

Klimaschutz- und
Energieagentur
Baden-Württemberg
GmbH



KEA

Stadt Offenburg

Energie- und CO₂-Bilanz 2010 – 2015 (Stand 2018)

Dipl.-Ing. Thomas Steidle

Karlsruhe, Juli 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zusammenfassung	1
3	Ergebnisse für Offenburg	2
3.1	Strom-, Gas- und Fernwärmeabgabe in Offenburg.....	2
3.2	Endenergieverbrauch insgesamt	3
3.3	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte	5
3.4	Situation im Verkehr.....	6
3.5	Direkte CO ₂ -Emissionen 2009 bis 2015	8
3.6	Treibhausgas-Emissionen (THG)	8
3.7	Lokale Strom- und Wärmeerzeugung	12
3.8	Indikatorenset Offenburg 2015	13
3.9	Klimaschutzziele für Offenburg gemäß Paris-Abkommen	14
4	Methodik zur Berechnung der Energiebilanz	17
4.1	Bilanzierungsmethodik.....	17
4.2	Datengrundlage	18

1 Einleitung

Die Stadt Offenburg hat 2012 ein Klimaschutzkonzept beschlossen.

Die Stadt ist den langfristigen bundes- und landespolitischen Klimaschutzzielen verpflichtet. Bis zum Jahr 2050 soll eine Minderung der CO₂ Emissionen um 80% bis 95% (ausgehend von 1990) erfolgen. Die Stadt Offenburg will ihren Anteil dazu beitragen und merkbare CO₂-Einsparungen im Energieverbrauch realisieren.

Im Zuge der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurde eine Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2010 erstellt.

Offenburg möchte jetzt eine neue Bilanz für das Jahr 2015 erstellen, um die bisherige Entwicklung zu überprüfen.

Inzwischen wurde das Bilanzierungstool BICO2BW entwickelt. Das Tool basiert auf einer deutschlandweit abgestimmten Methode (BISKO) für eine verursacherbezogenen Territorialbilanz. Die Methodik zur Berechnung der Bilanz wird in Kapitel 0 erläutert.

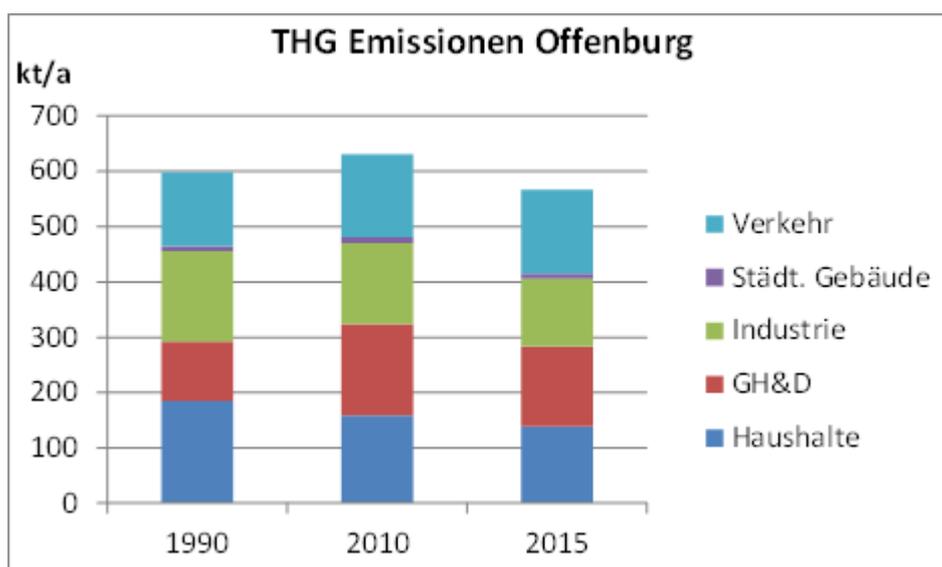
Gegenüber 2010 hat sich außerdem die statistische Datengrundlage verbessert. Deswegen soll eine Bilanz für 2010 und 2015 mit BICO2BW erstellt werden.

Im vorliegenden Bericht werden die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt und erläutert.

2 Zusammenfassung

Offenburg hat 2012 ein Klimaschutzkonzept beschlossen. Die Bemühungen zur Reduktion von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen wurden danach konsequent verstärkt.

Die Treibhausgasemissionen (CO₂-Emissionen inkl. Vorketten und anderer Treibhausgase - THG) sind von 2010 bis 2015 um ca. 10,1 % gesunken. Allerdings sind die witterungsbereinigten THG-Emissionen nur um 5,6 % gesunken, also ca. 1,1 % pro Jahr.



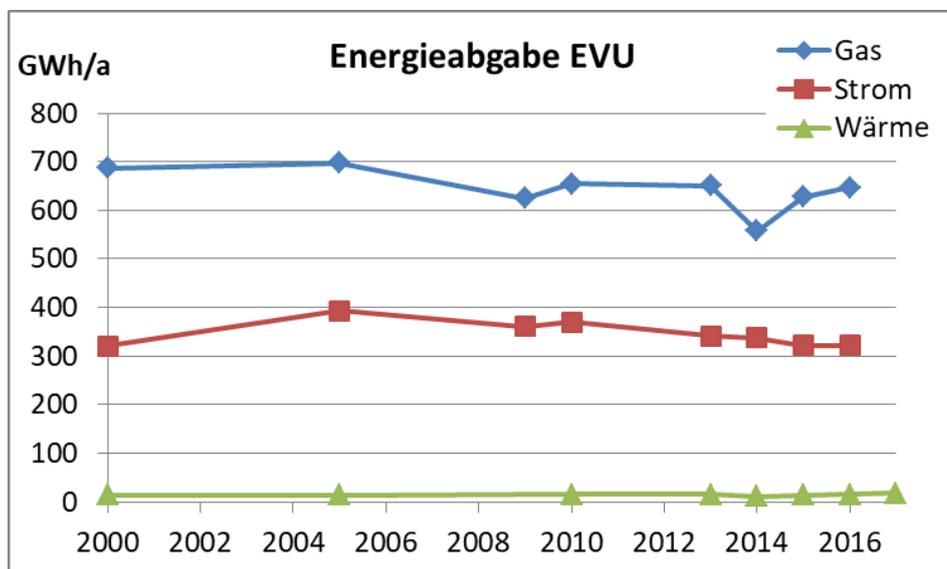
Die THG-Emissionen pro Einwohner lagen 2015 ungefähr 6,1 % höher als der Durchschnitt für Baden-Württemberg. Der Anteil Gewerbe, Handel und Dienstleistungen ist in Offenburg relativ hoch.

Für 1990 liegen keine ausreichenden Daten zur Berechnung der Bilanz vor. Die THG-Emissionen wurden anhand der durchschnittlichen Entwicklung in Baden-Württemberg abgeschätzt.

Von 1990 bis 2015 wurden THG-Minderungen von 5,2 % erreicht. Pro Einwohner ergeben sich sogar 14,1 % Wachstum bei Bevölkerung (10,4 %), Wohnfläche und Beschäftigung (12,7 %) haben der THG-Minderung entgegen gewirkt.

3 Ergebnisse für Offenburg

3.1 Strom-, Gas- und Fernwärmeabgabe in Offenburg



Der Gasverbrauch¹ ist von 2005 bis 2016 leicht gesunken (ca. 7,1%). Schwankungen ergeben sich durch Witterungseinflüsse. 2014 war z.B. ein warmes Jahr mit demzufolge geringerem Verbrauch.

Der Stromverbrauch ist seit 2005 um ca. 18,1 % zurückgegangen.

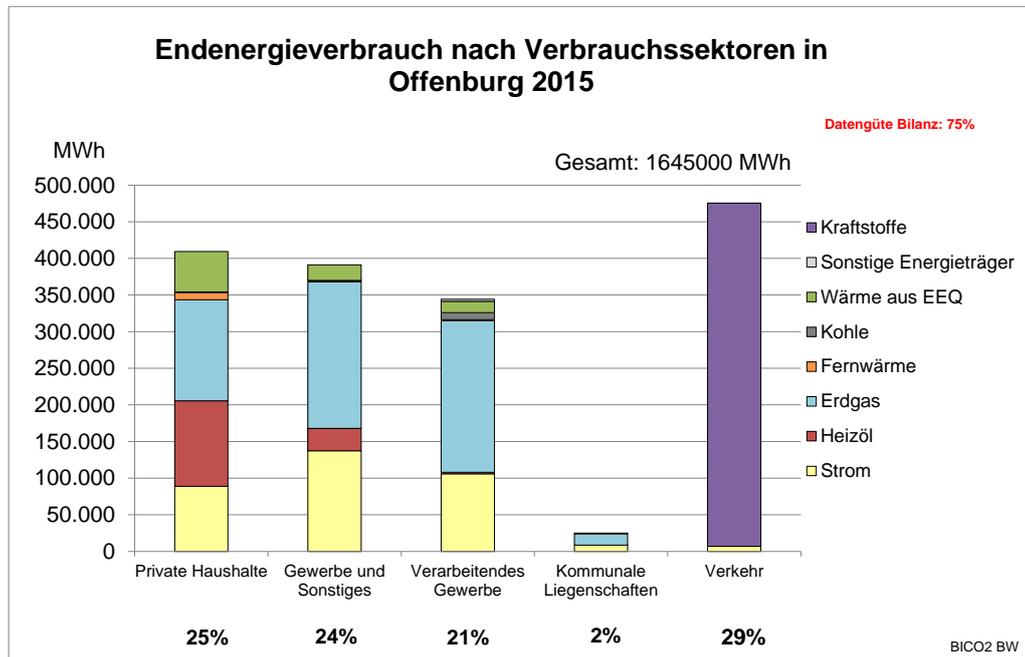
Die Abgabe von Fernwärme ist von 2005 bis 2016 um ca. 9,4 % gestiegen.

