



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# CO<sub>2</sub>-Bilanz Energie und Verkehr für die Stadt Freiburg bis 2018

## Bericht

Hans Hertle, Benjamin Gugel, Frank Dünnebeil

Heidelberg, 15. Januar 2021

---

# 1 Einleitung

---

Seit der CO<sub>2</sub>-Bilanz 2012 wurde für die Stadt Freiburg der bundesweiten Bilanzierungsstandard „BISKO“<sup>1</sup> eingesetzt. Dieser Standard wurde u.a. vom ifeu – Institut im Rahmen des, vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) beauftragten Projektes „Klimaschutz-Planer“<sup>2</sup> zusammen mit dem Klima-Bündnis entwickelt. Wesentliche Eckdaten dieser Berechnungsmethode sind:

- Als Grundlage der Berechnung im Energiebereich gilt das „endenergiebasierte Territorialprinzip“. D.h. es werden die jährlichen Energieverbräuche, die innerhalb der Stadtgrenzen angefallen sind, mit Emissionsfaktoren verknüpft.
- Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Strombereich wird dazu der bundesweit aktuelle Strommix herangezogen.
- Die lokale Wärmeauskopplung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) wird exergetisch, d.h. auf Basis der Arbeitsfähigkeit von Strom und Wärme, bewertet.
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren werden einschließlich Vorkette und den äquivalenten Emissionen von Lachgas und Methan als CO<sub>2</sub>-Äquivalent berechnet.
- Für die Basisbilanz wird zuerst der nicht witterungskorrigierte Verbrauch herangezogen, wie es auch auf Ebene des nationalen Treibhausgasinventars erfolgt. Damit ist ein Vergleich mit der Entwicklung in Deutschland möglich.
- In diesem Bericht werden zusätzlich die witterungskorrigierten Werte herangezogen und dargestellt. Damit ist eine Interpretation der Zeitreihe der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Freiburg ohne Einfluss der Witterung möglich.

Ab dem Jahr 2015 wurde die Software „Klimaschutz-Planer“ eingesetzt, mit der kommunale Bilanzen BISKO-konform berechnet werden können. Damit ist eine Online-Eingabe und -Darstellung der Freiburger Bilanzen möglich.

Im Bereich Verkehr mussten allerdings alle Bilanzjahre von 1992 bis 2018 nochmals komplett neu aufgesetzt werden. Dies war aufgrund methodischer Anpassungen des statistischen Landesamtes und der Änderung der TREMOD-Emissionsdaten notwendig und gilt deutschlandweit für alle Kommunen, die mit dem BISKO-Standard bilanzieren.

**Durch diese Anpassungen ist die vorliegende Verkehrsbilanzierung daher nicht mehr mit den bisherigen Verkehrsbilanzen vergleichbar (siehe auch Kapitel 2.2.5). Die komplette Datenreihe im Verkehr musste neu berechnet werden.**

---

<sup>1</sup> BISKO: Bilanzierungs-Standard Kommunal.

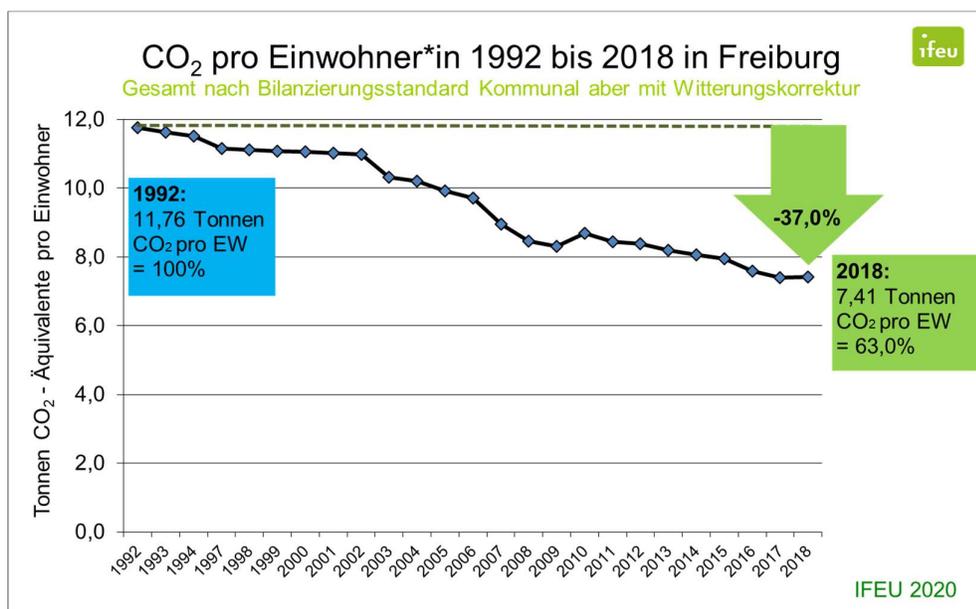
Siehe: [https://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungs-Systematik\\_Kommunal\\_Kurzfassung.pdf](https://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungs-Systematik_Kommunal_Kurzfassung.pdf)

<sup>2</sup> Siehe: [www.klimaschutz-planer.de](http://www.klimaschutz-planer.de)

# 2 Entwicklung von 1992 bis 2018

## 2.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner\*in

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Sektoren bezogen auf die Einwohner\*innen in Freiburg sind von 11,76 Tonnen im Jahr 1992 auf 7,41 Tonnen im Jahr 2018 gesunken. Das entspricht einer Minderung von -37,0%. Bezug ist die witterungskorrigierte Bilanz. Pro Jahr beträgt die durchschnittliche Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf -1,42 Prozentpunkte bezogen auf das Jahr 1992.



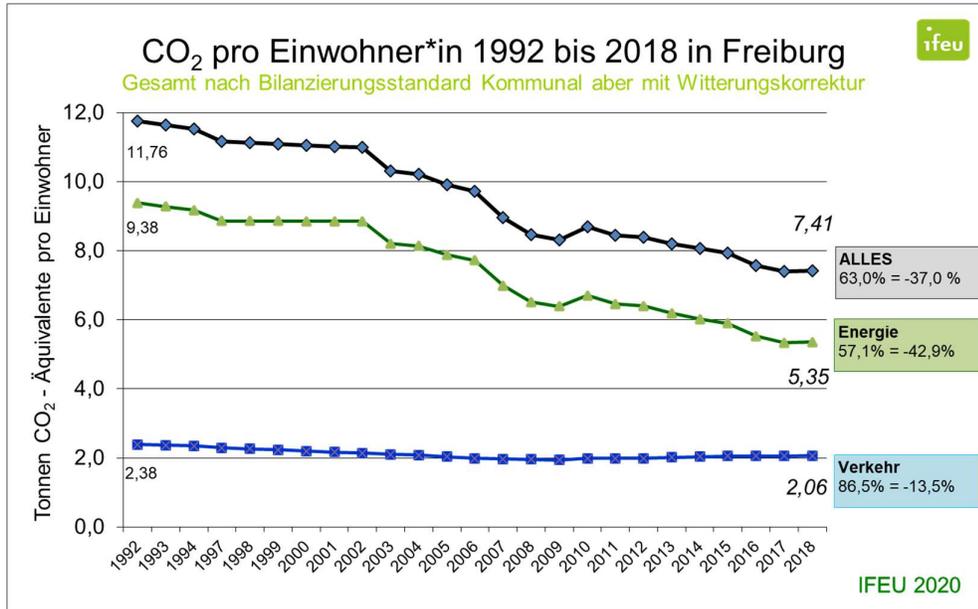
Die zugrundeliegende Einwohnerentwicklung zeigt folgende Tabelle (Quelle Statistisches Jahrbuch Freiburg):

Bezugsjahr	1992	1997	2002	2007	2012	2016	2017	2018
Einwohner*innen	193.463	195.858	203.503	209.599	213.986	224.079	225.610	226.207
Vergleich zu 1992	100,0%	101,2%	105,2%	108,3%	110,6%	115,8%	116,6%	116,9%

Die konkreten Zahlen der einwohnerspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen (BISKO-Standard und witterungskorrigiert) zeigt die nächste Tabelle:

