



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

CO₂-Bilanzierung bis 2018 für die Stadt Heidelberg

Endbericht

Heidelberg, 25. September 2019



Inhalt

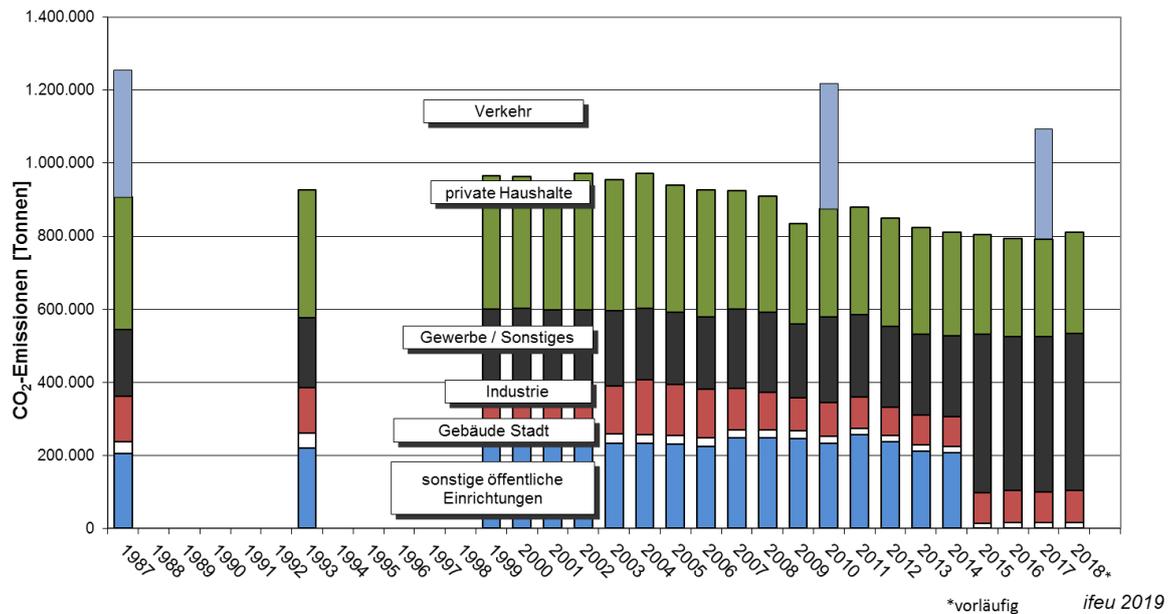
1 Zusammenfassung	3
2 Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz Heidelberg	4
2.1 Entwicklung des stationären Endenergieverbrauchs	4
2.2 Entwicklung der gesamtstädtischen CO ₂ -Emissionen	5
2.2.1 Private Haushalte	6
2.2.2 Gewerbe und Industrie	8
2.2.3 Universität	8
2.2.4 Städtische Gebäude	9
2.2.5 Verkehr	10
2.2.6 Zusatzauswertungen zum Pkw-Verkehr	11
2.3 CO ₂ -Bürgerbilanz	15
3 Methodik	18
3.1 Aktualisierung der CO ₂ -Bilanz	18
3.1.1 Umstellung auf das Bilanzierungstool BICO ₂ BW im stationären Bereich	18
3.1.2 Berücksichtigung der KWKK-Anlage zur Versorgung der Universitätsklinik	19
3.1.3 Verwendung der Einwohnerzahlen und Wohnfläche des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg	19
3.1.4 Methodische Erläuterungen im Verkehr	19
Anhang	23

1 Zusammenfassung

Vorliegender Bericht enthält die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Heidelberg. Die CO₂-Emissionen der Stadt Heidelberg über alle Sektoren (inkl. Verkehr) sinken zwischen 1987 und 2017 um 13 %.

Im **stationären Bereich** (ohne Verkehr) ergibt sich insgesamt ein Rückgang der CO₂-Emissionen von 1987 bis 2017 um gut 12 %. In den letzten fünf Jahren zeigt sich trotz des Bevölkerungszuwachses und der Zunahme des Endenergieverbrauchs ein gleichbleibendes Niveau der CO₂-Emissionen. Dies liegt v.a. an dem Energieträgerwechsel (hin zu kohlenstoffärmeren Energieträgern wie Fernwärme) und der konstanten Reduktion des Stromemissionsfaktors durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Seit 2013/2014 bleiben die CO₂-Emissionen im stationären Bereich konstant bei etwa 800.000 Tonnen.

Aufgrund einer abweichenden Datengrundlage im **Verkehrsbereich** wurde auch das Jahr 2010 aktualisiert. In Heidelberg wurden im Jahr 2017 300.600 Tonnen CO₂ durch den Verkehr ausgestoßen. Für den Zeitraum 2010 bis 2017 ergibt sich daraus eine Emissionsminderung aus dem Verkehr um 13 %. Hauptgrund dafür sind die in diesem Zeitraum laut Statistischem Landesamt um etwa 12% gesunkenen Pkw-Fahrleistungen bei gleichzeitig weiteren Effizienzverbesserungen der Fahrzeuge.



2 Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz Heidelberg

Im Folgenden wird die Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Heidelberg seit 1987 bis 2017¹ nach Sektoren dargestellt. Die CO₂-Bilanz für Heidelberg basiert auf dem gesamtstädtischen stationären Endenergieverbrauch (ohne Verkehr/Mobilität) für die verschiedenen Verbrauchssektoren und den Emissionen des motorisierten Verkehrs.

2.1 Entwicklung des stationären Endenergieverbrauchs

Der Verbrauch an Endenergie steigt von 1987 bis 2017 um insgesamt 9 %. Der Scheitelpunkt wird im Jahr 2004 mit über 18 % Steigerung im Vergleich zu 1987 erreicht. Bis 2015 sank der Endenergieverbrauch. Zwischen 2015 und 2017 steigt der Energieverbrauch um etwa 3 % an (Abbildung 1). Der Stromverbrauch in Heidelberg nahm in den Jahren 2015 bis 2018 um 5 % zu. Der Fernwärmeabsatz blieb in diesen Jahren etwa konstant, trotz der wärmeren Winter, sodass auch hier von einem Mehrverbrauch ausgegangen werden kann.

