh). Die Jahresfahrleistungen der Kraftfahrzeuge werden in Millionen Fahrzeugkilometer angegeben, sind unterteilt in innerorts, außerorts und Autobahn sowie in die verschiedenen Fahrzeugtypen und werden in Tabelle 2 wie folgt dargestellt:

Kfz-Kategorie	Innerorts [Mio. km]	Außerorts [Mio. km]	Autobahn [Mio. km]	Relative Verteilung
Krafträder	2,5	4,3	0,2	1,2%
PKW	193,8	291,5	43,5	88,3%
Leichte Nutzfahrzeuge	10,7	22,2	5,7	6,4%
LKW und Busse	3,6	14,1	6,9	4,1%
Gesamtfahrleistung	210,6	332,1	56,3	
	Gesamt: 599,0 Mio. km			100,0 %

Tabelle 2: Jahresfahrleistung im Straßenverkehr in der Stadt Villingen-Schwenningen [Quelle: Statistisches Landesamt]

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass mit 88,3% die PKW's mit weitem Abstand die meisten Fahrkilometer im Gebiet der Stadt Villingen-Schwenningen aufweisen und somit maßgeblich am CO₂-Ausstoß beteiligt sind. Die leichten Nutzfahrzeuge mit 6,4%, die LKW's und Busse mit 4,1% und die Krafträder mit 1,2% an der Gesamtfahrleistung machen nur einen geringen Anteil Fahrkilometer aus.

3 CO₂-Bilanz in der Stadt Villingen-Schwenningen

3.1 Methodik

Die erstellte CO₂-Bilanz ist eine endenergiebasierte Territorialbilanz, welche beispielsweise auch in Klimaschutzkonzepten verwendet wird. Bei dieser Bilanz werden alle Verbräuche der Endenergie im betrachteten Territorium berücksichtigt und Sektoren zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren die vom Umweltbundesamt und dem Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) übernommen wurden, werden die äquivalenten CO₂-Emissionen berechnet. Ein Vorteil dieser Bilanz ist, dass die Energieverbraucher im Gegenzug zu anderen Bilanzierungsmethoden stark berücksichtigt werden. Somit können Maßnahmen oder Erfolge spezifisch einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Zudem verzerren große Kraftwerke die auf dem Gebiet der Kommune liegen, nicht die Pro-Kopf-Emissionen der Einwohner. Da die Emissionen in Deutschland hauptsächlich aus energetischen Quellen entstehen, werden nur diese in dieser CO₂-Bilanz abgebildet. In Abbildung 13 werden die Energieflüsse und Grenzen der Bilanz nochmals dargestellt:

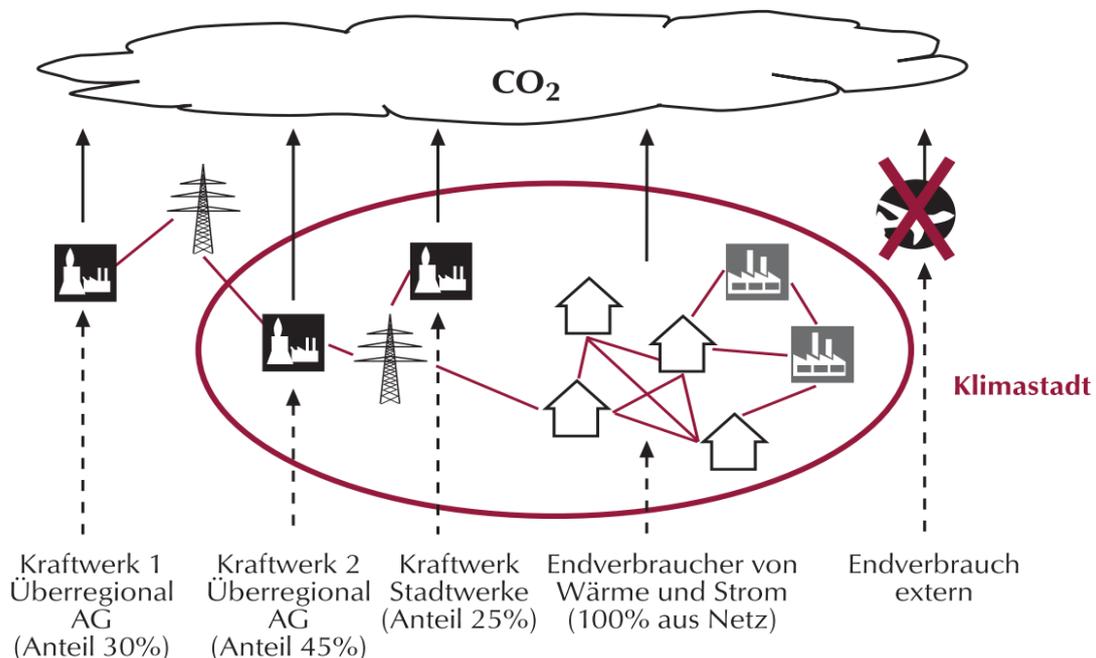


Abbildung 13: Berücksichtigte Emissionen einer endenergiebasierten Territorialbilanz [Quelle: ifeu]

Für die Bilanzierung der hier vorgestellten endenergiebasierten Territorialbilanz wurde das aktuellste Tool BICO₂ BW Version 2.10.1 verwendet. Wesentliche Elemente der Methodik dieses Bilanzierungsprogramms sind, dass die gesamten Vorketten des Energieverbrauchs mitberücksichtigt werden, keine Witterungskorrektur vorliegt, Energieverbräuche nach Sektoren aufgeteilt werden und CO₂ als Leitindikator (Äquivalente) für die anfallenden Treibhausgasemissionen dient. Dies bedeutet beispielsweise, dass beim Ausstoß von 1 kg Methan, in der Bilanz 12 kg CO₂ aufgelistet werden, da das Treibhausgas Methan einen 12-fach größeren Effekt in der Atmosphäre hat als CO₂.

3.2 Verlauf der statistischen CO₂-Bilanz

Die statistischen verursacherbezogenen Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) in der Stadt Villingen-Schwenningen (keine aktuelleren Daten beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg verfügbar) werden vom statistischen Landesamt unter Berücksichtigung der Daten aus dem Energiestatistikgesetz sowie weiteren amtlichen und nichtamtlichen Quellen berechnet und werden in Tabelle 3 wie folgt dargestellt:

CO₂-Emissionen (in tausend Tonnen)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Private Haushalte und GHD	412	423	387	387	403	354	351	353	346
Industrie	87	100	111	115	118	117	115	113	117
Verkehr	127	126	130	130	133	135	136	139	139
Summe (t)	626	649	628	632	654	606	602	605	602
Emissionsdichte (t) / EW	7,73	8,01	7,82	7,80	8,06	7,39	7,10	7,19	7,11

Tabelle 3: Statistische endenergiebasierte CO₂-Emissionen in der Stadt Villingen-Schwenningen [Quelle: Statistisches Landesamt]

Um den Verlauf der statistischen verursacherbezogenen Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) in der Stadt Villingen-Schwenningen besser darzustellen wird dieser in Abbildung 14 aufgeteilt nach den Sektoren dargestellt:

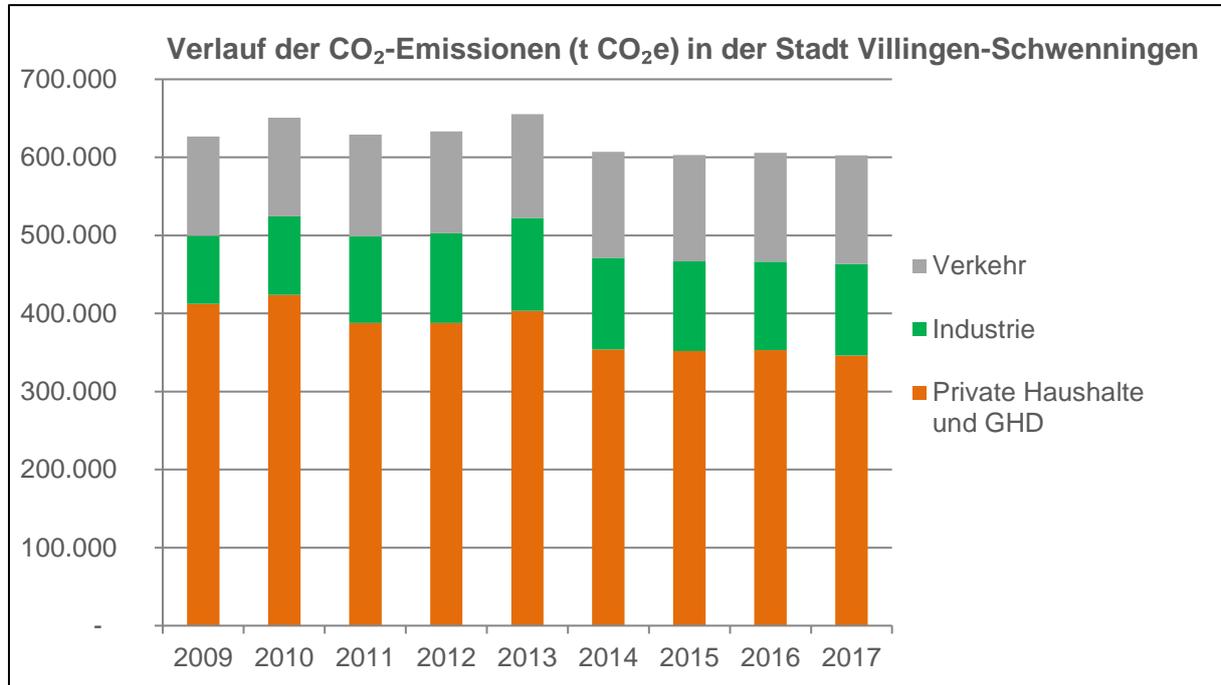


Abbildung 14: Anteile der Sektoren am verursacherbezogenen CO₂-Ausstoß in den Jahren 2009 bis 2017
(Quelle: Statistisches Landesamt BW)

3.3 Detaillierte verursacherbezogene CO₂-Bilanz

Im Bilanzierungszeitraum betragen in der Stadt Villingen-Schwenningen die gesamten Kohlendioxid-Äquivalenten (CO₂) ca. 610.129 t_{CO_{2e}}. Das entspricht einem spezifischen Pro-Kopf CO₂-Ausstoß von ca. 6,93 t_{CO_{2e}}/EW und liegt unter dem Landesdurchschnitt von ca. 7,86 t_{CO_{2e}}/EW (Quelle: Statistisches Landesamt BW vorläufiger Stand Herbst 2019 für 2017; Regionale CO₂-Bilanzen für Baden-Württemberg).

Die Treibhausgasemissionen (ca. 610.129 t_{CO_{2e}}) teilen sich auf in die Sektoren Private Haushalte (ca. 179.293 t_{CO_{2e}}), Gewerbe / Handel / Dienstleistungen (ca. 153.339 t_{CO_{2e}}), Verarbeitendes Gewerbe / Industrie (ca. 119.718 t_{CO_{2e}}), Kommunale Liegenschaften (ca. 7.688 t_{CO_{2e}}) und Verkehr (ca. 150.091 t_{CO_{2e}}). Um die Treibhausgasemissionen genauer darzustellen, wird werden diese nach den Sektoren wie folgt in Tabelle 4 aufgeteilt:

Sektor	Kohlendioxid-Äquivalenten (CO ₂) [MWh]	Relativer Anteil
Treibhausgasemissionen insgesamt	ca. 610.129	100,0%
Private Haushalte	ca. 179.293	29,4%
Gewerbe / Handel / Dienstleistungen	ca. 153.339	25,1%
Verarbeitendes Gewerbe / Industrie	ca. 119.718	19,6%
Kommunale Liegenschaften	ca. 7.688	1,3%
Verkehr	ca. 150.091	24,6%

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen in der Stadt Villingen-Schwenningen aufgeteilt nach Sektoren