Aufgrund des Bevölkerungswachstums ist der Verbrauch pro Einwohner bei Gas (10,3 %) und Strom (20,1 %) etwas stärker gesunken als bei den absoluten Zahlen. Die Abgabe von Fernwärme pro Einwohner ist entsprechend nur um 5,6 % gestiegen.

¹ oberer Heizwert

3.2 Endenergieverbrauch insgesamt

Der Endenergieverbrauch in Offenburg beträgt im Jahr 2015 ca. 1.645 GWh/a.



Der Verkehr hat einen Anteil am Endenergieverbrauch von 29 %, das ist etwas weniger als im Landesdurchschnitt (32 %), obwohl ein Stück Autobahn durch das Stadtgebiet führt.

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von 25 %, der Landesdurchschnitt beträgt 27 %.

Die Anteile von Gewerbe und Sonstiges (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen; GH&D) liegt mit 24 % über dem Landesdurchschnitt von 17 %.

Der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes (Industrie) liegt mit 21 % leicht unter dem Landesdurchschnitt von 22 %.

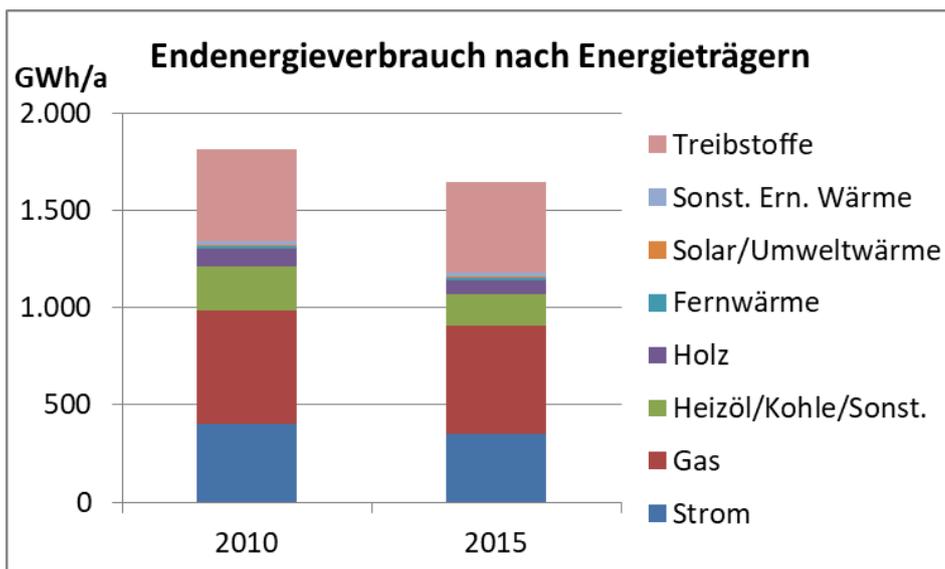
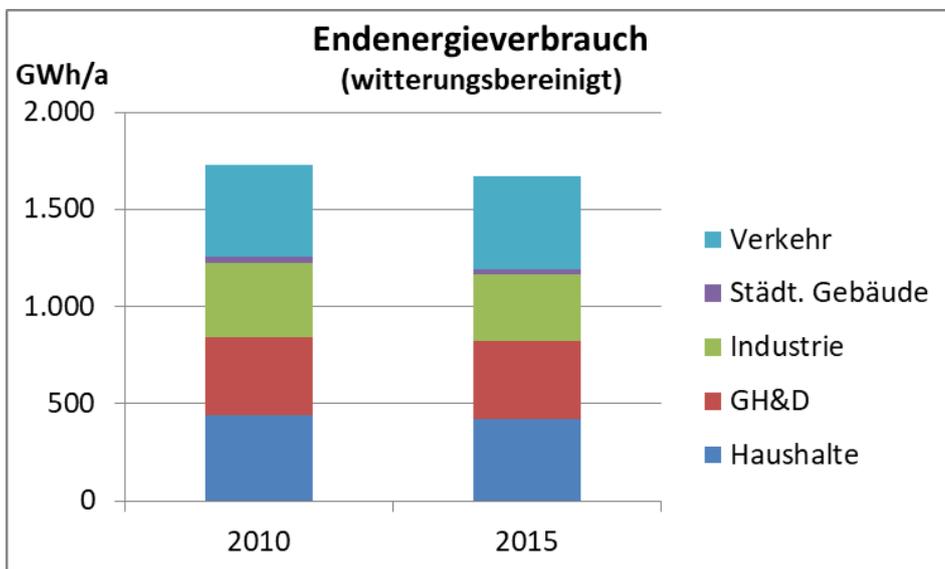
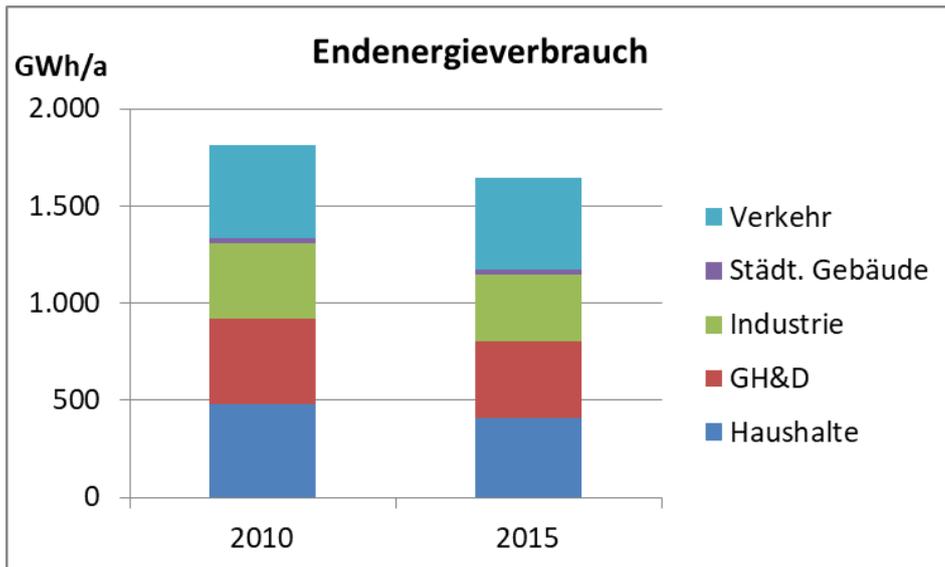
Insgesamt haben also GH&D und Industrie in Offenburg einen um 6 Prozentpunkte höheren Anteil am Endenergieverbrauch als im Landesdurchschnitt.

Der Anteil der Liegenschaften der Stadt (inkl. Bäder) liegt bei ca. 2 %, das entspricht dem Landesdurchschnitt.

2015 liegt der Endenergieverbrauch um ca. 9,3 % unter dem von 2010. Witterungsbereinigt liegt der Rückgang allerdings nur bei 3,6 %.

Sektor	Endenergieverbrauch (GWh/a)		Veränderung	
	2010	2015	Ist	witt.-bereinigt
Haushalte	481	409	-15,0%	-4,2%
GH&D	436	391	-10,2%	-0,6%
Industrie	388	344	-11,3%	-9,7%
Städt. Gebäude	30	25	-16,8%	-7,6%
Verkehr	477	475	-0,4%	-0,4%
Summe	1.813	1.645	-9,3%	-3,6%

Tabelle 1: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2010 bis 2015 (nicht bereinigt)



Strom hat einen Anteil von 30 % am Endenergieverbrauch ohne Verkehr (2015), das liegt leicht unter dem Landesdurchschnitt von 34 %. Der Stromverbrauch ist von 2010 bis 2015 um 14 % zurückgegangen.

Der Gasverbrauch liegt 2015 um 3,0 % unter dem von 2010. Bei der Fernwärme liegt der Rückgang bei 11,6 %, bei Brennholz und Pellets sind es 21 %. Bei Heizöl, Kohle und Sonstige ist der Rückgang höher (29,8 %)². Beobachtungen zeigen, dass Heizöl und Kohle im gesamten Bundesgebiet langsam aus dem Wärmemarkt verdrängt werden.

Solarthermie und Wärmepumpen haben erst einen kleinen Anteil am Wärmemarkt (ca. 1 %). Allerdings nimmt die Nutzung insbesondere im Bereich von Luftwärmepumpen deutlich zu.

Fernwärme hat einen Anteil von 1,2% am Endenergieverbrauch ohne Verkehr (2015), das liegt deutlich unter dem Landesdurchschnitt von 9,5 %.