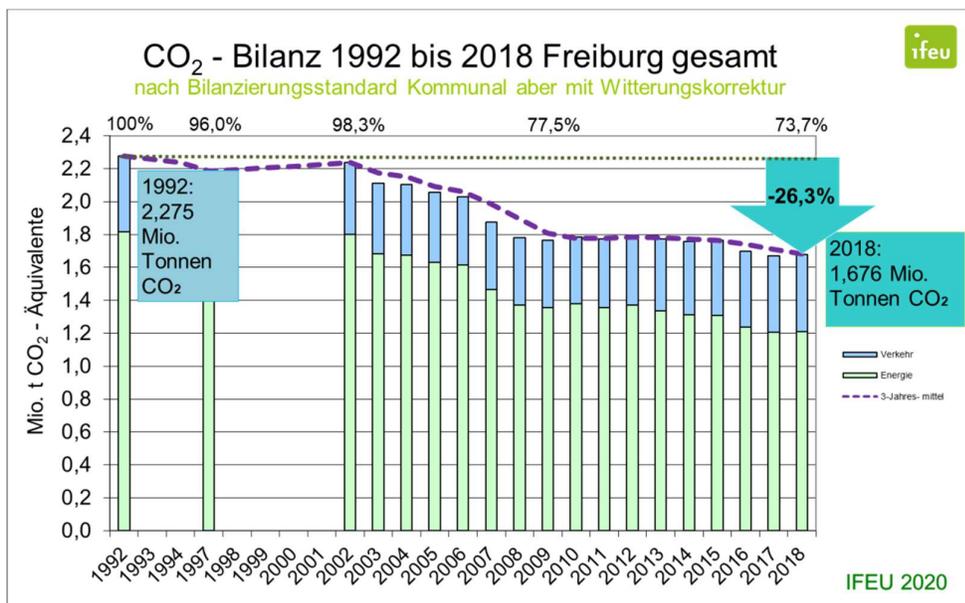
Bezugsjahr	1992	1997	2002	2007	2012	2016	2017	2018
Spezifische CO <sub>2</sub> - Emissionen	11,76	11,16	10,99	8,95	8,39	7,58	7,39	7,41
Vergleich zu 1992	100,0%	94,9%	93,4%	76,1%	71,3%	64,4%	62,9%	63,0%
Minderung seit 1992	0,0%	-5,1%	-6,6%	-23,9%	-28,7%	-35,6%	-37,1%	-37,0%

Die Minderung der einwohnerspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt -37,0% resultiert aus der Minderung um -42,9% im Energiebereich und von -13,5% im Verkehrsbereich (siehe Abbildung). Gut zu erkennen ist in der Grafik die Delle um die Jahre 2008 und 2009 im Energiebereich. Diese zeigt die Auswirkungen der Weltwirtschaftskrise auf die spezifischen Emissionen in Freiburg. Ohne diesen Effekt wäre die Emissionsentwicklung im Energiebereich von 2004 bis 2015 nahezu linear.



## 2.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen absolut

**GESAMT:** Die witterungsbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Sektoren sind von 2,275 Mio. Tonnen im Jahr 1992 auf 1,676 Mio. Tonnen im Jahr 2018 gesunken. Das entspricht einer Minderung von insgesamt ca. 599.000 Tonnen (-26,3 %) bzw. einer mittleren Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr um etwa 23.000 Tonnen bzw. etwa 1,01 % seit 1992.

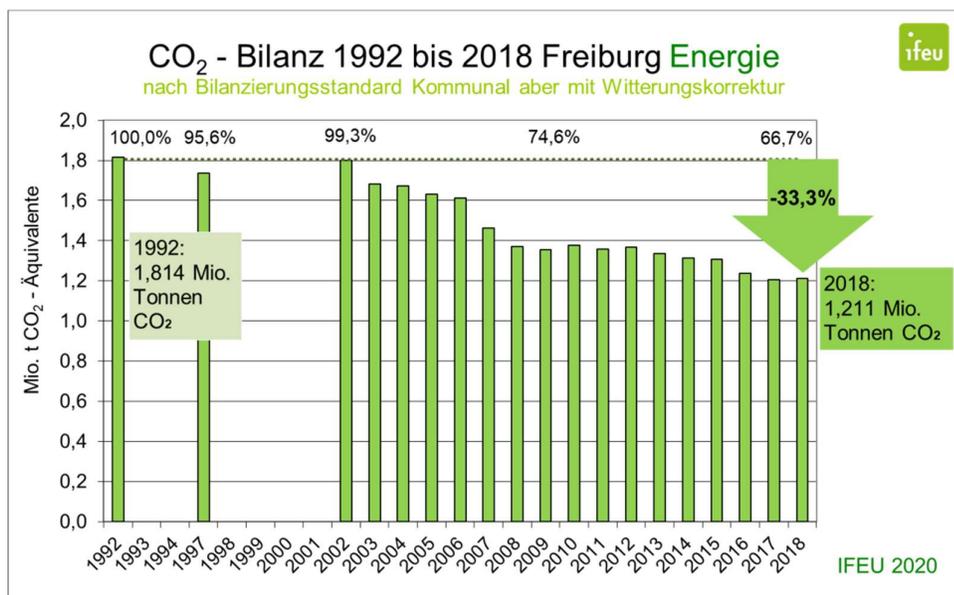


Der Energiebereich hat dazu seit 1992 etwa 610.000 Tonnen zur Minderung beigetragen (das sind pro Jahr ca. 23.500 Tonnen oder 1,03% der gesamten Emissionen im Jahr 1992). Im Verkehrsbereich kam es gegenüber 1992 zu Mehremissionen von insgesamt etwa 5.000 Tonnen (pro Jahr knapp 200 Tonnen oder 0,04%).

CO <sub>2</sub> mit Witterungskorrektur	Bezugsjahr	1992	1997	2002	2007	2012	2016	2017	2018
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	Verkehr	460.700	449.400	434.600	412.100	425.100	460.000	464.100	465.900
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	ENERGIE	1.814.500	1.735.500	1.801.100	1.464.100	1.369.200	1.238.400	1.204.100	1.210.600
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	SUMME	2.275.200	2.184.900	2.235.700	1.876.200	1.794.300	1.698.400	1.668.200	1.676.500
bezogen auf 1992	Verkehr	100,0%	97,5%	94,3%	89,5%	92,3%	99,8%	100,7%	101,1%
bezogen auf 1992	ENERGIE	100,0%	95,6%	99,3%	80,7%	75,5%	68,3%	66,4%	66,7%
bezogen auf 1992	SUMME	100,0%	96,0%	98,3%	82,5%	78,9%	74,6%	73,3%	73,7%

### 2.2.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen absolut im Energiebereich

Im stationären Bereich sind die witterungsbereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1,814 Mio. Tonnen im Jahr 1992 auf 1,211 Mio. Tonnen im Jahr 2018 gesunken. Das entspricht einer Minderung gegenüber 1992 von -33,3 %.



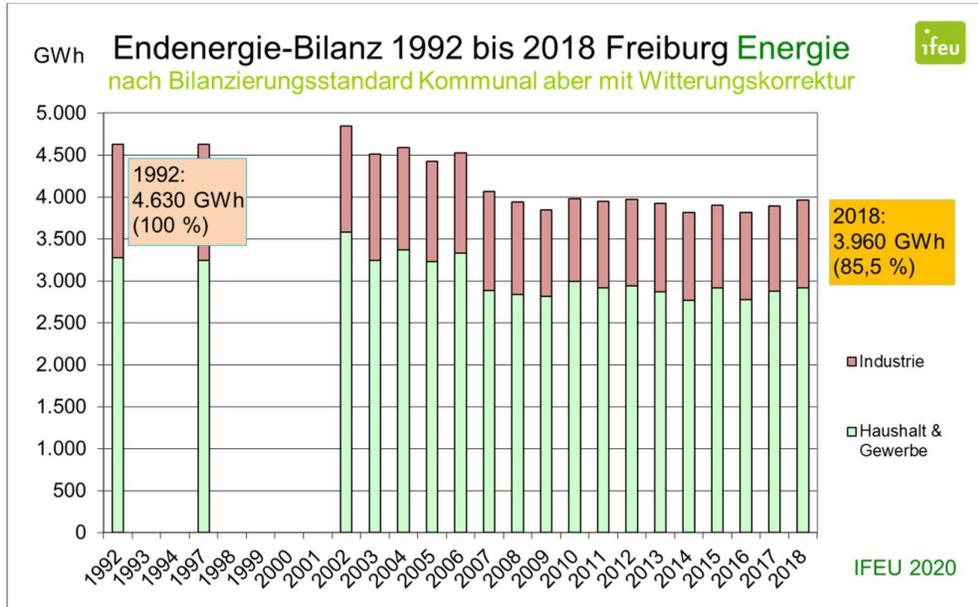
Etwa 43% dieser Minderung erfolgte durch den geringeren Energieverbrauch gegenüber 1992. Die anderen 57% resultieren aus den verbesserten Emissionsfaktoren der Strom- und Wärmeversorgung, sowohl bei der Substitution von Energieträgern (z.B. Fernwärme statt Heizöl) als auch durch die Verbesserung des Strommixes durch Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.