In Abbildung 15 wird die prozentuale Aufteilung der Treibhausgasemissionen (ca. 610.129 t_{CO_{2e}}) nach Sektoren dargestellt. Die Privaten Haushalte haben hierbei mit 29,4% (ca. 179.293 t_{CO_{2e}}) den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen, gefolgt von dem Gewerbe und Sonstiges mit 25,1% (ca. 153.339 t_{CO_{2e}}) und dem Bereich Verkehr mit 24,6% (ca. 150.091 t_{CO_{2e}}) sowie das Verarbeitendes Gewerbe mit 19,6% (ca. 119.718 t_{CO_{2e}}). Die Kommunalen Liegenschaften sind lediglich mit 1,3% (ca. 7.688 t_{CO_{2e}}) an der Treibhausgasbilanz beteiligt.

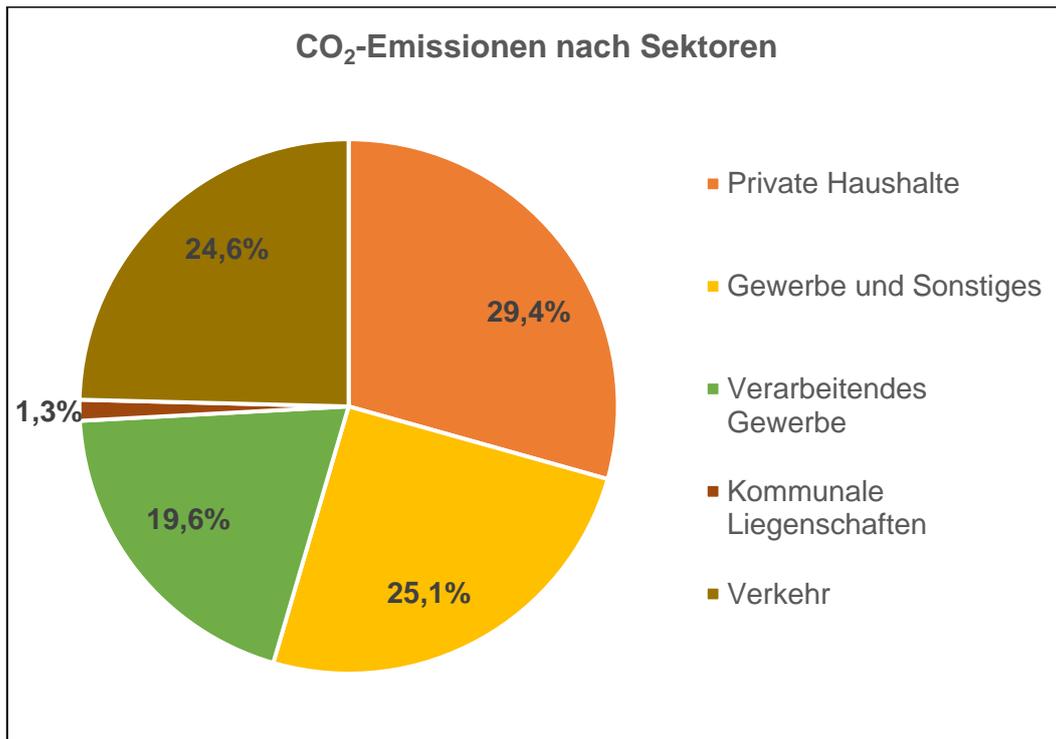


Abbildung 15: Endenergiebasierte CO₂-Emissionen aufgeteilt nach Sektoren in der Stadt Villingen-Schwenningen

Die Treibhausgasemissionen nach den einzelnen Sektoren werden durch die verschiedenen Energieträger in Abbildung 16 dargestellt. Wie bereits beim Endenergiebedarf verursachen die Privaten Haushalte den höchsten Anteil der Treibhausgasemissionen in der Stadt Villingen-Schwenningen. Der Verkehr weist auf Grund der Bundesstraßen sowie den Landesstraßen die zweithöchsten Treibhausgasemissionen aus. Daran anschließend folgen, auf Grund der starken Wirtschaftsstruktur die Sektoren Gewerbe / Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe. Die Kommunalen Liegenschaften haben wie zu erwarten den geringsten Anteil:

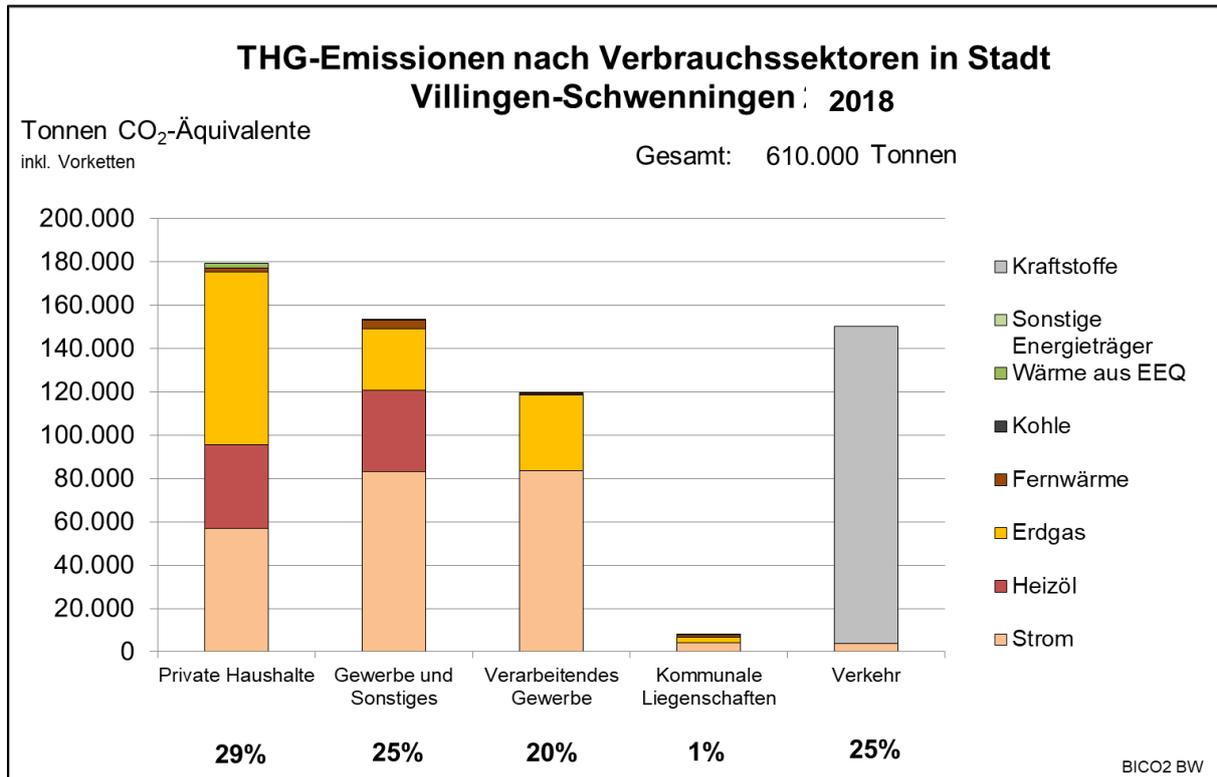


Abbildung 16: Gegenüberstellung der Sektoren mit Aufteilung nach Energieträger bei der CO₂-Bilanz der Stadt Villingen-Schwenningen