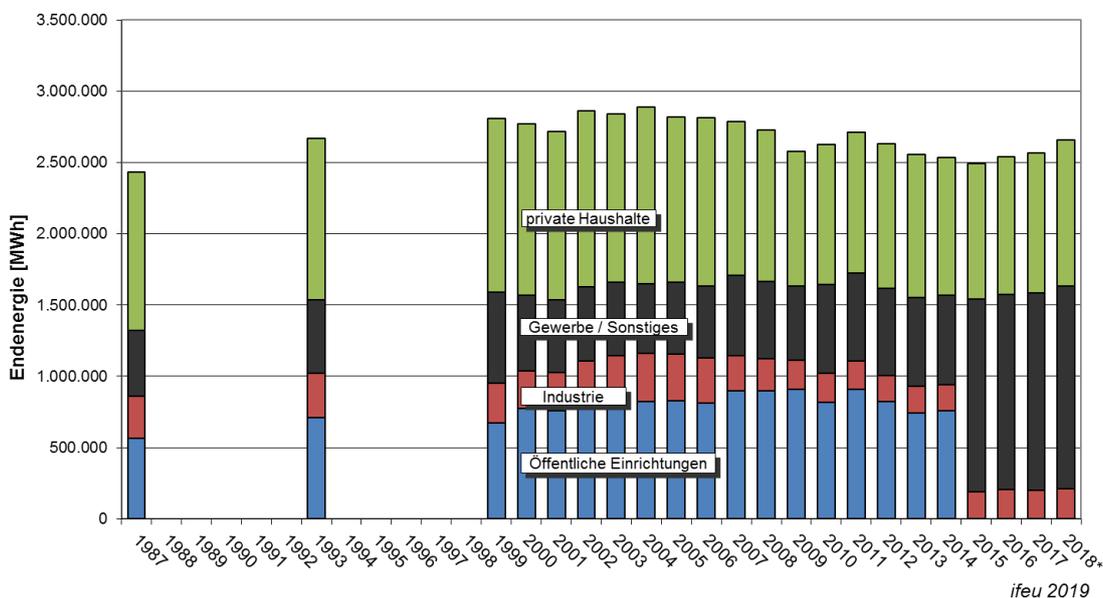


Abbildung 1: Entwicklung der stationären Endenergie in Heidelberg von 1987 bis 2018 nach Sektoren

¹ Die Grafiken enthalten die Darstellung bis 2018. Aufgrund fehlender Daten im stationären Bereich und im Verkehrsbereich wird in der textlichen Ausführung das Bilanzjahr 2017 dargestellt. Das Jahr 2018 stellt die vorläufigen Ergebnisse dar.

2.2 Entwicklung der gesamtstädtischen CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen der Stadt Heidelberg über alle Sektoren (inkl. Verkehr) sinken zwischen 1987 und 2017 um 13 %.

Im **stationären Bereich** (ohne Verkehr) zeigt das Jahr 2004 eine Trendwende. Die Emissionen steigen von 1987 bis zum Jahr 2004 um ca. 7 % und gehen bis zum Jahr 2017 wiederum um 19 % zurück, so dass sich insgesamt ein Rückgang der CO₂-Emissionen von 1987 bis 2017 im stationären Bereich um gut 12 % ergibt. Durch einen Energieträgerwechsel (hin zu kohlenstoffärmeren Energieträgern wie Fernwärme) und die konstante Reduktion des Stromemissionsfaktors durch den Ausbau erneuerbarer Energien zeigt sich trotz des Bevölkerungszuwachses und der Zunahme des Endenergieverbrauchs ein gleichbleibendes Niveau der CO₂-Emissionen. So bleiben die CO₂-Emissionen im stationären Bereich seit 2013/2014 etwa konstant bei ca. 800.000 Tonnen.

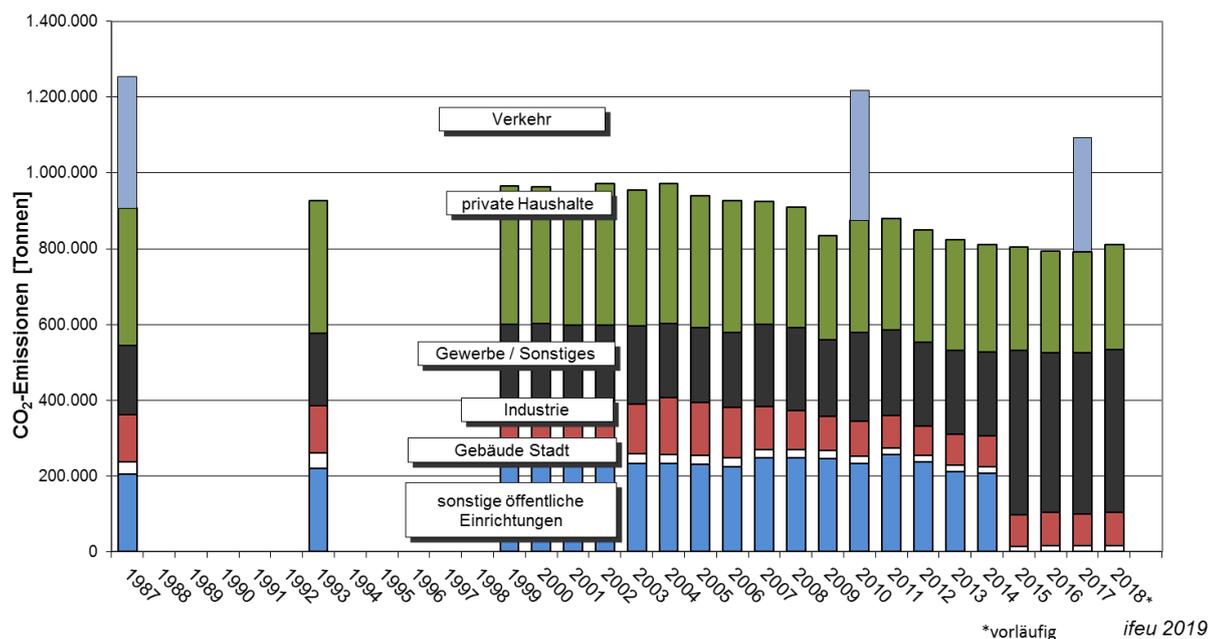


Abbildung 2: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Heidelberg von 1987 bis 2018 nach Sektoren (witterungskorrigierte Darstellung)

Pro Einwohner wurden im Jahr 2017 in Heidelberg 5 Tonnen CO₂ im stationären Bereich emittiert. Im Vergleich zu den 7 Tonnen CO₂ pro Kopf im Jahr 1987 hat sich also eine Verringerung um etwa 30 % ergeben.² Der Unterschied zur Entwicklung der Gesamtemissionen aus dem stationären Verbrauch (-13 %) ergibt sich aus dem Bevölkerungszuwachs von

² Die deutlich höhere Verringerung im Vergleich zur letzten Aktualisierung ergibt sich durch die Verwendung der Bevölkerungszahlen des Statistischen Landesamtes. Diese weichen stark von den Zahlen des Statistikamts Heidelberg ab.