### 2.2.2 Endenergieverbrauch im Energiebereich

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Energiebereich basiert auf dem witterungskorrigierten Endenergieverbrauch in der Stadt Freiburg im stationären Sektor. Dieser ist seit 1992 um -14,3% von 4.630 auf 3.960 GWh im Jahr 2018 gesunken (siehe Tabelle<sup>1</sup> und folgende Abbildung).

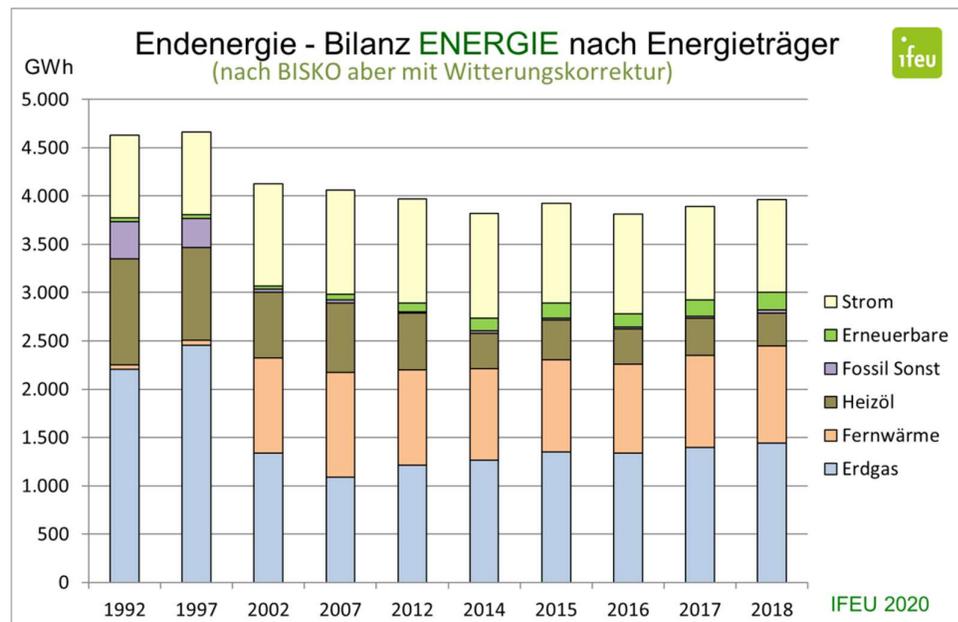
Vor allem ging der Energieverbrauch im Industriebereich zurück (um -22,2% von 1.350 GWh auf 1.050 GWh). Im Bereich Haushalt und Gewerbe sank der Energieverbrauch um -11,0% von 3.280 GWh auf 2.920 GWh.

<sup>1</sup> Differenzen bei der Summenbildung entstehen durch Runden der Beträge.



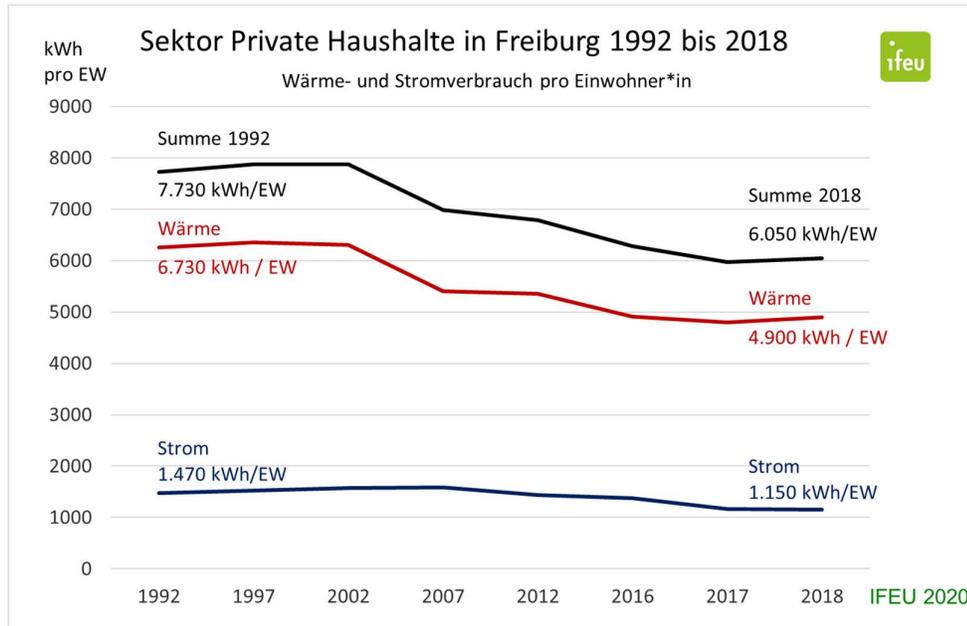
Endenergie in GWh/a	1992	1997	2002	2007	2012	2016	2017	2018
Industrie	1.350	1.390	1.270	1.180	1.030	1.040	1.010	1.050
Haushalte und Gewerbe	3.280	3.240	3.580	2.880	2.940	2.780	2.870	2.920
<b>Summe Energie mit Witt.-Korr.</b>	<b>4.630</b>	<b>4.630</b>	<b>4.850</b>	<b>4.060</b>	<b>3.970</b>	<b>3.820</b>	<b>3.890</b>	<b>3.960</b>
Summe zu 1992	100,0%	100,0%	104,8%	87,7%	85,7%	82,5%	84,0%	85,5%
Industrie zu 1992	100,0%	103,0%	94,1%	87,4%	76,3%	77,0%	74,8%	77,8%
Haushalte und Gewerbe zu 1992	100,0%	98,8%	109,1%	87,8%	89,6%	84,8%	87,5%	89,0%

Die Aufteilung auf Energieträger zeigt die nächste Grafik. Deutlich ist die Abnahme bei Heizöl seit 1992 bis 2018 zu sehen. In der Fernwärme ist auch der Ferndampf des Wärmeverbundkraftwerkes (WVK) enthalten, der vor 2002 noch als Prozeßdampf zugeordnet und daher unter Erdgas bilanziert war. Der Stromverbrauch ist von 2002 bis 2018 um -9,4% gesunken. 1992 und 1997 sind nicht vergleichbar, da der Eigenstromverbrauch des damaligen Dampfturbinenkraftwerkes der Firma Rhodia (heute Wärme-Verbund-Kraftwerk) nicht enthalten war sondern unter „Erdgas“ bilanziert wurde.

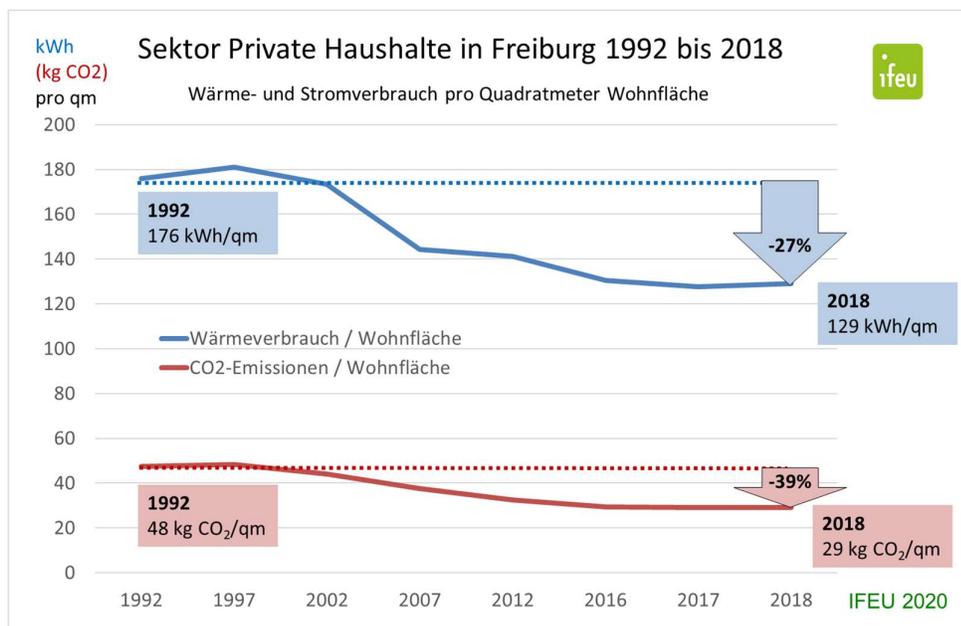


### 2.2.3 Spezifischer Endenergieverbrauch Privater Haushalte

Die Abbildung zeigt die deutliche Absenkung des Energieverbrauches pro Einwohner\*in zwischen 1992 und 2018, sowohl insgesamt als auch speziell beim Strom- und Wärmeverbrauch, um jeweils etwa -22% . Als Wärmeverbrauch wird hier vereinfacht der Gesamtverbrauch im Sektor Private Haushalte abzgl. des Stromverbrauches angenommen.