Zur besseren Einordnung der CO₂-Bilanz erfolgt eine Gegenüberstellung der CO₂-Bilanz, welche mit regionalen Emissionsfaktoren im Stromsektor berechnet wurden und einer CO₂-Bilanz welche mit bundesdeutschen Emissionsfaktoren berechnet wurde. In der Stadt Villingen-Schwenningen unterscheiden sich die Emissionsfaktoren geringfügig von den aktuellen deutschen Faktoren. Bei dem Einsatz von erneuerbaren Energien verringern sich die Emissionsfaktoren für Strom in der Regel je nach Ausbaugrad. Da der Einsatz erneuerbarer Energien in der Stadt Villingen-Schwenningen für die elektrische Energie bei ca. 10,7% (45.615 MWh) liegt und zusätzlich ca. 3,8% (15.965 MWh) primärenergieschonend über erdgasbetriebene Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen betrieben werden, ist die Verbesserung des regionalen Strommix mit einer Unterschreitung von 3,2% anzugeben. Im regionalen Mix ist die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, sofern diese auf dem Stadtgebiet produziert werden, soweit möglich berücksichtigt. Der Einsatz von beispielsweise Wasserkraftstrom, welcher im Stadtgebiet verbraucht und über Wasserkraftanlagen von Energieversorgern außerhalb des Stadtgebiets erzeugt wird, ist im Bericht bei der Berechnung der Treibhausgas-Emissionen nicht berücksichtigt, da keine detaillierten Informationen über den tatsächlichen Bezug hierzu vorliegen. Diese Auswirkung der lokalen Stromversorgung auf die THG-Emissionen wird in Abbildung 17 wie folgt dargestellt:

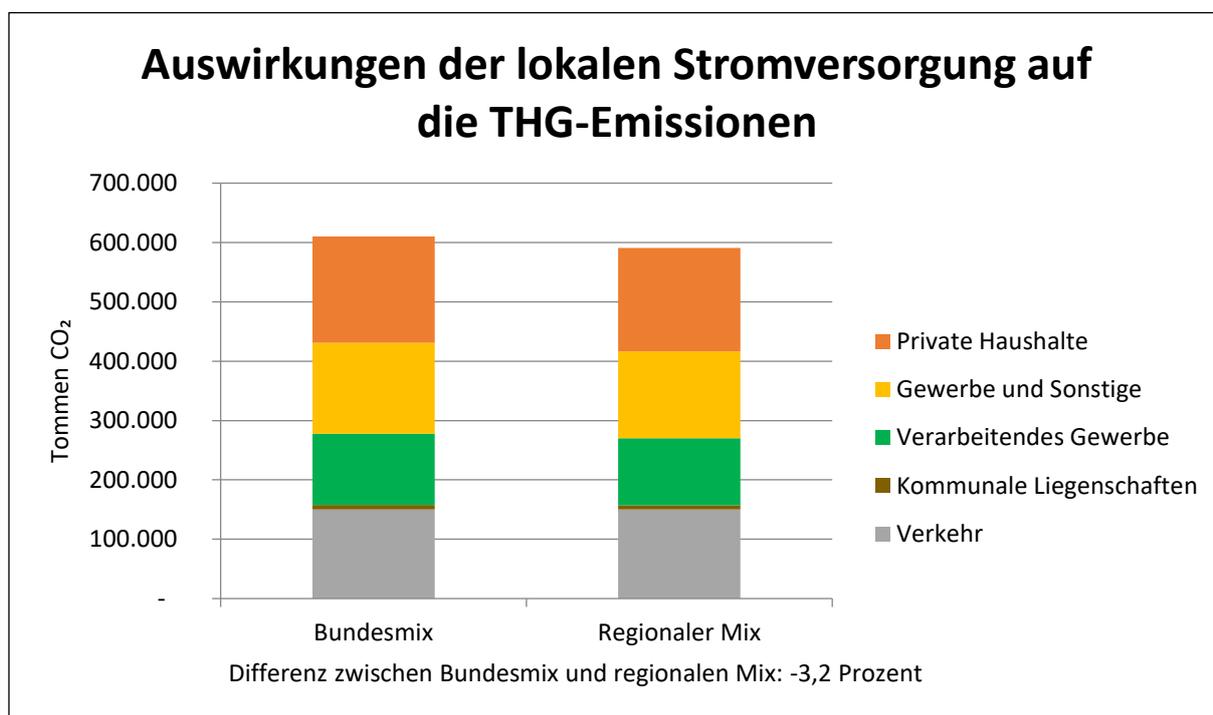


Abbildung 17: Vergleich der regionalen THG-Emissionen (Stadt Villingen-Schwenningen) zum Bundesmix durch die Stromversorgung nach den einzelnen Sektoren mit Aufteilung nach Energieträger (Regionaler Mix nach Abzug erneuerbarer Energien)