128.637 Einwohnern mit Hauptwohnsitz oder alleinigem Wohnsitz in Heidelberg im Jahre 1987 um 25 % auf 160.601 in 2017³.

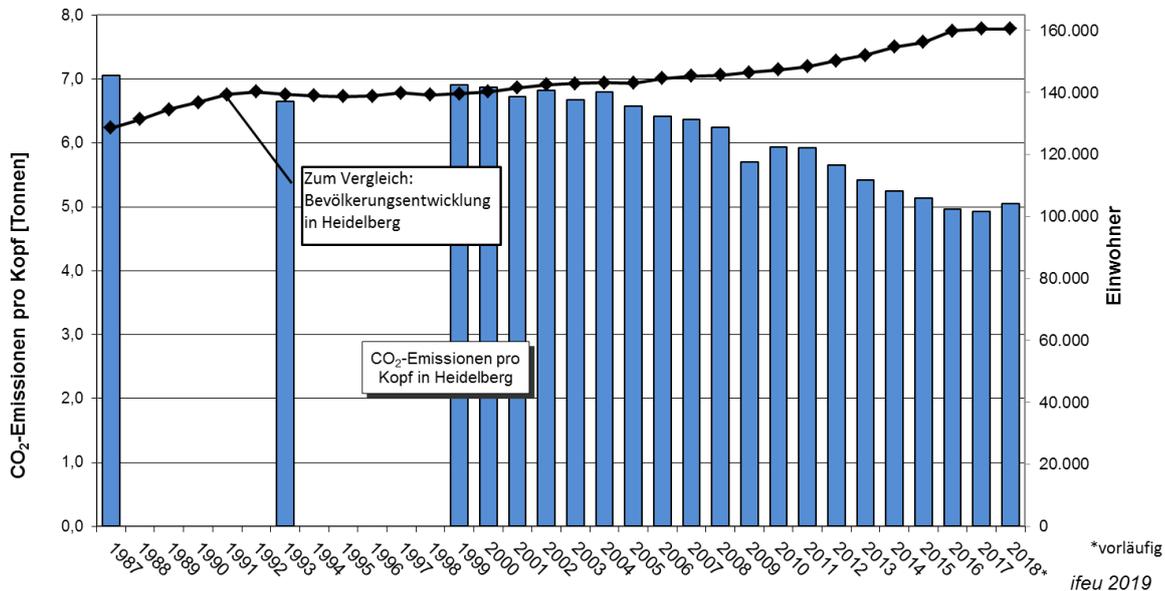


Abbildung 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Heidelberg von 1987 bis 2018 pro Kopf

2.2.1 Private Haushalte

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte umfasste im Jahr 2017 mit 982.300 MWh 38 % des Endenergieverbrauchs in Heidelberg. Insgesamt sind die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte von 1987 bis 2017 um ein Viertel zurückgegangen. Dabei ist zu beachten, dass mit der konstant steigenden Bevölkerung, auch die Wohnfläche für Wohngebäude in Heidelberg zunimmt. Zwischen 1995⁴ und 2017 stieg die Wohnfläche um 20 % auf 6.000.000 m² (Abbildung 4).

³ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (<https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Bevoelkerung/01035010.tab?R=GS221000>)

⁴ Daten zur Wohnfläche des statistischen Landesamtes liegen seit 1995 vor.