Der Wärmeverbrauch (im wesentlichen Warmwasser und Raumwärme) pro Wohnfläche ist um -27% zurückgegangen und liegt 2018 bei 129 kWh/(qm\*a). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben sich um -39% verringert, maßgeblich durch Verdrängung von Heizöl durch Erdgas, Fernwärme und erneuerbare Energien. Sie liegen 2018 im Schnitt bei 29 kg CO<sub>2</sub>/(qm\*a).



### 2.2.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen absolut im Verkehr

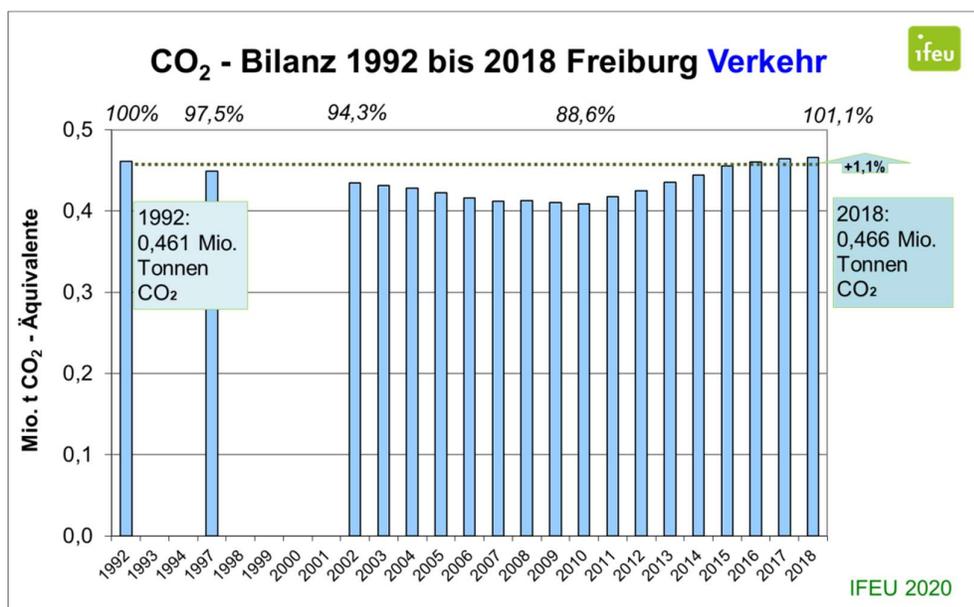
Grundlage der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechnung für den Verkehr sind jährlich aktualisierte Daten des Statistischen Landesamtes zu den Fahrleistungen im Gemeindegebiet sowie lokal erhobene Daten zum ÖPNV und für den Schienenverkehr Fahrplandaten der DB AG. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz umfasst damit sämtliche motorisierten Verkehre im Gemeindegebiet Freiburg.

Im Bereich Verkehr mussten alle Bilanzjahre von 1992 bis 2018 nochmals komplett neu aufgesetzt werden. Dies war aufgrund methodischer Anpassungen des statistischen Landesamtes und der Änderung der TREMOD-Emissionsdaten notwendig und gilt deutschlandweit für alle Kommunen, die mit dem BSKO-Standard bilanzieren.

**Durch diese Anpassungen ist die vorliegende Verkehrsbilanzierung daher nicht mehr mit den bisherigen Verkehrsbilanzen vergleichbar (siehe auch Kapitel 2.2.5). Die komplette Datenreihe im Verkehr musste neu berechnet werden.**

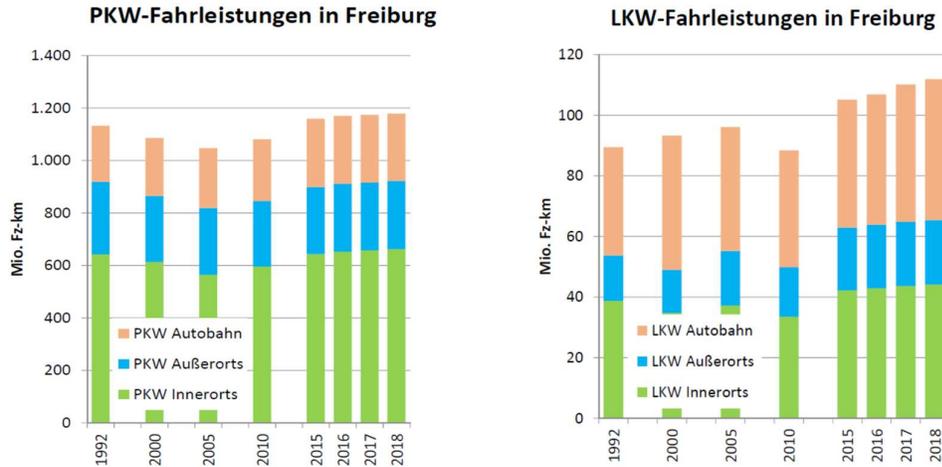
- Wesentliche Datengrundlage für den Verkehr sind jährlich aktualisierte Daten des Statistischen Landesamtes zu den Kfz-Fahrleistungen im Gemeindegebiet sowie lokal erhobene Daten zu Verkehrsleistungen und Endenergieverbrauch im ÖPNV und für den Schienenverkehr Daten der DB AG.
- Zur Berechnung der Endenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen werden aktuelle fahr- und verkehrsleistungsspezifische Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsfaktoren aus dem Modell TREMOD verwendet. In TREMOD werden der durchschnittliche technische Stand der Fahrzeugflotte in Deutschland im jeweiligen Bezugsjahr sowie der Einfluss von Geschwindigkeit und Fahrsituation (z.B. Innerortsstraßen, Autobahn) berücksichtigt. Weiterhin sind Randbedingungen wie die CO<sub>2</sub>-Minderungsziele der Europäischen Kommission, die Zunahme des Anteils von Diesel-Pkw, Beimischung von Biokraftstoffen, etc. abgebildet.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrsbereiches sind von 0,461 Mio. Tonnen im Jahr 1992 auf 0,466 Mio. Tonnen im Jahr 2018 gestiegen. Das entspricht einem Anstieg gegenüber 1992 von 1,1 %. Zwischenzeitlich (im Jahr 2010) lagen die Verkehrsemissionen sogar -11 % unter dem Stand von 1992. Allerdings stiegen sie seitdem wieder stark an.



Für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen sind zum einen die Verkehrsmengenentwicklungen, zum anderen die spezifischen Emissionen der Verkehrsmittel relevant.

Zwischen 1992 und 2005 sind die Fahrleistungen des Kfz-Verkehrs in Freiburg nach Angaben des statistischen Landesamtes insgesamt um etwa 5 % gesunken. In den Folgejahren ist der Kfz-Verkehr wieder angestiegen, insbesondere ab 2010 und lag im Jahr 2018 etwa 13 % höher als 1992.