4 Datengrundlage

Die Herkunft der Daten wurde bereits in den einzelnen Kapiteln detailliert erläutert, die Daten stammen aus Gründen der Verfügbarkeit überwiegend aus dem Bezugsjahr 2018. So sind die Daten für den Strom- und Gasverbrauch in der Stadt Villingen-Schwenningen als belastbar anzusehen, da diese von dem oben genannten Energieversorgungsunternehmen stammen. Für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien stammen die Daten von dem Energieversorgungsunternehmen und spiegeln sehr gut die EEG-Vergütungen wieder. Von den Betreibern der Biogasanlagen wurden die Strom- und die Wärmeproduktion zurückgemeldet und in der Bilanz berücksichtigt. Bei den Betreibern von den Wärmenetzen wurden ebenfalls die Wärmeverbräuche erfasst. Der Solaratlas lieferte die Daten für die Solarthermischen-Anlagen. Der Stromverbrauch der Wärmepumpen-Anlagen, wurde von dem Energieversorgungsunternehmen bereitgestellt und die produzierte Wärmemenge berechnet. Die Daten für die Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung wurden von der Stadtverwaltung Villingen-Schwenningen zur Verfügung gestellt. Die Basisdaten für den Sektor Verkehr stammen vom statistischen Landesamt. Diese Basisdaten wurden um Verkehrsdaten von der deutschen Bahn und dem Zweckverband Ringzug ergänzt und weisen somit eine verbesserte Datenqualität auf.

Die Datengüte der Bilanz ist sehr zufriedenstellend, dies ist auf den engen Kontakt zwischen der Energieagentur und der kommunalen Verwaltung zurückzuführen und darauf, dass die zur Verfügung gestellten Daten zum Teil mehrfach validiert werden konnten. Ebenfalls sind die Daten im Bereich Verkehr, in welchem die Datenqualität erfahrungsgemäß als unzureichend bewertet werden muss, für die Stadt Villingen-Schwenningen als zufriedenstellend zu beurteilen.

Das Ergebnis der Pro-Kopf CO₂-Emission in der Stadt Villingen-Schwenningen wurde, mit einem Bericht des statistischen Landesamten aus dem Jahr 2017 verglichen und mit den Ergebnissen in diesen Bericht ausgewiesen.

5 Einordnung der Ergebnisse



- Endenergieverbrauch pro Einwohner (ohne Verkehr)	16.326 kWh	17.644 kWh
- CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	6,93 CO ₂ e	7,86 CO ₂ e*
- Anteil Erneuerbare Energie Strom	10,7%	23,0%**
- Anteil Erneuerbare Energie Wärme	10,6%	16,2%**

Quellen: *Statistisches Landesamt BW vorläufiger Stand Herbst 2019 für 2017; Regionale CO₂-Bilanzen für Baden-Württemberg / **Umweltministerium Baden-Württemberg 2017

Bei der Bilanzierung werden die Emissionen der Wirtschaft auf die Einwohner umgelegt. Industrieintensive Standorte wie z.B. die Stadt Villingen-Schwenningen könnten dadurch höhere Pro-Kopf-Emissionen haben. Trotz der starken Wirtschaftsstruktur, den Land-, Kreis- und Bundesstraßen ist die Pro-Kopf-Emission in der Stadt Villingen-Schwenningen geringer als im Landesdurchschnitt.