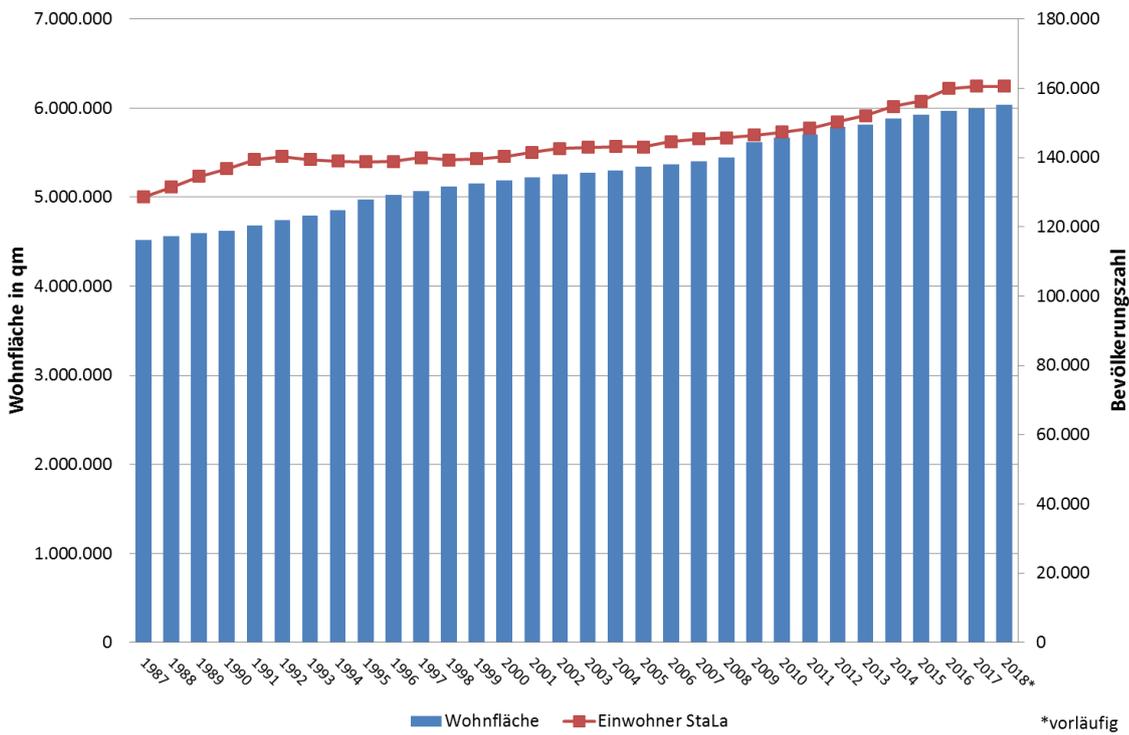


Abbildung 4: Wohnfläche und Bevölkerungszahl in Heidelberg, 1987 bis 2018

Differenziert man weiter in strombedingte CO₂-Emissionen und CO₂-Emissionen durch Heizwärme und Warmwasser, stellt man fest, dass die CO₂-Emissionen im Strombereich seit 1987 etwas zugenommen haben beziehungsweise in etwa gleichbleibend sind. Dies liegt trotz des sinkenden Stromemissionsfaktors am steigenden Stromverbrauch im Haushaltssektor. Im Wärmebereich ist zwischen 1987 und 2009 ein konstanter Rückgang der CO₂-Emissionen zu erkennen. Seit 2009 bleiben die Emissionen in etwa gleicher Höhe bei ca. 180.000 Tonnen. Der Wohnflächenzuwachs in Wohngebäuden von ca. 8 % zwischen 2009 und 2017 trägt dazu bei, dass der Wärmeverbrauch im Haushaltssektor nicht weiter sinkt. Der leichte Anstieg zwischen 2015 und 2018 ist auch auf die Witterungskorrektur zurückzuführen, da die Jahre 2015 bis 2018 überdurchschnittlich warm waren.

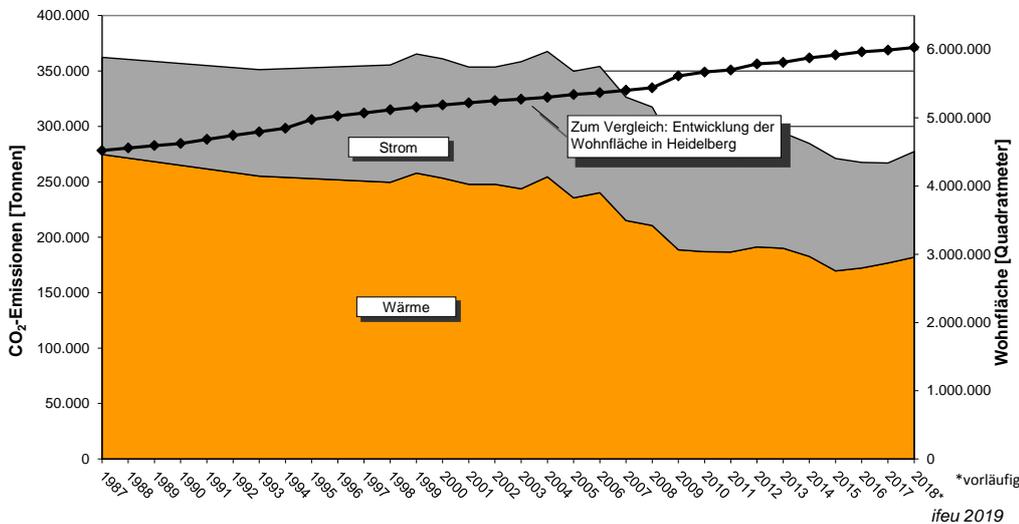


Abbildung 5: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in Heidelberg 1987 bis 2018 nach Wärme und Strom (witterungskorrigierte Darstellung)

Absolut liegt der Rückgang der CO₂-Emissionen für Heizwärme und Warmwasser bei 26 % im Betrachtungszeitraum bis 2017. Bezieht man sich auf die Wohnfläche, zeigt sich eine spezifische Minderung der wärmebedingten CO₂-Emissionen bei den privaten Haushalten seit 1987 bis 2017 um 43 % (Abbildung 5).

2.2.2 Gewerbe und Industrie

Für die Sektoren Gewerbe und Industrie ist die Abgrenzung der Sektoren schwierig. So besteht eine gewisse Durchlässigkeit, wenn zum Beispiel Betriebe mit der Zeit wachsen oder schrumpfen. Außerdem haben sich entsprechende Statistiken und Zuordnungen im Zeitraum 1987 bis 2017 mehrfach geändert. Betrachtet man die beiden Sektoren zusammen, zeigt sich in etwa gleichbleibende Emissionen in den letzten Jahren. Dass die Emissionen trotz Einsparmaßnahmen nicht zurückgehen, lässt sich unter anderem durch die Zunahme an Arbeitsplätzen in Heidelberg in den letzten Jahren erklären. So stieg die Anzahl der SV-Beschäftigten in Heidelberg in den Jahren 2010 bis 2017 um 14 % auf über 90.000 Beschäftigte an.

2.2.3 Universität

Die Daten zum Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch der Universität liegen für die Jahre 2013 bis 2017 vor. Nahezu der komplette Wärmeverbrauch der Universität kommt aus der Fernwärme. Etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs der Universität geht auf den Stromverbrauch zurück. Fernkälte hat im Jahr 2017 einen Anteil von 10 %. Der Wärmekennwert (Wärmeverbrauch pro Nutzfläche in kWh/qm) sinkt von 200 kWh/qm im Jahr 2013 auf 183 kWh/qm in 2016⁵ (vgl. Abbildung 6). Die CO₂-Emissionen betragen im Jahr

⁵ Für 2017 liegen keine Daten zur Nutzfläche vor.

2017 etwa 41.000 Tonnen und haben damit einen Anteil von ca. 4 % an den gesamtstädtischen Emissionen. Insgesamt ergibt sich eine CO₂-Minderung zwischen 2013 und 2017 von 3 %, die durch die Reduktion des Stromemissionsfaktors zustande kommt.