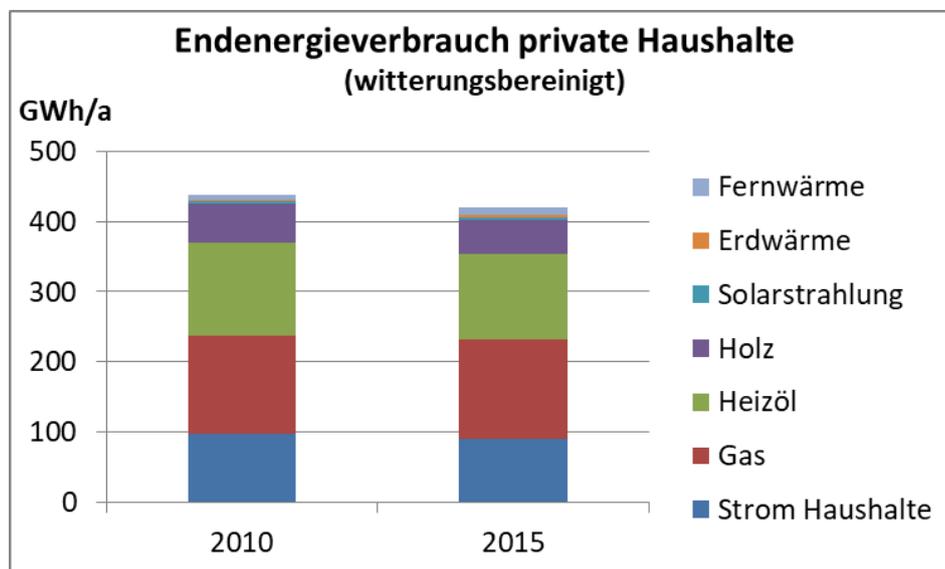
3.3 Endenergieverbrauch der privaten Haushalte

Für den Klimaschutz sind die privaten Haushalte von hoher Bedeutung. Dort liegen große Einsparpotenziale bei der energetischen Gebäudesanierung und beim Stromverbrauch.

Der Stromverbrauch hat 2015 einen Anteil von ca. 21,7 %.

Erneuerbare Energien (Brennholz, Solarwärme³, Umweltwärme⁴) haben einen Anteil von ca. 13,5 %.

Fernwärme hat einen Anteil von ca. 2,5 %. Dieser Anteil ist im Landesvergleich von 8,6 % gering. Allerdings haben die großen Fernwärmesysteme (Mannheim, Karlsruhe, Stuttgart/Esslingen etc.) einen überproportionalen Anteil an der Fernwärme im Land.



² Einsatz von Heizöl, Kohle und Brennholz in Kleinfeuerungsanlagen werden von der LUBW pro Gemeinde anhand von stat. Angaben und Kennwerten abgeschätzt

³ Angaben zu Flächen von geförderten Solaranlagen der LUBW

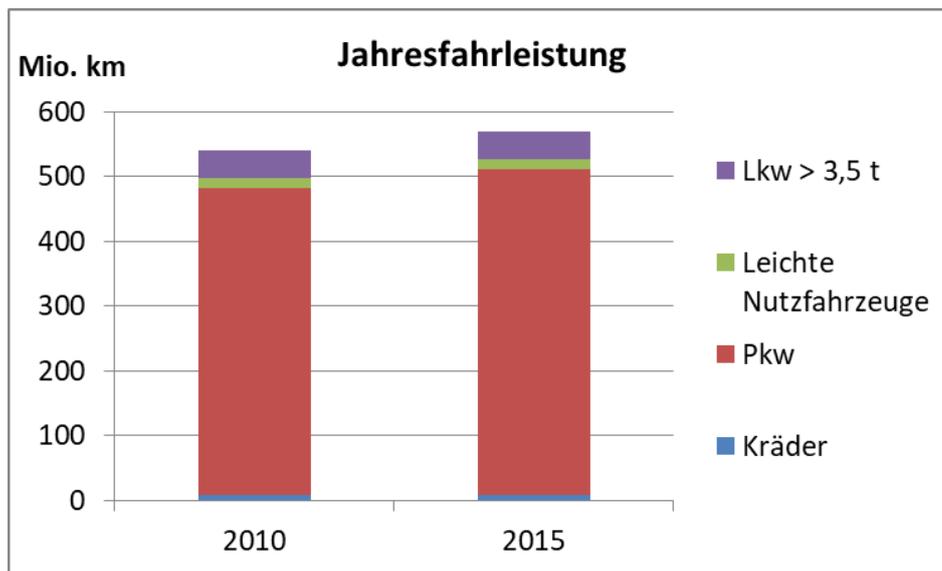
⁴ Mittelwert Deutschland umgerechnet auf Offenburg

Der Endenergieverbrauch lag im Jahr 2015 um ca. 15,0 % unter dem von 2010. Witterungsbereinigt ist der Endenergieverbrauch von 2010 bis 2015 nur um 4,2 % gesunken.

Dabei haben allerdings von 2011 bis 2015 die Bevölkerung (2,3 %) und die Wohnfläche (2,1 %) zugenommen. Die Wohnfläche pro Einwohner ist ungefähr gleich geblieben und liegt mit 43,5m²/EW geringfügig unter dem Landesdurchschnitt (43,7 m²/EW). Es ist anzunehmen, dass Einsparungen aufgrund energetischer Gebäudesanierung durch zusätzlich zu beheizende Wohnfläche aufgewogen wurden.

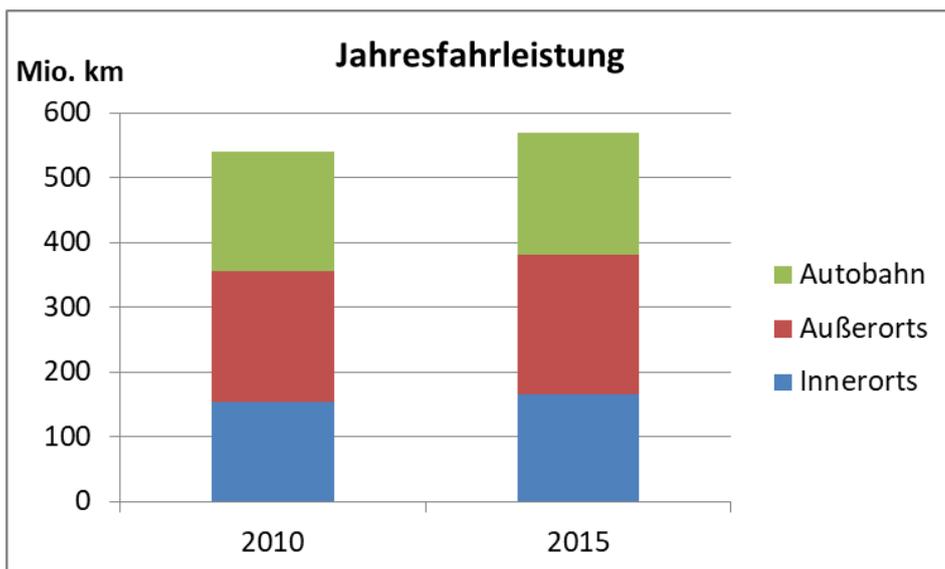
3.4 Situation im Verkehr

Beim Stat. Landesamt werden jährlich Jahresfahrleistungen nach Verkehrsträgern aufgrund von Verkehrszählungen erhoben.



Zwischen 2010 und 2015 ist die Jahresfahrleistung (JFL) auf den Straßen Offenburgs von 539,9 Mio. km/a auf 569,9 Mio. km/a um ca. 5,6 % gestiegen. Die Jahresfahrleistung der leichten Nutzfahrzeuge ist sogar um 10,5 % gestiegen. Der Anteil der PKW an der JFL beträgt 88,2 %.

Auf den Außerortstraßen und Autobahnen wurden 2015 ca. 71 % der JFL erbracht.



Im Jahr 2015 lag der Mittelwert der Jahresfahrleistung pro Einwohner in Baden-Württemberg bei 9.052 km/EW, während auf dem Stadtgebiet Offenburg 9.748 km/EW anfallen.

Im Jahr 2015 liegt der Mittelwert der Jahresfahrleistung auf Innerortsstraßen pro Einwohner in Baden-Württemberg bei 2.590 km/EW, während auf dem Stadtgebiet Offenburg 2.822 km/EW anfallen.

Im Jahr 2015 liegt der Mittelwert der Jahresfahrleistung der Pkw pro Pkw in Baden-Württemberg bei 13.949 km/Pkw, während auf dem Stadtgebiet Offenburg 15.388 km/Pkw anfallen.

Im Jahr 2015 gibt es in Offenburg 559 Pkw/1.000 Einwohner, das liegt ungefähr beim Landesdurchschnitt von 567. Von 2010 bis 2015 ist die Anzahl der Pkw pro Einwohner um 9,1 % gestiegen.

Offenburg hat gegenüber Baden-Württemberg ein höheres Verkehrsaufkommen. Dazu tragen die Bundesautobahn und die beiden Bundesstraßen, die durch das Stadtgebiet führen, bei.