Den größten Handlungsbedarf, um die Treibhausgasemissionen in der Stadt Villingen-Schwenningen zu minimieren bietet der Sektor der privaten Haushalte. Die Wärmeabdeckung mit dem Energieträger Heizöl sollte bei diesem Sektor sowie bei dem zweitgrößten Sektor, des Gewerbes und Sonstiges auf eine Heizungsart umgestellt werden, die weniger CO₂ emittiert. Hier sind als Energieträger vor allem Umweltwärme, Solarthermie und wo nachhaltig vertretbar auch Biomasse zu nennen. Das gut ausgebaute Fernwärmenetz könnte ebenfalls ausgebaut werden, um die Treibhausgasemissionen weiter zu minimieren. Bei den Betreibern der Biogasanlagen wird ein nicht unerheblicher Anteil der Abwärme nicht vollständig energetisch verwertet. Hier sollte der Versuch unternommen werden, diese Abwärme besser zu nutzen, auch wenn sich dies räumlich nicht ohne weiteres umsetzen lässt. Eine weitere Maßnahme ist die energetische Sanierung der privaten und den wirtschaftlich genutzten Gebäuden, um den Endenergieverbrauch in diesen Sektoren zu reduzieren. Auch in diesen zwei Sektoren sollte angeregt werden, den Ausbau von PV-Anlagen zumindest auf den Dachflächen weiter voranzutreiben. Um den Energiebedarf in dem Sektor der privaten Haushalte weiter zu reduzieren, könnte z.B. ein Förderprogramm zur kostenlosen Durchführung der Energiechecks

der Verbraucherzentrale oder weitere kleine Anreize wie ein Förderprogramm PV aufgelegt werden.

Den drittgrößten Handlungsbedarf um die Treibhausgasemissionen in der Stadt Villingen-Schwenningen zu minimieren bietet der Sektor Verkehr, auf den die Stadt nur einen sehr geringen Einfluss hat. Um im Verkehrsbereich positive Auswirkungen beim Thema Luftreinhaltung zu erzielen sind, wo möglich und noch sinnvoll, weitere Geschwindigkeitsreduzierungen sowie die Entflechtung von Verkehrsknoten für einen besseren Verkehrsfluss zu empfehlen. Des Weiteren sollte der Ausbau der Elektromobilität und der kombinierten Mobilität sowie des Radverkehrs und des ÖPNV weiter verfolgt werden, um die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich weiter zu reduzieren.

Das Verarbeitende Gewerbe nimmt den vierthöchsten Anteil an den Treibhausgasemissionen ein. Allen voran der hohe Verbrauch der elektrischen aber auch der thermischen Energie ist ausschlaggebend für die relativ hohen Treibhausgasemissionen. Hier sollten Bestrebungen zu mehr Energieeffizienz in den Betrieben angeregt werden. Des Weiteren sollte insbesondere bei den Großbetrieben angeregt werden, den Ausbau von PV-Anlagen auf den Dach- und den versiegelten Freiflächen (z.B. Parkplätzen) weiter voranzutreiben. Es sollte auch geprüft werden, ob mehr primärenergieschonende Anlagen wie Biomethan-BHKW-Anlagen flächendeckend eingesetzt werden können und ggf. die gewerbliche und industrielle Abwärme zur Wärmeversorgung genutzt werden kann.

Der Bereich der Kommunalen Liegenschaften und Anlagen trägt zum kleinsten Teil der Treibhausgasemissionen bei, jedoch sollte die Stadt Villingen-Schwenningen hier weiterhin ihre Vorbildfunktion einnehmen. Bei der Sanierung von kommunalen Liegenschaften sollte besonderen Wert auf einen besonders effizienten Sanierungsstandard gelegt werden und wo möglich auch erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung zum Einsatz kommen. Vorrangig könnten für besonders energieintensive Liegenschaften Sanierungsfahrpläne erstellt werden, um den Kosten-Nutzen-Faktor abschätzen zu können. Des Weiteren sollten sämtliche öffentlichen Beleuchtungsanlagen in den kommunalen Liegenschaften auf LED-Leuchtmittel umgerüstet werden. Die weitere Ausbaumöglichkeit von PV-Anlagen auf den kommunalen Dachflächen zur vorrangigen Eigenstromversorgung der kommunalen Liegenschaften sollte geprüft werden.

Es ist wichtig, dass Bürgerinnen und Bürger, Unternehmerinnen und Unternehmer gemeinsam mit der Kommune die Energieeffizienz weiter steigern sowie die natürlichen Ressourcen soweit möglich schonen, um nachhaltig die Treibhausgasemissionen zu senken und somit den Klimaschutz voranzubringen.