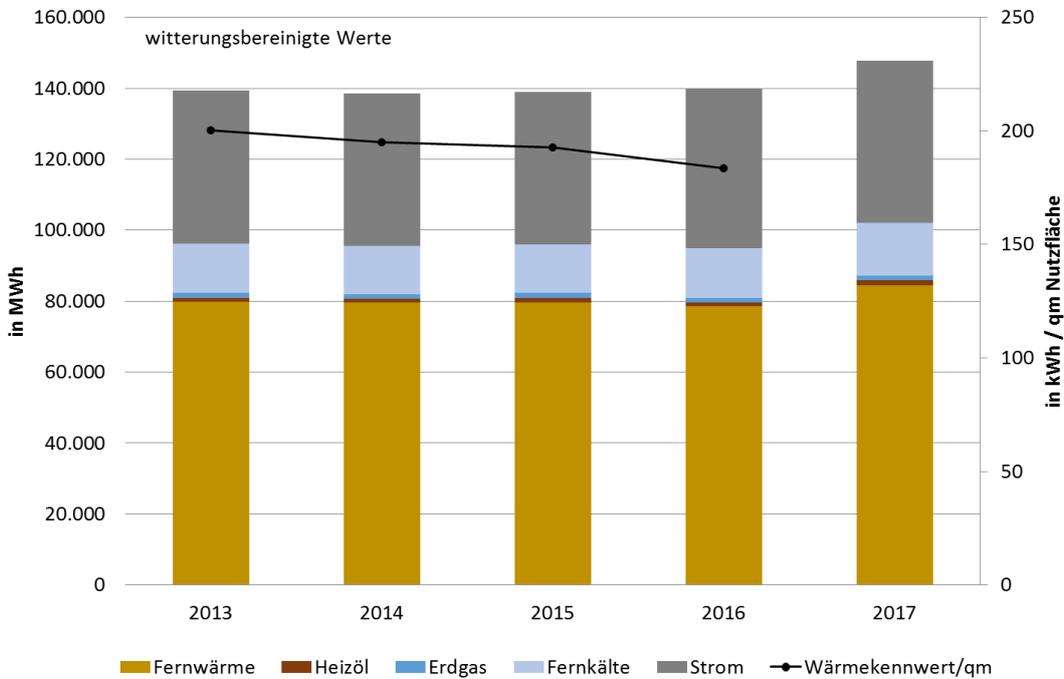


Abbildung 6: Entwicklung des Energieverbrauchs der Universität Heidelberg 2013 bis 2017 (witterungsbereinigt)

2.2.4 Städtische Gebäude

Die größten Einsparungen bei den CO₂-Emissionen haben sich in der Vergangenheit bei den städtischen Gebäuden ergeben. Dieser Trend setzt sich auch in den letzten Jahren fort. So sind die CO₂-Emissionen von 1987 bis 2015 um über 40 % zurückgegangen. Bezogen auf die Emissionsspitze im Jahr 1993 beträgt der Rückgang bis zum Jahr 2015 sogar über 50 %. Der Rückgang lässt sich auf das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen zurückführen:

- Kommunales Energiemanagement und Energiecontrolling wurden über viele Jahre konsequent durchgeführt.
- Das Nutzerverhalten trägt zu einem sparsamen Betrieb der Gebäude, vor allem der Schulen, bei.
- Neubauten und Sanierungen wurden entsprechend der Energiekonzeption der Stadt Heidelberg mit hohen Anforderungen an die energetische Effizienz der Gebäudehülle, der Haustechnik und der Regelung realisiert. Dies betrifft sowohl den Wärme- als auch den Strombereich. Zahlreiche Gebäude wurden im Passivhausstandard errichtet.

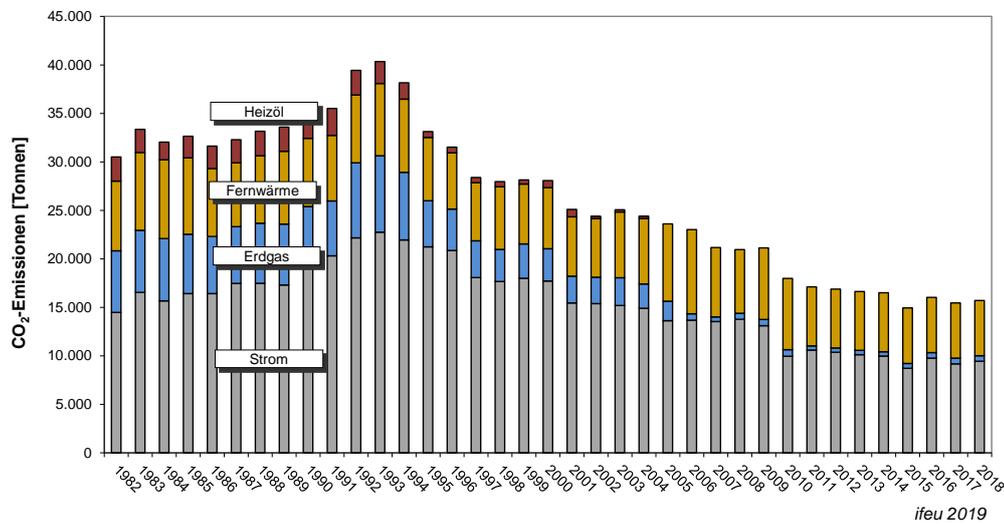


Abbildung 7: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Gebäude der Stadt Heidelberg (witterungskorrigierte Darstellung) *ab 2006 werden Erdgasverbräuche teilweise über die Wärmelieferung bilanziert, deshalb sind die Emissionen durch Erdgas in der Fernwärme enthalten.

2.2.5 Verkehr

Der motorisierte Verkehr in Heidelberg benötigt im Jahr 2017 Endenergie in Höhe von 935 GWh. Den größten Anteil hat mit 75 % der motorisierte Individualverkehr (vgl. Abbildung 8, links), gefolgt vom Straßengüterverkehr (Lkw und leichte Nutzfahrzeuge) mit 19 %. Auf den öffentlichen Personennahverkehr (Bus, Straßenbahn, Schienennahverkehr) entfallen lediglich 4 % des Endenergieverbrauches. Die überregional bestimmten Verkehrsmittel Schienenfernverkehr sowie Schienengüterverkehr und Binnenschiffverkehr spielen mit 2 % nur eine sehr geringe Rolle.

In Heidelberg verursachen im Jahr 2017 Fahrten mit motorisierten Verkehrsmitteln insgesamt 300.600 Tonnen CO₂-Äquivalente. Ähnlich zum Endenergieverbrauch ist der motorisierte Individualverkehr mit 74 % Hauptemittent (vgl. Abbildung 8, rechts), gefolgt vom Straßengüterverkehr mit 19 %. Busse und Bahnen haben einen Anteil an den Treibhausgasemissionen von 6 %. Grund für diesen im Vergleich zum Endenergieverbrauch etwas höheren Emissionsanteil des ÖPNV ist der hohe Anteil Elektrotraktion, die pro kWh zwar höhere Emissionen verursacht, allerdings deutlich energieeffizienter gegenüber Dieseltraktion ist (=weniger kWh pro Verkehrsleistung) und damit insgesamt geringere spezifische Emissionen pro Verkehrsleistung verursacht.