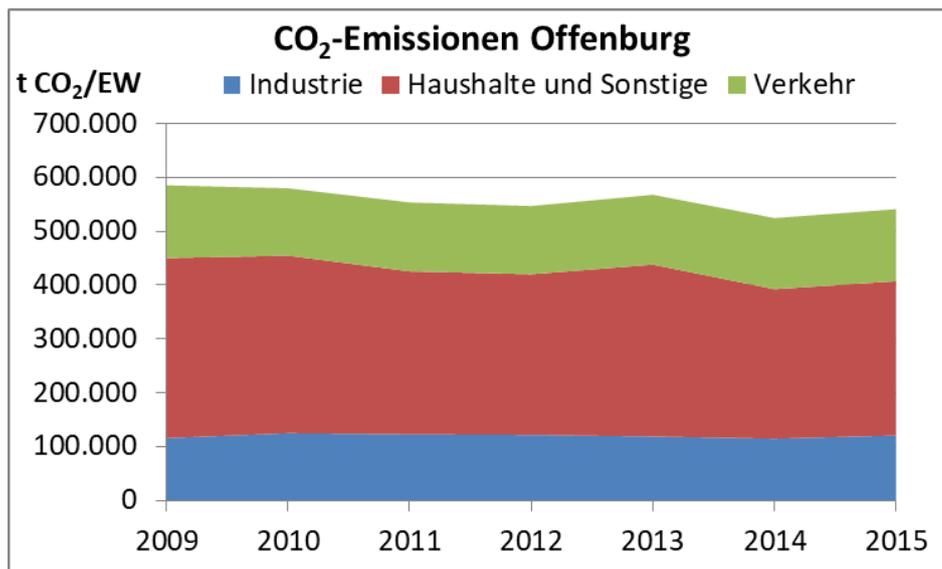
Die CO₂-Emissionen pro Einwohner im Bereich Verkehr sind in Offenburg etwas höher als im Landesdurchschnitt.

2015	Einheit	Offenburg	Baden-Württemberg
JFL / Einwohner	Km	9.748	9.025
JFL Innerorts / Einwohner	Km	2.822	2.590
JFL Pkw / Pkw	Km	15.388	13.949
Pkw / 1.000 Einwohner	Anzahl	559	576
CO ₂ -Emissionen / Einwohner	T	2,3	2,2

Tabelle 2: Kennzahlen zum Verkehr 2015

Bei dieser Bilanzierungsart (Territorialbilanz) werden CO₂-Emissionen von allen Fahrzeugen im Stadtgebiet betrachtet. Fahrten von Offenburger Bürgern außerhalb des Stadtgebietes werden nicht berücksichtigt.

3.5 Direkte CO₂-Emissionen 2009 bis 2015



Das Statistische Landesamt (StaLa) berechnet jährliche direkte CO₂-Emissionen (ohne Vorketten) anhand von verfügbaren lokalen statistischen Angaben und regionalen Kennwerten. Danach betragen die direkten verursacherbezogenen CO₂-Emissionen in Offenburg im Jahr 2015 ca. 541 kt. Das entspricht ca. 9,25 t/Einwohner. Der Wert liegt ca. 14 % über dem Landesdurchschnitt von 8.1 t/Einwohner.

Die CO₂-Emissionen sind von 2009 bis 2015 insgesamt um ca. 7,6 % zurückgegangen, das sind 1,3 % pro Jahr. Im Bereich Haushalte und Sonstige gab es einen Rückgang von 14,3 %. Im Verarbeitenden Gewerbe (Industrie) gab es einen Zuwachs von 4,3 % und im Verkehr einen Rückgang von 1,0 %.

Pro Einwohner ergibt sich aufgrund des Bevölkerungswachstums von 2011 bis 2015 insgesamt ein Rückgang von 4,5 % (1,1 % pro Jahr). In Baden-Württemberg liegt der Rückgang pro Einwohner bei 7,7 %.

3.6 Treibhausgas-Emissionen (THG)

Die gesamten Treibhausgas-Emissionen (THG, CO₂-Emissionen inkl. Vorketten und anderen Treibhausgasen) in Offenburg liegen im Jahr 2015 bei ca. 567 kt/a.

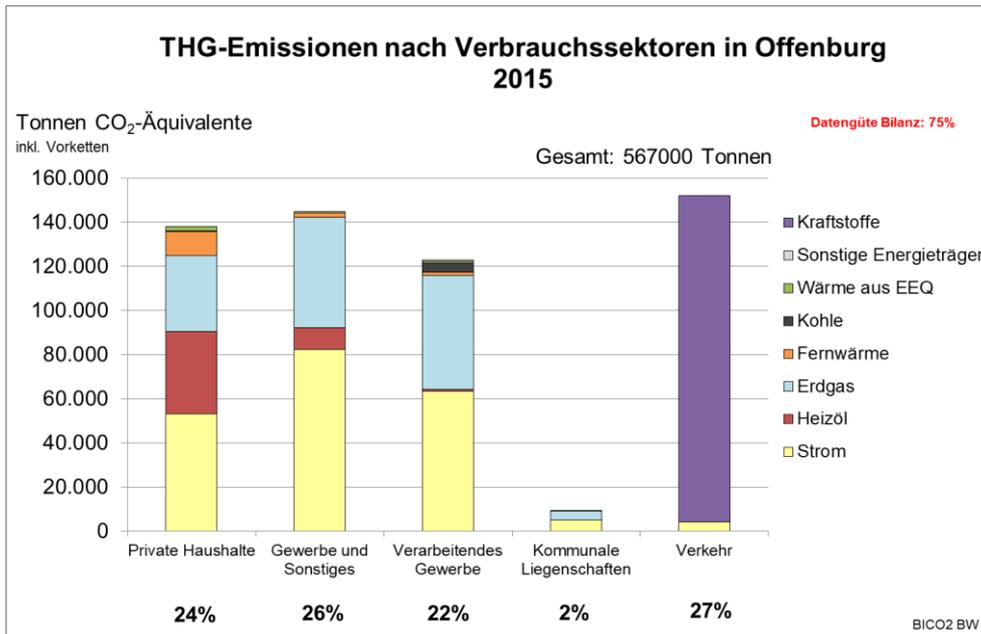
Der Anteil des Verkehrs entspricht dem Landesdurchschnitt von 27 %.

Den zweitgrößten Anteil an den THG-Emissionen haben Gewerbe und Sonstige mit 26 % (145 kt). Daran hat der Strom einen Anteil von knapp 57 %. Stromsparen hat also eine große Bedeutung für die Reduktion der THG-Emissionen im Bereich GH&D.

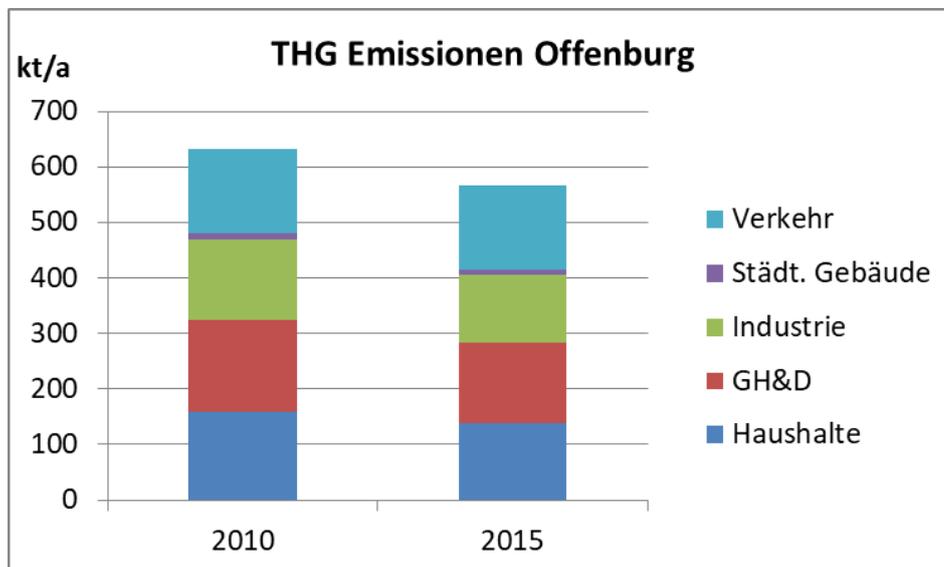
Den drittgrößten Anteil an den THG-Emissionen haben die Haushalte mit 24 % (138 kt). Daran hat der Strom einen Anteil von knapp 39 %. Stromsparen hat also eine große Bedeutung für die Reduktion der THG-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte. Allerdings liegen im Wärmebereich sehr große Einsparpotenziale bei Gebäudesanierung und Heizungstausch.

Der Anteil der Industrie beträgt 22 %, das liegt unter am Landesdurchschnitt von 29 %. Der Anteil des Stroms an den THG-Emissionen der Industrie beträgt knapp 52 %. Im Landesdurchschnitt sind das ca. 60 %.

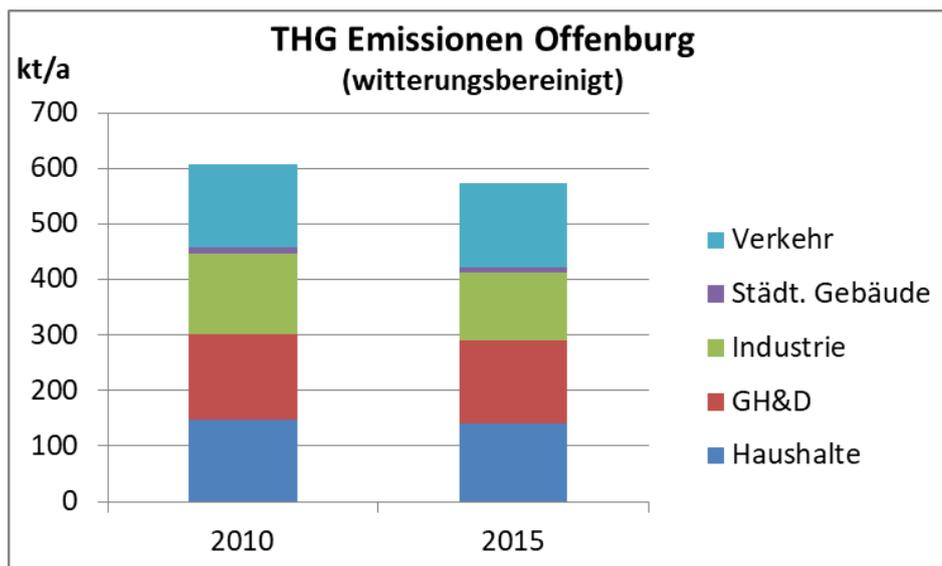
Insgesamt hat der Strom einen Anteil von 36,7 % an den THG-Emissionen in Offenburg, das liegt unter dem Landesdurchschnitt von ca. 42 %.