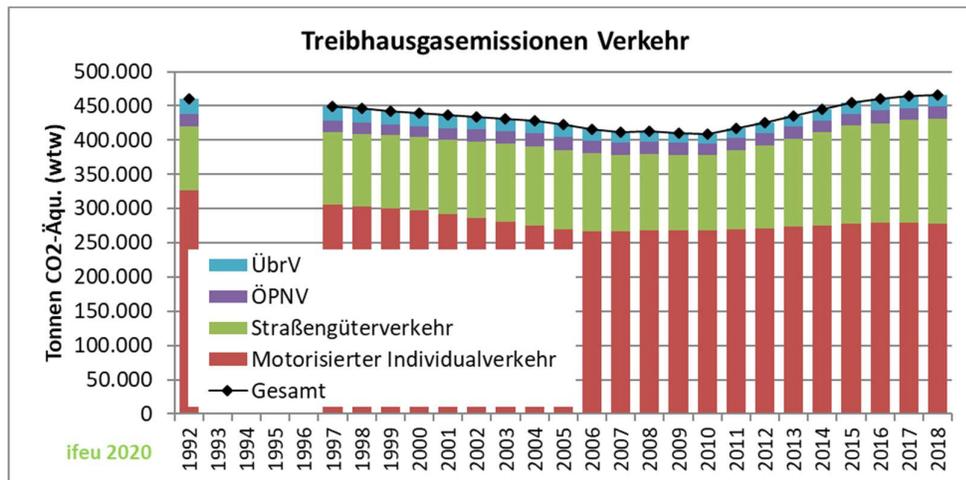
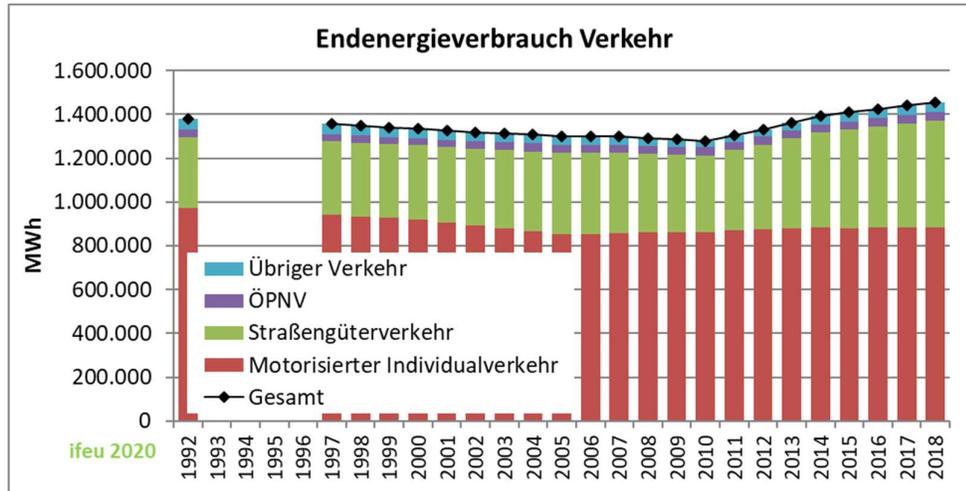


Dazu hat vor allem der Anstieg des Autobahnverkehrs beigetragen, der 2018 um 33% höher lag als 1992. Aber auch im Innerorts- und Außerortsverkehr sind die Fahrleistungen in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen. Der Fahrleistungstrend in Freiburg liegt damit insbesondere in den letzten Jahren ähnlich wie in Deutschland insgesamt, wo die Fahrleistungen ebenfalls auf allen Straßenkategorien kontinuierlich ansteigen. Bei den Fahrleistungen der LKWs (siehe Abbildung rechts) ist im Jahr 2010, analog zur Entwicklung im Energiebereich, der Einfluss der Weltwirtschaftskrise zu sehen.

Verbesserungen der spezifischen Energieeffizienz der Verkehrsmittel haben bis 2005 gemeinsam mit sinkenden Fahrleistungen zu einer Abnahme der Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr geführt. Auch nach 2005 konnten trotz wieder ansteigender Verkehrsmengen durch weitere Effizienzverbesserungen und insbesondere steigenden Biokraftstoffanteile noch Emissionsminderungen im Verkehr erreicht werden.

In den Jahren nach 2010 konnte der sich weiter verstärkende Verkehrsanstieg nicht mehr durch Verbesserungen spezifischer Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen kompensiert werden, so dass die Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr wieder angestiegen sind.

Folgende Grafiken zeigen die, u.a. aus den Fahrleistungen abgeleiteten Endenergieverbräuche und THG-Emissionen im Verkehrsbereich von 1992 bis 2018 nach Verkehrsarten aufgeschlüsselt. Quelle sind das Statistische Landesamt sowie Berechnungen des ifeu über TREMOD und den Klimaschutz-Planer.



Nicht alle Bereiche des Verkehres sind direkt von der Stadt Freiburg beeinflussbar. Z.B. sind der Kfz-Durchgangsverkehr, der öffentliche Personenfernverkehr (Schiene Fern, Reisebus) und der Schienen-Güterverkehr kaum beeinflussbar<sup>1</sup>.

Die Entwicklungen in den einzelnen Bereichen tragen sehr unterschiedlich zur Entwicklung der Gesamtbilanz bei. So sind die Fahrleistungen von Lkw und leichten Nutzfahrzeugen (in Summe der Straßengüterverkehr) nach 2010 deutlich stärker angestiegen als die Pkw-Fahrleistungen. Gleichzeitig gab es bei Lkws zwar spezifische Effizienzverbesserungen von 2010 bis 2018, diese waren aber sehr gering und viel schwächer als bei Pkw. Das erklärt den deutlich stärker sichtbaren Anstieg der Emissionen bei Lkw gegenüber dem Pkw.

Auf der anderen Seite zeigt die Untersuchung zum Verkehrsverhalten der Freiburger Bevölkerung für das Jahr 2016 einen hohen Anteil des Umweltverbundes (Fuß, Rad, ÖPNV) an den Wegen innerhalb des Stadtgebiets (79 Prozent aller Wege), der deutlich höher liegt als in der letzten Erhebung aus dem Jahr 1999 (68 Prozent aller Wege)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Siehe auch frühere Bilanzberichte Freiburg 2011/2012 und 2013/2014

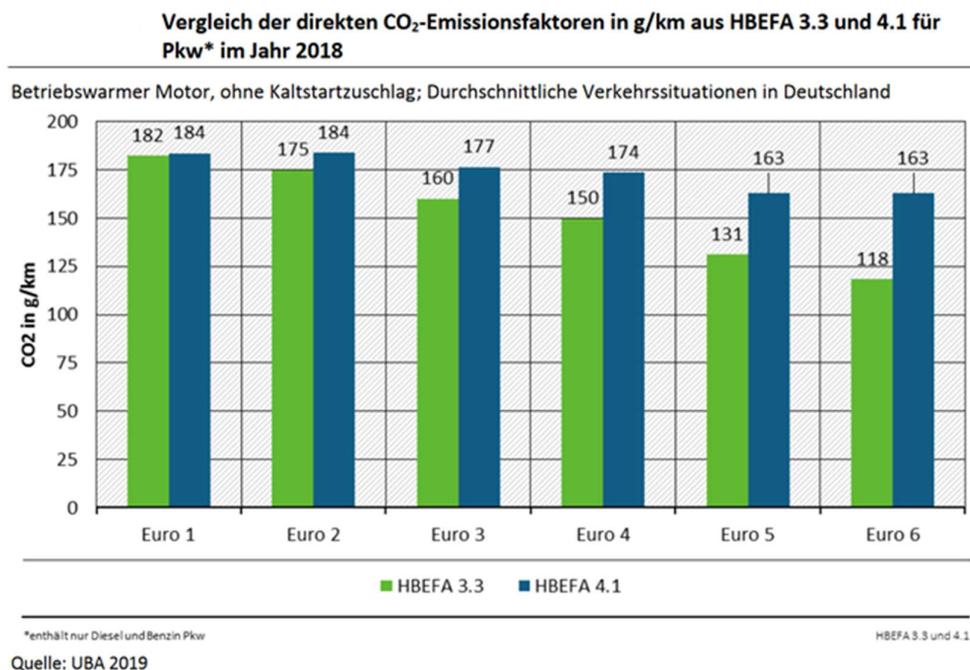
<sup>2</sup> [www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/documents/freiburg/daten/verkehr/vep/Tafel%2003-Verkehrsverhalten.pdf](http://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/documents/freiburg/daten/verkehr/vep/Tafel%2003-Verkehrsverhalten.pdf)

### 2.2.5 Änderung gegenüber letzter Verkehrs-Bilanz

Wie oben bereits erwähnt mussten im Bereich Verkehr alle Bilanzjahre von 1992 bis 2018 nochmals komplett neu aufgesetzt werden. Dies war aufgrund methodischer Anpassungen des statistischen Landesamtes und der Änderung der TREMOD-Emissionsdaten notwendig und gilt deutschlandweit für alle Kommunen, die mit dem BSKO-Standard bilanzieren.

Hintergrund der Korrektur der Emissionsfaktoren ist folgender: In den letzten Jahren wurden die, auf Basis der Pkw-Grenzwerte erwarteten Verbrauchsminderungen in der Realität weit verfehlt. Daher wurden für die aktuelle Bilanzierung neue Realverbrauchsfaktoren angenommen. Dies betrifft auch alle zurückliegenden Jahre und wirkt sich besonders stark ab 2010 auf die Bilanz aus.