Aus der Neuberechnung der Treibhausgasbilanz des Verkehrs für 2010 ergeben sich Emissionen in Höhe von insgesamt 344.600 Tonnen CO₂-Äquivalente. Für den Zeitraum 2010 bis 2017 ergibt sich daraus eine Emissionsminderung aus dem Verkehr um 13 % (vgl. Abbildung 9). Hauptgrund dafür sind die in diesem Zeitraum lt. Statistischem Landesamt um ca. 12% gesunkenen Pkw-Fahrleistungen bei gleichzeitig weiteren Effizienzverbesserungen der Fahrzeuge.

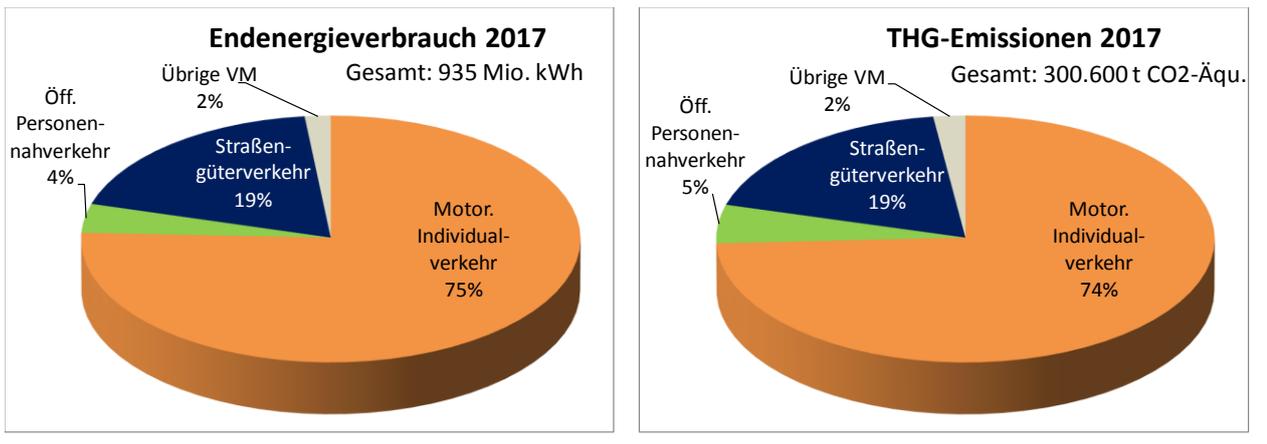


Abbildung 8: Energieverbrauch und THG-Emissionen des Verkehrs in Heidelberg im Jahr 2017

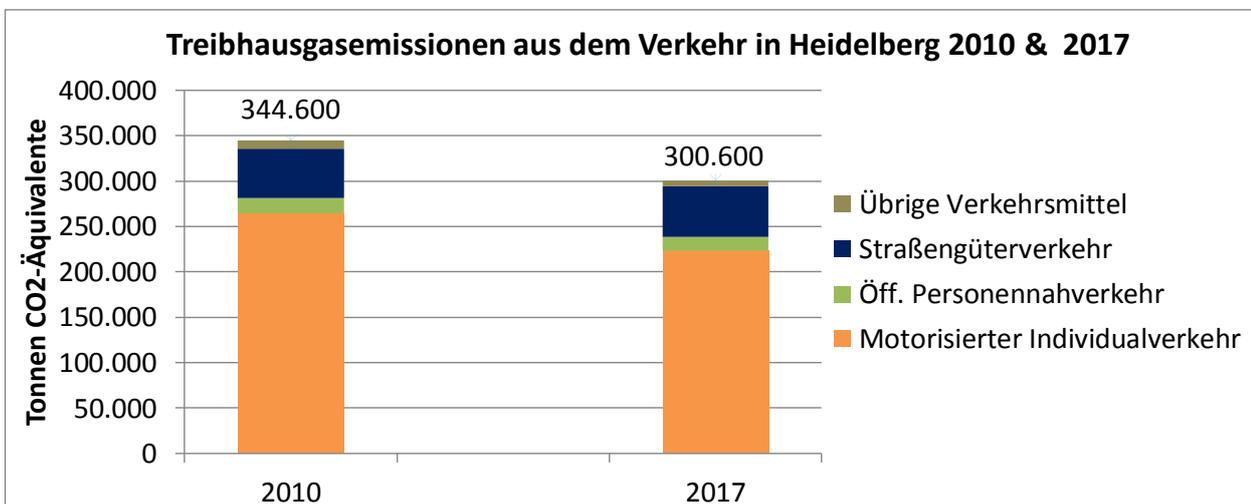


Abbildung 9: Änderung der THG-Emissionen des Verkehrs in Heidelberg von 2010 bis 2017

2.2.6 Zusatzauswertungen zum Pkw-Verkehr

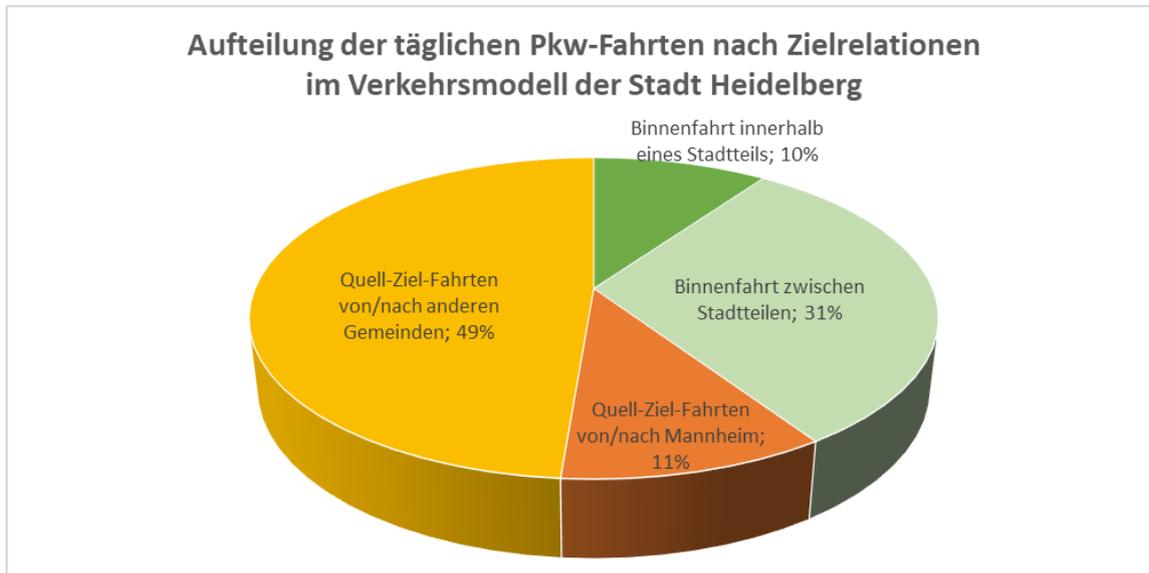
Quell-Ziel-Beziehungen der täglichen Pkw-Fahrten