Die THG-Emissionen liegen 2015 ca. 10,1 % unter dem Wert von 2010. Das liegt am Rückgang des Endenergieverbrauchs, an der Umstellung von Heizöl auf CO₂-ärmere Energieträger, der stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien sowie Verbesserungen beim Strom-Mix Deutschland.



Allerdings sind die witterungsbereinigten THG-Emissionen nur um 5,6 % gesunken.



Sektor	THG-Emissionen			pro Einwohner (t)			BW 2015
	2010	2015	Diff.	2010	2015	Diff.	
Haushalte	159,0	138,1	-13,1%	2,7	2,4	-12,0%	4,07
GH&D	164,3	144,9	-11,8%	2,8	2,5	-10,7%	
Industrie	146,2	123,0	-15,9%	2,5	2,1	-14,8%	2,60
Städt. Gebäude	11,5	9,2	-20,3%	0,2	0,2	-19,3%	
Verkehr	150,2	152,0	1,2%	2,5	2,6	2,5%	2,46
Summe	631,1	567,2	-10,1%	10,7	9,7	-9,0%	9,14

Tabelle 3: THG-Emissionen nach Sektoren 2010 bis 2015 (nicht witterungsbereinigt)

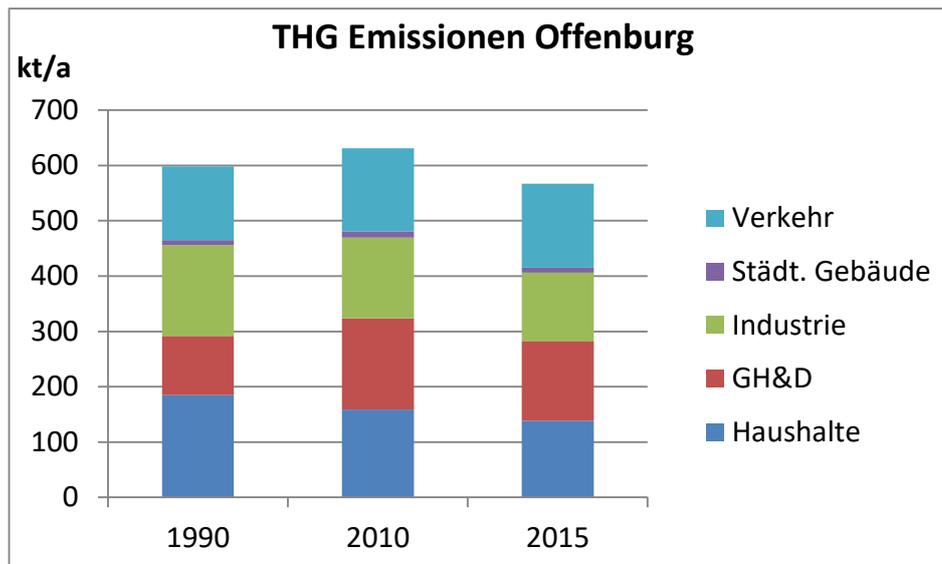
Auch die THG-Emissionen pro Einwohner sind in der gleichen Größenordnung gesunken. Die THG-Emissionen pro Einwohner liegen 2015 ungefähr 6,1 % höher als der Durchschnitt für Baden-Württemberg (BW).⁵

Anhand der Tabelle kann man erkennen, dass die Struktur der THG-Emissionen vom Landesdurchschnitt verschieden ist. In Baden-Württemberg hat die Industrie einen höheren Anteil. Dafür ist der Anteil GH&D in Offenburg höher.

Der Anteil der eigenen Liegenschaften liegt normalerweise bei ca. 2 %. Die Stadt kann also nur einen sehr kleinen Teil der THG-Emissionen direkt beeinflussen. Die Einsparungen von ca. 20 % sind allerdings vorbildlich.

Für 1990 liegen keine Daten für Offenburg vor. Energieverbrauch und THG-Emissionen müssen also geschätzt werden. Dafür wurde angenommen, dass die Entwicklung der THG-Emissionen pro Einwohner von 1990 bis 2010 in Offenburg ähnlich verlaufen ist wie in Baden-Württemberg. Wenn man die Bevölkerungsentwicklung in Offenburg berücksichtigt, ergeben sich für 1990 THG-Emissionen von 598,2 kt/a.

⁵ Auf Landesebene liegen keine mit BICO2BW vergleichbaren Werte für THG-Emissionen vor. Die THG Emissionen in der Tabelle für Baden-Württemberg(BW) wurden mit dem Faktor 1,13 schätzungsweise aus den direkten CO₂-Emissionen hochgerechnet.



	1990	2010	2015	1990 bis 2015
THG-Emissionen (kt/a)	598,2	631,1	567,2	-5,2%
THG / Einwohner (t/Einwohner)	11,3	10,7	9,7	-14,1%

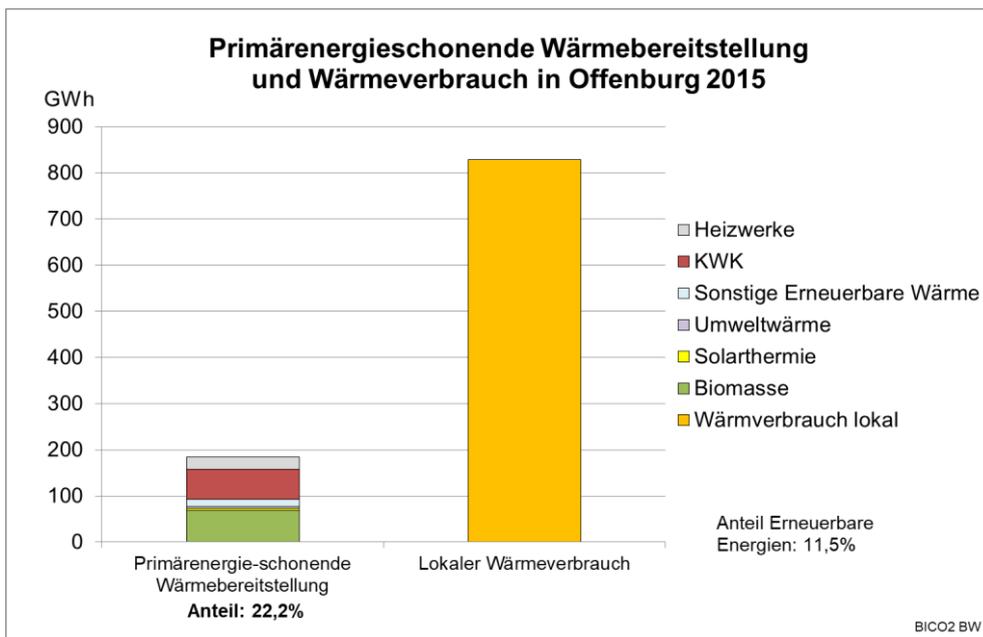
Tabelle 4: Entwicklung THG-Emissionen 1990 bis 2015

Von 1990 bis 2015 wurden THG-Minderungen von 5,2 % erreicht. Pro Einwohner ergeben sich sogar 14,1 %. Wachstum bei Bevölkerung (10,4 %), Wohnfläche und Beschäftigung (12,7 %) wirken der THG-Minderung entgegen.

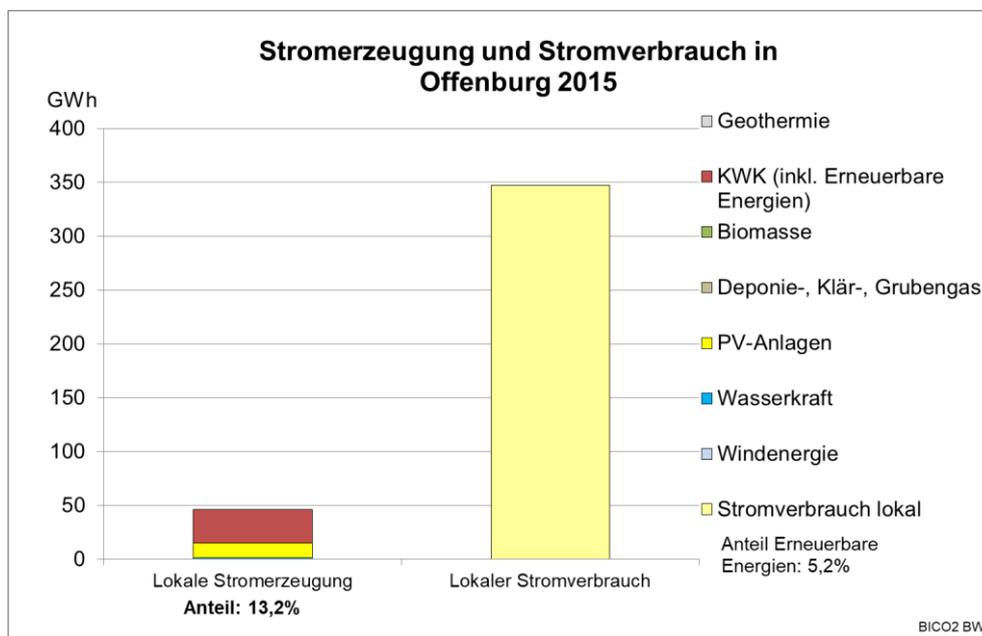
In der Bilanz aus dem Klimaschutzkonzept 2011 waren für 1990 THG-Emissionen von 673,7 kt/a abgeschätzt worden. Dabei wurde der Energieverbrauch 1990 aus einwohner- und beschäftigtenbezogenen Kennzahlen für Deutschland berechnet. Im Verkehr wurde damals ebenfalls eine andere Berechnungsmethode eingesetzt (Fahrzeugbestand in Offenburg statt Jahresfahrleistungen auf der Gemarkung Offenburg). Damit ergaben sich für 1990 ca. 27 % höhere THG-Emissionen im Verkehr als in der neuen Bilanz. In den anderen Sektoren ergaben sich in der alten Bilanz ca. 9 % höhere Werte.