Die Abbildung zeigt den Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren vor und nach der Anpassung aus einem Dokument des Umweltbundesamtes. Der linke grüne Balken zeigt jeweils die Faktoren, wie sie bis Ende 2019 überall in Deutschland als Realverbrauchsfaktoren verwendet wurden. Quelle war dafür das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Version 3.3. Die rechte blaue Spalte zeigt die neuen Faktoren des HBFE 4.1, die seit Anfang 2020 auch in TREMOD (Transport Emission Model des ifeu) eingearbeitet sind. Es ist erkennbar, dass sich die Differenz zwischen damals angenommenen und heute realistisch abgeschätzten Emissionen bei den höheren Schadstoffklassen (Euro 1 bis Euro 6) deutlich erhöht hat. Diese Faktoren betreffen nicht nur die Stadt Freiburg sondern alle Mobilitätsbilanzen mit TREMOD bzw. auch auf Basis des BSKO-Standards berechnet werden. Ebenso die europäische Ebene<sup>1</sup>.

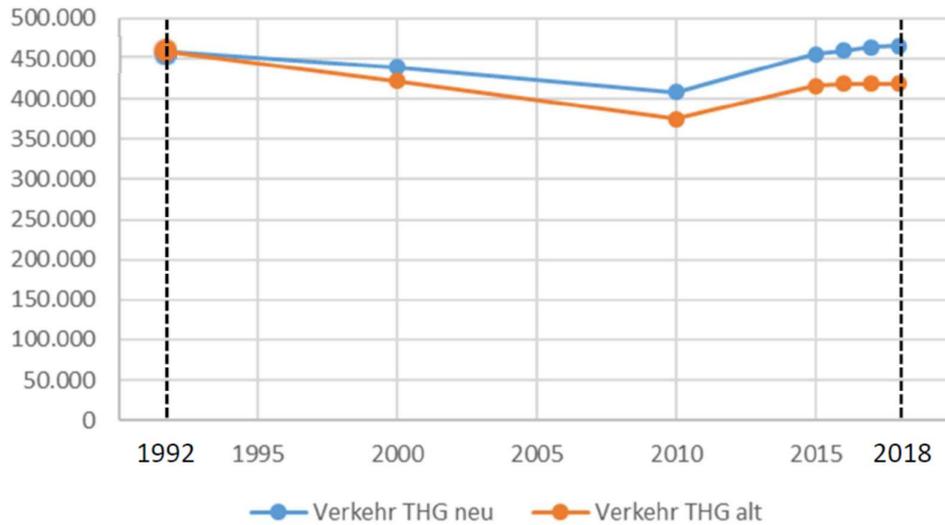


Die Abbildung unten zeigt den Vergleich der bisherigen und aktuellen Ergebnisse aus dem Klimaschutz-Planer. Die verkehrlichen Eingangsdaten sind jeweils identisch, wichtigster Unterschied zwischen den Berechnungen liegt in den Kfz-Verbrauchsfaktoren.

<sup>1</sup> <https://theicct.org/news/unterschied-zwischen-offiziell-em-und-realem-kraftstoffverbrauch-neue-pkw-europa-stagniert>

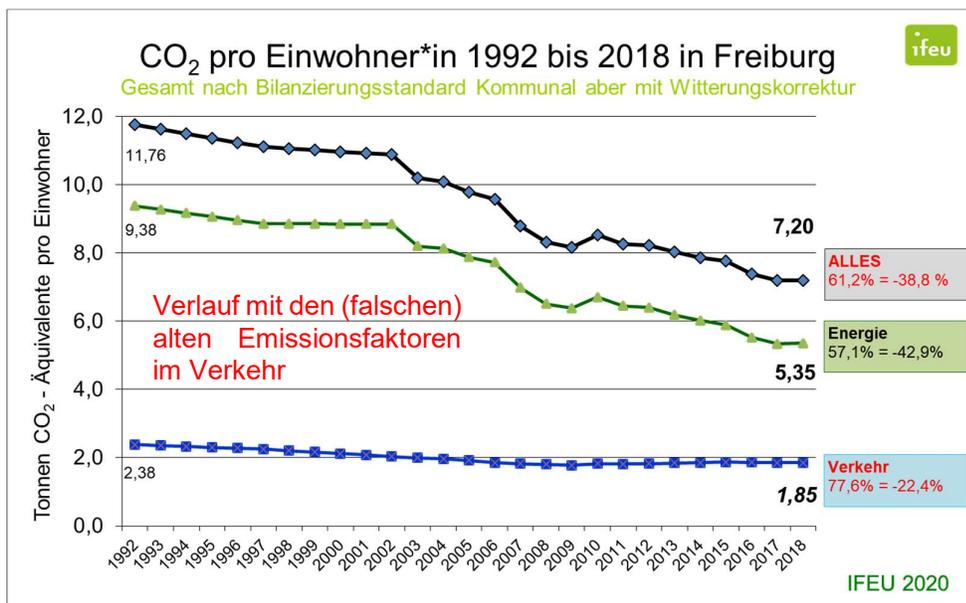
### CO2 – Emissionen der Stadt Freiburg Verkehr mit alten und neuen Berechnungsfaktoren im Vergleich

CO2e / Jahr



Insgesamt beträgt der Unterschied alte vs. neue Bilanzierung etwa 10 Prozentpunkte! Wo bei sich unabhängig von der Verwendung alter vs. neuer Faktoren der generelle Entwicklungstrend mit Emissionsreduktion 1990-2010 und anschließend wieder Emissionsanstieg nicht ändert. Grund dafür sind die nach Angaben des statistischen Landesamtes in den letzten Jahren weiter gestiegenen Fahrleistungen im Stadtgebiet Freiburg. Da in den letzten Jahren (inkl. 2019) sowohl der Kfz-Bestand in Freiburg als auch die Ein-/Auspendlerzahlen kontinuierlich angestiegen sind, erscheint uns (dem ifeu) auch ein Fahrleistungsanstieg durchaus plausibel.

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der spezifischen Emissionen zu Vergleichszwecken noch mit den alten Mobilitätsfaktoren aufgezeigt. Statt jetzt -13,5% (siehe Seite 4) weniger pro Einwohner\*in wären es im Verkehrsbereich -22,4% gewesen. Statt insgesamt -37,0% wären es im Bereich Energie und Mobilität -38,8% gewesen.

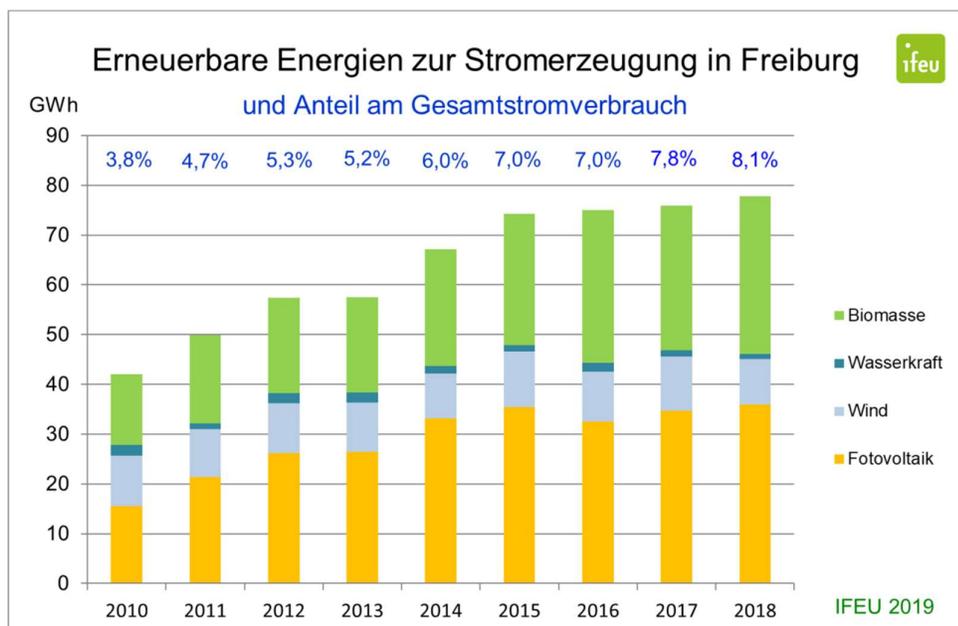


## 2.3 Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Freiburg ist in der Summe erneut angestiegen. 2018 liegt sie inzwischen bei 77,8 GWh im Stadtgebiet Freiburg. Damit liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch 2018 bei 8,1%.