Aus dem Verkehrsmodell der Stadt Heidelberg wurden für ergänzende Auswertungen Quell-Ziel-Matrizen für den täglichen Pkw-Verkehr bereitgestellt. Diese enthalten Modellwerte zur täglichen Anzahl der Pkw-Fahrten innerhalb Heidelbergs zwischen den 15 einzelnen Stadtteilen sowie Pkw-Fahrten zwischen Heidelberg und anderen Gemeinden. Auf dieser Grundlage wurden zusätzliche Erkenntnisse zum Gewicht des Binnenverkehrs in Heidelberg im Vergleich zu Stadtgrenzen überschreitenden Fahrten gewonnen.

Im Verkehrsmodell sind insgesamt etwa 206.000 tägliche Pkw-Fahrten in bzw. von/nach Heidelberg (d.h. ohne Durchgangsverkehr) erfasst. Abbildung 10 zeigt die dafür im Modell hinterlegten Quell-Ziel-Beziehungen.

- 41 % der täglichen Pkw-Fahrten sind reine Binnenfahrten mit Start und Ziel in Heidelberg. Dabei entfallen 31 % auf Fahrten zwischen verschiedenen Stadtteilen, 10 % bleiben innerhalb eines Stadtteils.

- 59 % der täglichen Pkw-Fahrten sind lt. Verkehrsmodell Quell-Ziel-Fahrten zwischen Heidelberg und anderen Kommunen – 11 % von bzw. nach Mannheim, 49 % von bzw. nach anderen Gemeinden in der Region.



Datenquelle: Verkehrsmodell Heidelberg; eigene Darstellung
Abbildung 10: Quell-Ziel-Beziehungen Pkw-Fahrten im Analysejahr 2015

Die prozentuale Verteilung der Pkw-Fahrten ist nicht gleichzusetzen mit einer Verteilung der Treibhausgasemissionen, da diese nicht nur von der Fahrtenanzahl abhängen, sondern auch von deren Länge. Pkw-Fahrten innerhalb eines Stadtteils haben üblicherweise wesentlich kürzere Fahrtweiten als Fahrten in andere Stadtteile bzw. eine andere Kommune (trotzdem auch wenn in der Territorialbilanz nur der Fahrtanteil innerhalb Heidelberger Gemarkungsgrenzen der kommunalen THG-Bilanz angerechnet wird). Deshalb ist davon auszugehen, dass der Anteil von Quell-Ziel-Fahrten an den THG-Emissionen und somit der Handlungsbedarf für THG-Minderungsmaßnahmen in diesem Bereich noch einmal deutlich höher ist als der Anteil an der Pkw-Fahrtenanzahl. Die hier durchgeführten aktuellen Analysen bestätigen somit die Erkenntnisse im Masterplan 100% Klimaschutz von 2014⁶ anhand der damals verfügbaren Verkehrsmodelldaten.

Auch andere aktuelle Informationen weisen auf einen vorrangigen Handlungsbedarf für den Quell-Ziel-Verkehr. Zum einen ist bei inner-städtischen Wegen bereits heute der Modal-Split in Heidelberg vergleichsweise umwelt-freundlich. Nur 29% aller Binnenfahrten werden mit dem Pkw zurückgelegt, das ist nach Freiburg der zweitniedrigste Wert aller Großstädte und Regionen in Baden-Württemberg und deutlich niedriger als in den meisten anderen Städten. Zum anderen ist die Anzahl der Ein- und Auspendler im Berufsverkehr in den letzten Jahren deutlich gewachsen (vgl. nachfolgende Auswertung), was zu entsprechend steigenden Verkehrsmengen im Quell-Zielverkehr geführt haben dürfte.

Pendlerverkehr zwischen Heidelberg und anderen Gemeinden

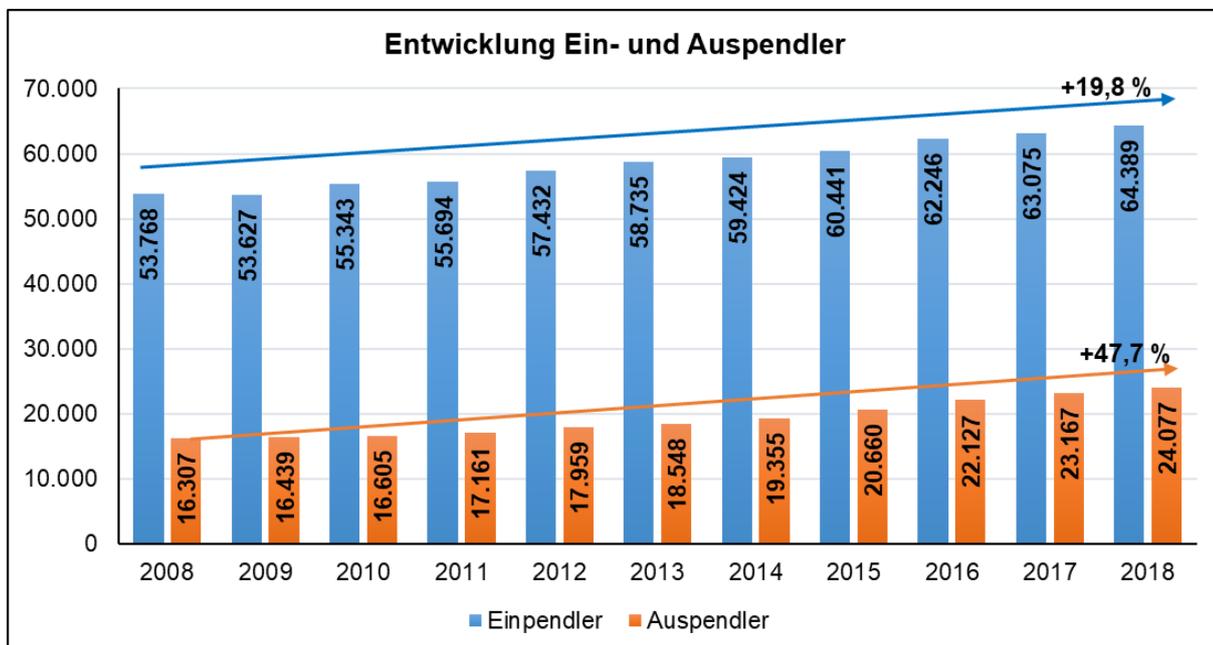
Vom Amt für Verkehrsmanagement wurden aktuelle Informationen zur Pendlermobilität von und nach Heidelberg zur Verfügung gestellt. Diese wurden, ergänzt um weitere Infor-