Der neue Basiswert für die THG-Emissionen für 1990 von 598,2 kt/a wurde, wie beschrieben, aus der Baden-Württembergischen Entwicklung abgeleitet. Der neue Basiswert für 1990 von 598,2 kt/a ist damit wahrscheinlich für Offenburg besser geeignet. Allerdings bestehen Unsicherheiten bzgl. der Entwicklung in Gewerbe und insbesondere der Industrie. Die lokale Entwicklung kann sich vom Landesdurchschnitt ggf. stark unterscheiden.

3.7 Lokale Strom- und Wärmeerzeugung



Durch erneuerbare Energien wurden 2015 ca. 11,5 % des Wärmeverbrauchs bereitgestellt. Ein großer Teil davon durch traditionelles Brennholz (Biomasse), aber auch durch die Klärgasnutzung. In Deutschland liegt der Anteil im Jahr 2015 bei ca. 13 %. Allerdings ist darin biogener Abfall enthalten (ca. 7 %), der in Offenburg nicht einbezogen wurde. Zusammen mit effizienten WK-Anlagen und den Wärmenetzen hat die Primärenergieschonende Wärmebereitstellung einen Anteil von 22,2 %.



Durch erneuerbare Energien wurden 2015 ca. 5,2 % des Stromverbrauchs bereitgestellt. PV hat daran einen Anteil von ca. 75 %. Insgesamt werden 13,2% des Stromverbrauchs in effizienten lokalen Anlagen bereitgestellt. Die Nutzung erneuerbarer Energien im Strom-Mix Deutschland (ca. 30% Stand 2015) wurde nicht berücksichtigt.

Region	Anteil erneuerbare Stromerzeugung		Anteil erneuerbare Wärmeerzeugung	
	2010	2015	2010	2015
Offenburg	2,7	5,2	12,5	12,3
Baden-Württemberg	15,2	22,6	13,3	15,3
Deutschland	17,0	31,5	11,0	12,9

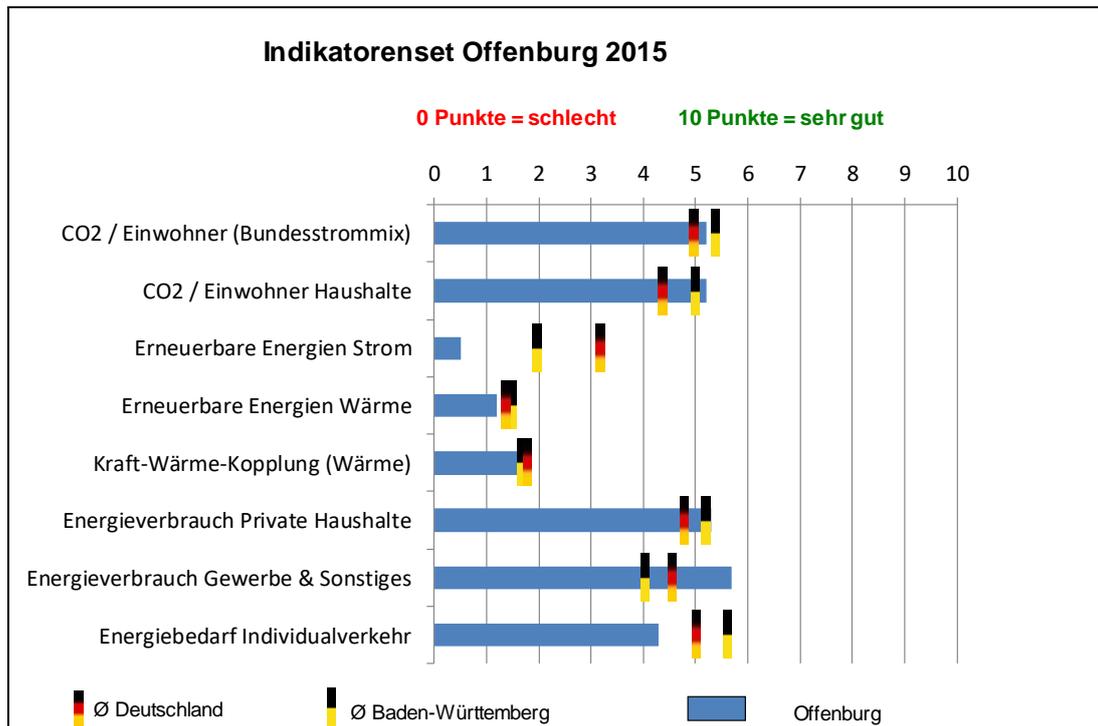
Tabelle 5: Beitrag erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeversorgung

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung hat Offenburg seit 2010 Fortschritte erzielt. Allerdings liegt Offenburg bei der Erzeugung erneuerbaren Stroms noch deutlich hinter Baden-Württemberg oder Deutschland zurück. Offenburg hat allerdings auch keine nennenswerten Windkraftpotenziale.⁶

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung wurde in Offenburg seit 2010 kein Fortschritt erzielt. Allerdings gibt es im Wärmesektor schon lange eine Nutzung von traditionellem Brennholz. Offenburg liegt ungefähr gleich auf mit Deutschland, aber etwas schlechter als Baden-Württemberg.

Die lokale Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) hat 2015 einen Anteil von 8,9 % am Stromverbrauch und von 7,9 % am Wärmeverbrauch.

3.8 Indikatorenset Offenburg 2015



Mit dem Indikatorenset erfolgt eine übersichtliche Bewertung der Situation in Offenburg im Vergleich zur Ist-Situation in Bund und Land Baden-Württemberg.

⁶ Daten zu PV-Erzeugung stammen von der Bundesnetzagentur (EEG-Daten)

Ein hoher Wert auf einer Skala von 0 bis 10 bedeutet, dass Offenburg den Klimaschutzzielen nahe kommt.

Bei den THG-Emissionen pro Einwohner wird der Zielwert von 0,0 t/EW mit 10 Punkten bewertet, während 20 t/EW mit 0 Punkten bewertet werden. Demzufolge erreicht Offenburg eine Punktzahl von 5,2 und liegt damit geringfügig hinter Deutschland (D) und vor Baden-Württemberg (BW) auf dem Zielpfad.

Bei den THG-Emissionen der Haushalte liegt Offenburg vor D und BW. Beim Anteil lokaler erneuerbare Energien für die Stromversorgung liegt Offenburg mit einem Anteil von 5,2 % hinter D und BW. (10 Punkte bedeuten 100 % Erneuerbare.)

Durch die Fernwärmeversorgung und die Anlagen bei im Bereich Industrie, Gewerbe und Hochschule hat Offenburg einen relativ hohen Anteil an Kraft-Wärme-Kopplung. Als Ziel für 10 Punkte wurden 50 % Anteil festgelegt.

Die Betriebe in Offenburg sind insgesamt nicht sehr energieintensiv. Der Energieverbrauch im Bereich Gewerbe und Sonstige (GHD) pro Beschäftigtem liegt günstiger als in Baden-Württemberg und Deutschland.

Wie in Kapitel 3.4 erläutert hat Offenburg einen relativ hohen Energiebedarf im Motorisierten Individualverkehr. Als Zielgröße für 10 Punkte wurden 0 kWh/EW fossiler Energieverbrauch, bzw. 100% erneuerbare Kraftstoffe, festgelegt.

Insgesamt liegt Offenburg bei vielen Indikatoren relativ nahe beim Bundes- oder Landesdurchschnitt. Zur Zielerreichung (10 Punkte) ist jedoch noch ein großer Abstand.

3.9 Klimaschutzziele für Offenburg gemäß Paris-Abkommen

Das Pariser Klimaabkommen hat zum Ziel, den globalen Temperaturanstieg auf unter 2° C zu begrenzen.

Auf dem Weg dorthin hat Deutschland Meilensteine zur Reduktion der Treibhausgase definiert: 40 % bis 2020, mindestens 55% bis 2030 und mindestens 70 % bis 2040. 2050 soll dann Klimaneutralität erreicht werden. Dafür wurde ein Bereich von mindestens 80 bis 95 % gegenüber dem Stand von 1990 festgelegt.