Bezugsjahr		2005	2010	2015	2016	2017	2018
<b>ERNEUERBARE ENERGIEN</b>		<b>GWh</b>	<b>GWh</b>	<b>GWh</b>	<b>GWh</b>	<b>GWh</b>	<b>GWh</b>
Fotovoltaik	[GWh]	5,1	15,5	35,5	32,5	34,7	35,9
Wind	[GWh]	8,9	10,2	11,1	10,1	10,9	9,1
Wasserkraft	[GWh]	1,4	2,0	1,3	1,7	1,3	1,1
Biomasse	[GWh]	6,4	14,2	26,3	30,7	29,0	31,7
<b>Freiburg gesamt</b>	<b>[GWh]</b>	<b>21,7</b>	<b>42,0</b>	<b>74,2</b>	<b>75,0</b>	<b>75,9</b>	<b>77,8</b>
Stromverbrauch Gesamt	[GWh]	1.156	1.115	1.064	1.071	968	961
<b>ANTEIL am Stromverbrauch</b>	<b>[%]</b>	<b>1,9%</b>	<b>3,8%</b>	<b>7,0%</b>	<b>7,0%</b>	<b>7,8%</b>	<b>8,1%</b>

Gegenüber einer Stromversorgung mit dem Bundesmix wurden in den Jahren 2017 und 2018 im Schnitt etwa 38.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden.

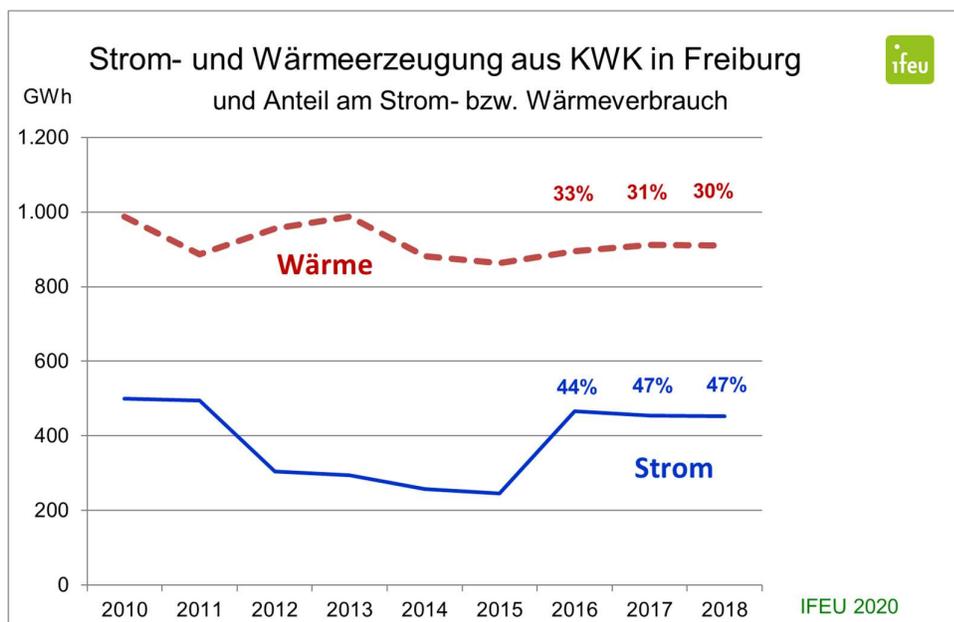


Die Energieerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist bei der Wärmeauskopplung im Vergleich zu 2016 etwa gleichgeblieben (jeweils ca. 33% des Wärmeverbrauchs in Freiburg).

Auch im Strombereich ist der KWK-Anteil von 2016 bis 2018 etwa konstant auf 44% des Stromverbrauches geblieben. Die starken Sprünge in der Stromeigenerzeugungsquote durch KWK-Prozesse zwischen 2011 und 2016 waren durch die Marktsituation des Wärmeverbundkraftwerks bedingt.

Eigenerzeugung von Strom und Wärme in Freiburg (Kraft-Wärme-Kopplung)						ifeu 2020
	2016		2017		2018	
	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom
Blockheizkraftwerke	6%	7%	5%	8%	5%	8%
Wärmeverbundkraftwerk	19%	29%	18%	31%	17%	31%
Universitätsklinik	9%	8%	8%	8%	8%	8%
<b>SUMME</b>	<b>33%</b>	<b>44%</b>	<b>31%</b>	<b>47%</b>	<b>30%</b>	<b>47%</b>

Gegenüber einer Wärmeversorgung mit Gasbrennwertkesseln d.h. einer marktgängigen Einzelenergieversorgung, wurden durch die Wärmeversorgung aus KWK-Anlagen in den Jahren 2017 und 2018 etwa 68.000 bzw. 65.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden.

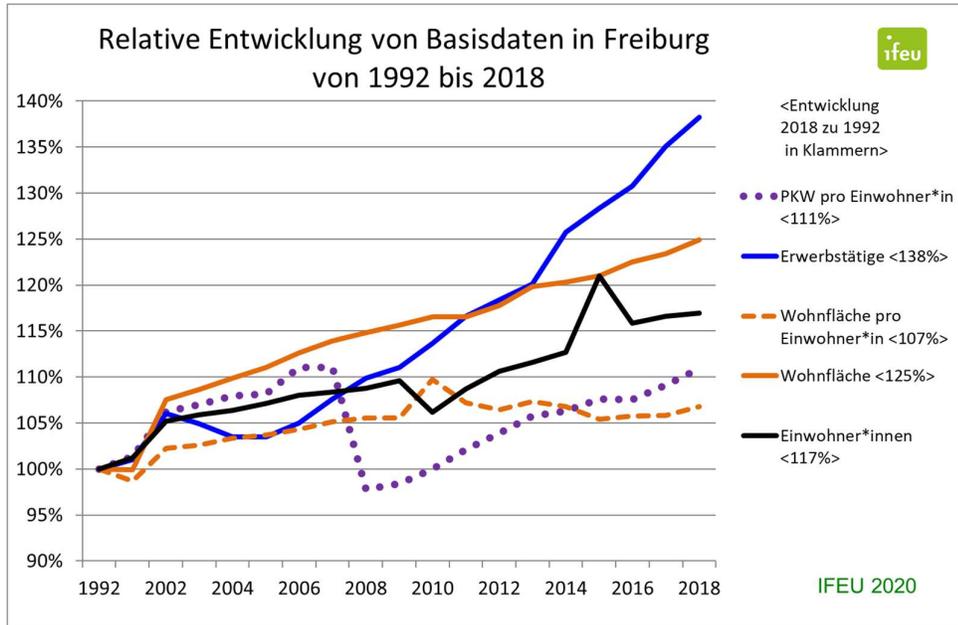


## 2.4 Strukturdaten

Die nächste Grafik bzw. Tabelle zeigt die Entwicklung ausgewählter Strukturdaten in Freiburg von 1992 bis 2018. Neben dem oben schon gezeigten Einwohnerzuwachs von 17% kam es auch zu einem Wohnflächenzuwachs von 25%. Die Wohnfläche pro Einwohner\*in ging von 2012 bis 2017 leicht zurück und steigt inzwischen wieder an. Insgesamt ist sie um 7% gegenüber 1992 gestiegen. 2018 gab es 38% mehr Erwerbstätige am Arbeitsort Freiburg als 1992.

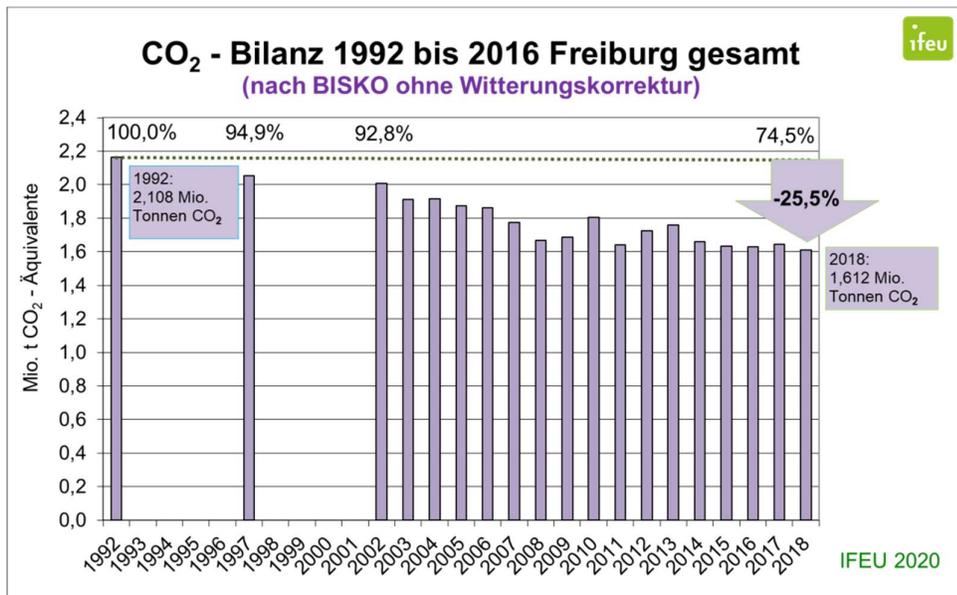
Die PKW-Dichte pro Einwohner stieg von 1992 bis 2016 um 11%. Allerdings ist das unter anderem auf eine statistische Bereinigung der Daten zurück zu führen. Bis 2007 wurden auch stillgelegte Fahrzeuge dazu gezählt. Würde man die Kurve bereinigen wäre die PKW-Dichte um fast 30% gestiegen.