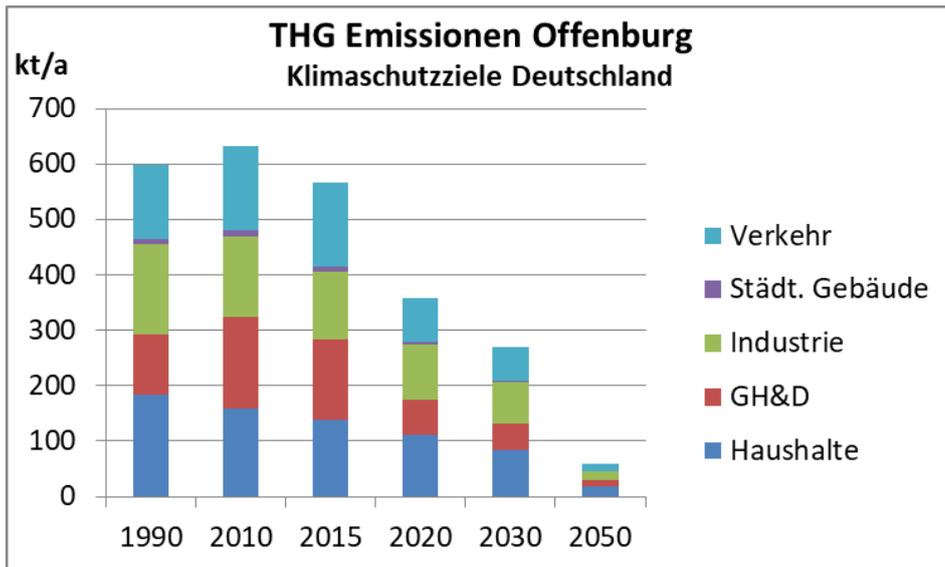
Das entspricht auch dem im Integrierten Energie und Klimaschutzkonzept (IEKK) und dem Klimaschutzgesetz für Baden-Württemberg festgelegten Ziel von 90 %.

Für 2050 sollen also THG-Emissionen von ca. 1 t pro Einwohner erreicht werden.

Damit dieses Ziel erreicht werden kann, soll der Energieverbrauch bis 2050 insgesamt um ca. 50 % reduziert werden. Um die restlichen THG-Minderungen zu erzielen, muss der Anteil der erneuerbaren Energien über 80 % erreichen.

Es ist absehbar, dass das 2020 Ziel für Deutschland und Baden-Württemberg aller Voraussicht nicht erreicht wird.

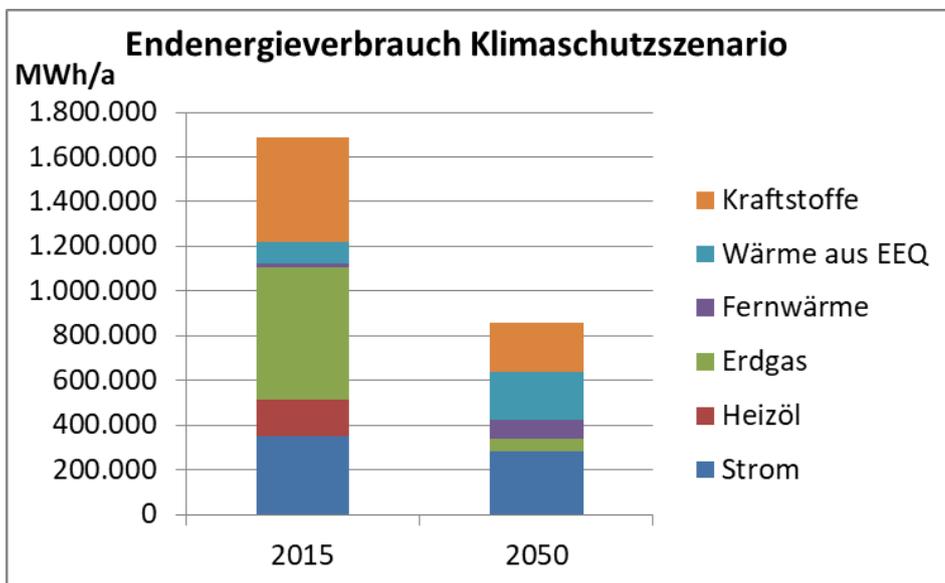
Im Klimaschutzkonzept 2011 der Stadt Offenburg wurden damals weniger ambitionierte Ziele vorgeschlagen. Nach dem Paris-Abkommen müssen die Klimaschutzziele für Offenburg überdacht werden. Die Übertragung der deutschen Klimaschutzziele auf Offenburg führt zu der in folgender Abbildung dargestellten Entwicklung.



In Offenburg lagen die THG-Emissionen im Jahr 2010 um ca. 5,5 % höher als 1990. Das lässt sich mit einem überdurchschnittlichen Wachstum beim Energieverbrauch im Bereich GH&D erklären. 2015 lagen die THG-Emissionen ca. 5,2% unter dem Wert von 1990 aber ca. 10,1% niedriger als 2010.

2010 liegen die THG-Emissionen pro Einwohner in Offenburg ca. 8,2% höher als in Baden-Württemberg. Allerdings liegen die prozentualen Emissionsminderungen von 2010 bis 2015 in Offenburg in der gleichen Größenordnung wie in Baden-Württemberg (8 bis 10%).

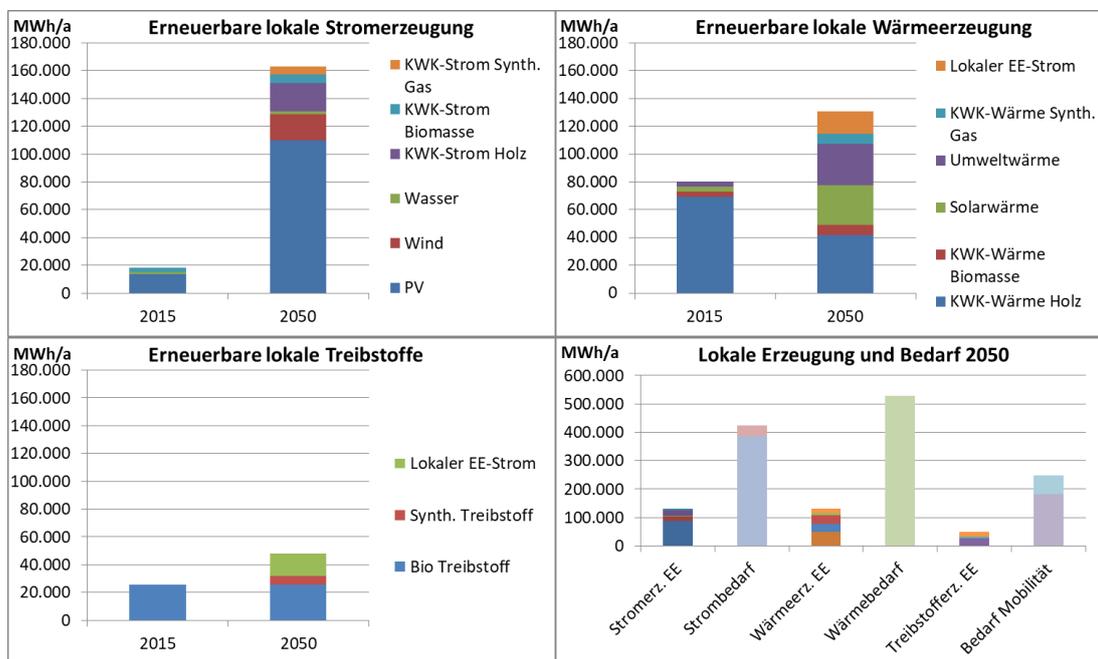
Offenburg befindet sich also beim Klimaschutz seit dem Klimaschutzkonzept auf einem guten Weg. Gemessen an den Klimaschutzziele bleibt allerdings noch ein weiter Weg zu gehen.



Die erforderliche De-Carbonisierung hat einen großen Einfluss auf die zukünftige Energieversorgung in Offenburg. In der Abbildung wird die Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 50 % und der Wechsel der Energieträger beispielhaft dargestellt. Beim Stromverbrauch wird durch neue Stromanwendungen (z. B. Wärmepumpen) kein so großer Rückgang erwartet. Heizöl (hoher Emissionsfaktor) sollte zukünftig gar nicht mehr einge-

setzt werden. Der Gasverbrauch für die Wärmeversorgung muss deutlich gesenkt werden. Als Ersatz werden Wärmenetze aufgebaut. Dort wird mit effizienter Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Wärme produziert. Der lokal produzierte Strom kann zum Lastausgleich für die fluktuierende Erzeugung von Fotovoltaik- (PV) und Windkraftanlagen eingesetzt werden. Die Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energiequellen (EEQ: Biomasse, Solaranlagen, Umweltwärme) muss deutlich gesteigert werden. Im Kraftstoff für den Verkehr sind Strom für die E-Mobilität, Biokraftstoffe und synthetische Kraftstoffe aus Überschussstrom enthalten. Insgesamt wird ein Anteil erneuerbarer Energien von über 80 % erreicht. Nur ein Teil der erforderlichen erneuerbaren Energien kann lokal erzeugt werden. Z. B. wird angenommen, dass der Strom-Mix-Deutschland einen erneuerbaren Anteil von 90 % erreicht, und alternative Treibstoffe dem Benzin und Diesel produktionsseitig beigemischt werden.

Der lokale Beitrag zur Erzeugung erneuerbarer Energien könnte folgendermaßen aussehen.



Die lokale erneuerbare Stromerzeugung wird ggü. 2015 um den Faktor 7 erhöht. Insbesondere wird auf jedem Dach eine PV-Anlage eingerichtet. Die verfügbare Biomasse wird in KWK-Anlagen genutzt. Damit werden 39 % des Strombedarfs lokal erzeugt.

Die lokale erneuerbare Wärmeerzeugung wird um den Faktor 1,6 erhöht. Holz wird nicht mehr direkt in Kaminöfen oder Einzelfeuerungen genutzt, sondern zentral in KWK-Anlagen eingesetzt. Solarwärme und Umweltwärme werden um den Faktor 8 erhöht. Ein Drittel der Gebäude erhält eine solarthermische Anlage, ein Viertel der Gebäude wird mit Wärmepumpen beheizt. Ein Teil des lokal erzeugten Stroms wird direkt in Wärme umgewandelt. Damit wird ein Viertel des Wärmebedarfs lokal erzeugt.

Die lokale erneuerbare Treibstoffversorgung wird um den Faktor 1,9 erhöht. Ein Teil des lokal erzeugten Stroms wird für die E-Mobilität und die Erzeugung synthetischer Treibstoffe genutzt. Damit werden ca. 20 % des Treibstoffbedarfs lokal erzeugt.

Insgesamt werden ca. 35 % des Energiebedarfs mit lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. Dabei wurden die Erfordernisse der Sektorkopplung beispielhaft berücksichtigt.

Zur Gewinnung der erforderlichen Biomasse, eines Teils des Stroms in PV-Freiflächenanlagen und eines Teils der Solarwärme in großen Freiflächenanlagen werden insgesamt ca. 14 % der Bodenfläche bzw. 37 % der landwirtschaftlichen Fläche benötigt.

Ein so hoher Flächenverbrauch ist nur denkbar, wenn die Flächen für Futtermittelproduktion entsprechend reduziert werden. Allerdings verfügt Offenburg nur über 41 % der durchschnittlichen Fläche pro Einwohner in Baden-Württemberg. Die Nachbarkommunen verfügen über deutlich mehr Fläche pro Einwohner, so dass ein regionaler Ausgleich sinnvoll ist.

Das vorgestellte beispielhafte Szenario verdeutlicht die tiefgreifenden Veränderungen, die im Zuge der Energiewende lokal erforderlich sind. Die lokale Politik muss entsprechend unterstützend eingreifen. Vordringliche Bereiche sind Energieeffizienz im Gebäudebereich und in den Betrieben, die Nutzung von Sonnenenergie auf privaten und öffentlichen Dächern, die konsequente Weiterentwicklung der Fernwärmeversorgung, die Bereitstellung von Flächen für erneuerbare Energien, die Vorbildfunktion bei den eigenen Liegenschaften und die Motivation der Bürger. Jede Planung und jede Entscheidung im Gemeinderat sollte auf ihren Einfluss auf Energieverbrauch und THG-Emissionen hin geprüft und optimiert werden.

Angesichts der hohen zu erwartenden Folgekosten des Klimawandels sollten zukünftig bei der Bewertung von Projekten die externen Kosten der fossilen Energieträger einbezogen werden. Das könnte z. B. in Form von virtuellen CO₂-Preisen erfolgen. Dabei sind Preise in Höhe von 50,- bis 200,- Euro pro Tonne gerechtfertigt.⁷

4 Methodik zur Berechnung der Energiebilanz

4.1 Bilanzierungsmethodik

Eine Energiebilanz erfasst und bilanziert alle Energieströme in einem abgeschlossenen System. Für die Stadt Offenburg wurden die Systemgrenzen so festgelegt, dass alle im Stadtgebiet angesiedelten Verbraucher betrachtet werden. Die verwendete Methodik entspricht dem Territorialprinzip BUND, das vom IFEU im Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“⁸ definiert ist. Diese Methodik wurde nun im Rahmen des Projekts „Klimaschutz-Planer“⁹ unter der Bezeichnung BSKO als bundesweiter Standard festgelegt. Das vom IFEU entwickelte Tool für Baden-Württemberg (BICO2BW) basiert auf diese Methodik und soll im Rahmen vom Projekt „Klimaschutz-Planer“ langfristig in ein bundeseinheitliches Bilanzierungstool weiterentwickelt werden.

Die Energiebilanz wird nach Energieträgern und Verbrauchsbereichen gegliedert. Jeder Verbrauchssektor ist durch spezielle Schwerpunkte bei Energienutzung und möglichen Verbesserungsmaßnahmen gekennzeichnet. Damit die Bilanz als Vergleichsbasis für die geplanten Verbesserungsmaßnahmen dienen kann, ist eine Aufteilung in die Verbrauchs-

⁷ Der gegenwärtige Börsenpreis für CO₂ von unter 20 Euro pro Tonne hat keine lenkende Wirkung.

⁸ www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de

⁹ www.klimaschutz-planer.de

sektoren Haushalte, Kommunale Liegenschaften, Industrie, Gewerbe/Sonstiges und Verkehr notwendig.

In der Energiebilanz werden alle Energieströme in Offenburg verbucht. Für die Stromerzeugung müssen jedoch in den Kraftwerken außerhalb von Offenburg wegen der Umwandlungsverluste wesentlich höhere Mengen an Brennstoffen eingesetzt werden. Diese Brennstoffmengen werden nicht berücksichtigt, gehen aber über den Emissionsfaktor für Strom in die CO₂-Bilanz ein. Die Energieaufwendungen für die Bereitstellung der Energieträger und den Bau und Abriss der Kraftwerke (Graue Energie) werden in der Energiebilanz nicht berücksichtigt. In der CO₂-Bilanz sind diese Aufwendungen jedoch in den indirekten Emissionen enthalten.

Bei der Territorialbilanz BUND werden die Emissionen im Strombereich mit dem Bundesstrommix berechnet. Der lokale Emissionsfaktor für Strom aus erneuerbaren Energien oder KWK-Anlagen wird nicht verwendet, da diese Stromerzeugung bereits im Bundesstrommix enthalten ist. Ergänzend kann allerdings eine Bilanz mit dem lokalen Strommix berechnet werden, anhand dessen man einen Vergleich ziehen kann, ob und wie sich die Stromerzeugungsanlagen im Kommunegebiet im Vergleich zum Bundesstrommix positiver oder negativer auf den Klimaschutz auswirken.

Die CO₂-Emissionen, die durch die lokale Wärmeerzeugung verursacht werden, werden den jeweiligen Endverbrauchern zugeordnet. Bei KWK-Anlagen wird der Emissionsfaktor der ausgekoppelten Wärme anhand der Exergie-Methode berechnet.

4.2 Datengrundlage

Die Datengrundlage für die einzelnen Energieträger und Bereiche ist äußerst unterschiedlich. Prinzipiell liegen Verbrauchsangaben zu gelieferten und abgerechneten Energiemengen zumindest im jährlichen Zyklus bei jedem Verbraucher vor. Eine Abfrage dieser Daten bei den einzelnen Verbrauchern ist nicht möglich. Zusammengefasste Verbrauchszahlen liegen bei den Lieferanten leitungsgebundener Energien (Erdgas, Strom, Wärme) und nicht leitungsgebundener Energien (Heizöl, feste Brennstoffe Holz und Kohle, Flüssiggas) vor.

Bei den leitungsgebundenen Energien (Erdgas, Strom, Wärme) stellte die Stadt Offenburg die benötigten Daten bereit. Einen Anhaltspunkt über die Aufteilung des Verbrauchs auf die einzelnen Sektoren erhält man über die Tarifstruktur. Genaue Angaben sind allerdings nicht möglich, da die Tarife an Verbrauchsmengen orientiert sind. Betriebe aus dem Bereich Gewerbe beziehen oft Tarifstrom. Die Abgrenzung in den Sonderverträgen zwischen verarbeitendem Gewerbe (Industrie) und Gewerbe ist nicht unbedingt gegeben.

Bei den nicht leitungsgebundenen Energien gibt es eine größere Anzahl von Lieferanten, beim Holz wird in vielen Fällen selbst geschlagenes Holz eingesetzt. Beim StaLa und bei der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) liegen Daten zum Holz- und Heizölverbrauch in den Sektoren Haushalte/ Kleinverbraucher und Industrie vor, die allerdings nicht immer belastbar sind und im Industriesektor aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden dürfen (dort sind auf Gemeindeebene nicht die Energieverbrauchs-werte, sondern nur die entstehenden CO₂-Emissionen aufgeteilt in Strom/Wärme und sonstige Energieträger verfügbar). Diese Daten liefern dennoch einen wertvollen Ansatzpunkt für die Erstellung der Bilanz und werden im Bilanzierungstool verwendet.

Bei der Erstellung der Bilanz treten also Lücken im Datenmaterial auf. Der Gesamtverbrauch ist nicht bekannt, da insbesondere der Heizöl- und Holzverbrauch nur sehr auf-

wändig erfasst werden können. Die Lücken im Datenmaterial können also nur über die Verwendung von allgemeinen Statistiken und Kennzahlen geschlossen werden.

Im Folgenden sind die wichtigsten Datenquellen aufgelistet:

- **Statistisches Landesamt:** Bevölkerung, Beschäftigtenzahlen, CO₂-Emissionen (Verursacherbilanz), Wohnfläche, Jahresfahrleistungen
- **LUBW:** Endenergieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen (Heizöl-, Erdgas-, Biomasse- und Kohleverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher), Endenergieverbrauch von Anlagen nach der 11. BimSchV-Anlagen, Daten zu erneuerbaren Energien (Potenzialatlas Baden-Württemberg)
- **EnBW/TransnetBW:** EEG-Daten