Entwicklung ausgewählter Strukturdaten in Freiburg								ifeu 2020
	1992	1997	2002	2007	2012	2016	2017	2018
Einwohner*innen <117%>	100%	101%	105%	108%	111%	116%	117%	117%
Wohnfläche <125%>	100%	100%	108%	114%	118%	122%	123%	125%
Wohnfläche pro Einwohner*in <107%>	100%	99%	102%	105%	106%	106%	106%	107%
Erwerbstätige <138%>	100%	101%	106%	108%	118%	131%	135%	138%
PKW pro Einwohner*in <111%>	100%	101%	106%	111%	104%	108%	109%	111%



## 2.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne Witterungskorrektur

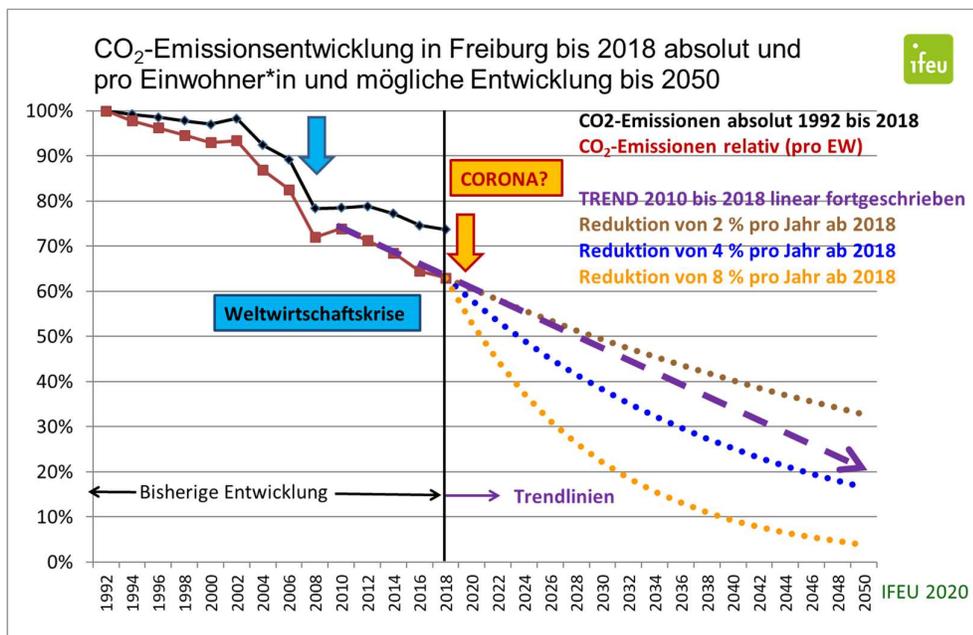
In Freiburg werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1992 immer witterungskorrigiert betrachtet. Der BSIKO-Standard empfiehlt die Bilanz ohne Witterungskorrektur. Daher wird diese hier auch dargestellt. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen haben sich ohne Witterungskorrektur von 1992 bis 2018 um 25,5% verringert (im Vergleich zu -26,3% - siehe Seite 4 – mit Witterungskorrektur).



## 3 Ausblick 2050

Insbesondere unter Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums ist die bisher erreichte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Freiburg ein positives Ergebnis. Allerdings macht die seit 2010 eingetretene Verlangsamung der Reduktion im Energiebereich und der Anstieg der Emissionen im Verkehrsbereich deutlich, dass die Bemühungen der Stadt im Klimaschutz auf allen Ebenen weiter verstärkt und intensiviert werden müssen.

Wird die bisherige Entwicklung der einwohnerspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Freiburg (siehe lila TREND-Pfeil in der Abbildung) fortgeschrieben, so würde das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 stark verfehlt. Um letzteres zu erreichen, müsste die Reduktionrate auf etwa 8% jährlich angehoben werden. Um das Zwischenziel Freiburgs einer 60%igen Reduktion bis 2030 zu erreichen müsste eine jährliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Freiburg von mindestens 4% angestrebt werden.



Prinzipiell sind einige Rahmenbedingungen dazu günstig. Ähnlich wie bei der Weltwirtschaftskrise ab den Jahren 2007, die (auch in Freiburg) zu einer deutlichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen geführt hat, wird sich auch die Coronakrise positiv auf die Klimabilanz auswirken.

„Laut aktuellen Zahlen von Agora Energiewende wird Deutschland sein Klimaziel für 2020 erreichen oder sogar übererfüllen. Vorgesehen ist eine Reduktion um 40 Prozent im Vergleich zu 1990<sup>1</sup>. In der ersten Jahreshälfte 2020 habe es einen beispiellosen Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegeben – „stärker als während der Finanzkrise von 2008, der Ölkrise von 1979 oder sogar während des Zweiten Weltkriegs“, heißt es in einer Mitteilung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK).<sup>2</sup> Vor allem stark rückläufige CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Verkehr und Gebäude sind dafür verantwortlich. Zuvor klappte eine Lücke von bis zu 40 Mio. Tonnen. Positiver Nebeneffekt: Der Bundesrepublik bleibt der Zukauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten erspart. Dafür hatte die Bundesregierung bereits 300 Mio. Euro im Haushalt eingeplant.“

<sup>1</sup> <https://www.energate-messenger.de/news/204751/coronaeffekt-deutschland-auf-klimakurs>

<sup>2</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-020-18922-7>

Die Coronakrise zeigt auch, dass eine Gesellschaft erhebliche Anstrengungen unternehmen kann, wenn die drohenden Gefahren deutlich sind. Sofern dasselbe Bewusstsein auch für den unmittelbar drohenden Klimawandel entwickelt werden kann ist zu hoffen, dass auch dagegen kurzfristig auf allen Ebenen die Weichen gestellt werden. Denn *„ohne ein Mitdenken von Klimaschutzziele bei künftigen Konjunkturmaßnahmen könnte eine klimawandelbedingte Rezession der pandemiebedingten auf dem Fuße folgen<sup>1</sup>“*.

Das mindeste ist daher die Einpreisung der Klimafolgekosten in das kommunale Handeln. Diese werden nur zum geringen Teil berücksichtigt. Ab 2021 z.B. mit 25 Euro pro Tonne für Brennstoffe, danach steigt der Preis schrittweise auf bis zu 55 Euro im Jahr 2025 an.

Unter der Annahme der Klimafolgekosten von 195 Euro pro Tonne Treibhausgas<sup>2</sup> entstehen jährlich (2018) in Freiburg noch Kosten von etwa 327 Mio. Euro oder 1.450 Euro pro Einwohner\*in<sup>3</sup>, die wir den nachfolgenden Generationen überlassen.

---

<sup>1</sup> <https://www.zeit.de/2020/40/coronavirus-klimawandel-krise-bewaeltigung-pandemie-rezession>

<sup>2</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemittelungen/konsequenter-umweltschutz-spart-der-gesellschaft>  
Das UBA geht inzwischen von 195 Euro/Tonne CO<sub>2</sub> im Jahr 2020 aus. „Gegenüber der Methodenkonvention 3.0 wurden die Kostensätze für Umweltbelastungen an das Jahr 2020 angepasst. Der Kostensatz für CO<sub>2</sub>-Emissionen stieg aufgrund der im Zeitablauf steigenden Schäden und der Inflationsanpassung von 180 Euro/Tonne im Jahr 2016 auf 195 Euro/Tonne im Jahr 2020.“

<sup>3</sup> Nimmt man den Konsum und die Ernährung dazu wären es ca. 2.000 € pro Einwohner\*in.