⁶ <https://www.heidelberg.de/hd/HD/Leben/masterplan+100+prozent+klimaschutz.html>

mationen der Bundesagentur für Arbeit zur Entwicklung von Beschäftigtenzahlen, zusätzlich zur THG-Bilanz ausgewertet.

- Die Zahl der Arbeitsplätze (Sozialversicherungspfl. Besch. am Arbeitsort) in Heidelberg ist zwischen 2008 und 2018 von 78 Tsd. auf 93 Tsd. gestiegen. In Heidelberg sind damit allein in den letzten 10 Jahren etwa 15 Tsd. zusätzliche Arbeitsplätze entstanden. Die Zahl der arbeitsfähigen Bevölkerung (Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte am Wohnort) ist in diesem Zeitraum um 13.000 etwas schwächer angestiegen. Demnach hätte rein zahlenmäßig ein Großteil der zusätzlichen Arbeitsplätze allein durch die neu hinzugekommenen Einwohner ohne zusätzliche Pendler gedeckt werden können.
- Tatsächlich hat sich allerdings die Zahl der Auspendler aus Heidelberg um 48 % von 16.000 auf 24.000 erhöht, während die Zahl der Einpendler um 20 % von knapp 54.000 auf über 64.000 gestiegen ist (vgl. Abbildung 11). Die zusätzlich entstandenen Arbeitsplätze in Heidelberg werden demnach vorwiegend durch Bewohner anderer Gemeinden aufgesucht, während Heidelberger Einwohner trotz der vielen neuen Arbeitsplätze im eigenen Ort verstärkt in anderen Gemeinden arbeiten.

Die Verflechtungen zwischen verschiedenen Wohn- und Arbeitsorten und damit Gemeindegrenzen überschreitenden Berufswege haben somit in den letzten Jahren in beide Richtungen von und nach Heidelberg kontinuierlich weiter zugenommen. Damit verbunden ist von einem erheblichen Anstieg der Quell-Ziel-Verkehre im Stadtgebiet auszugehen, der selbst im Falle einer Verschiebung der Verkehrsmittelwahl zugunsten des Umweltverbundes zu großen Teilen auf zusätzliche Pkw-Fahrten entfällt und hier den Handlungsdruck für Klimaschutzaktivitäten erhöht.



Quelle: Amt für Verkehrsmanagement der Stadt Heidelberg auf Grundlage von Daten der Bundesagentur für Arbeit

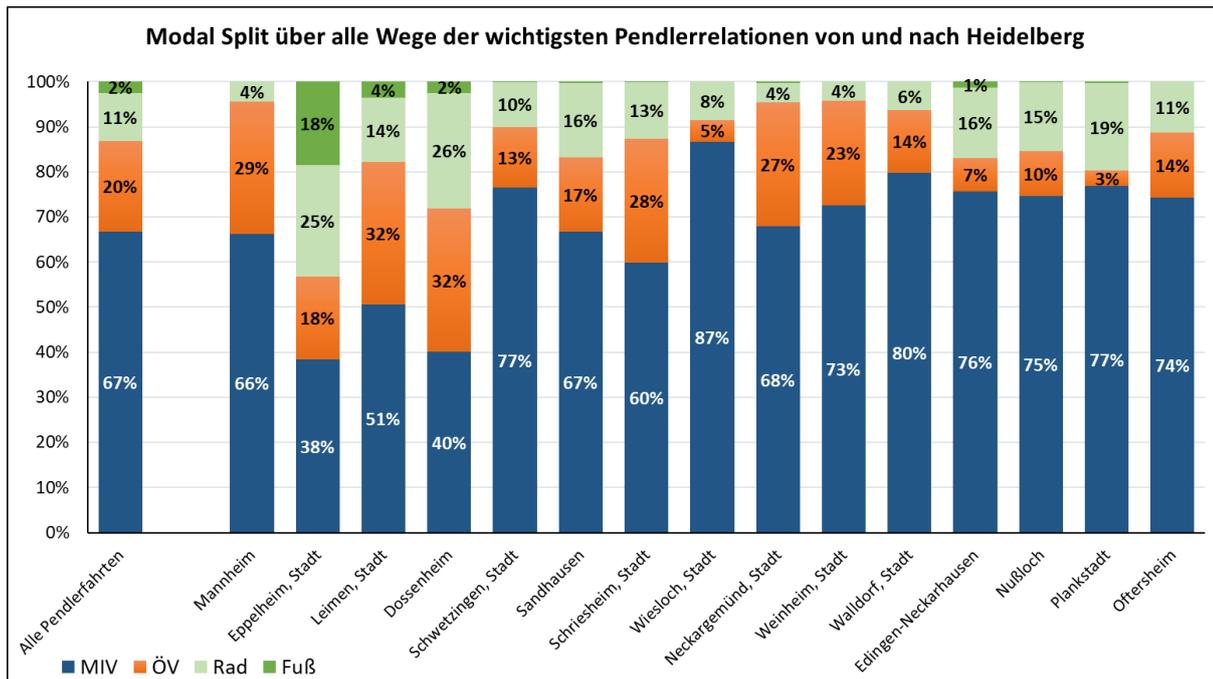
Abbildung 11: Entwicklung der Ein- und Auspendlerzahlen in Heidelberg

Aus dem Verkehrsmodell der Stadt Heidelberg liegen weiterhin für das Jahr 2015 Modal-Split-Berechnungen für Pendlerfahrten zwischen Heidelberg und einzelnen Gemeinden

vor. Von den insgesamt erfassten etwa 218.000 täglichen Pendlerfahrten entfallen zwei Drittel auf den motorisierten Individualverkehr (MIV), 20 Prozent auf den ÖPNV sowie 13 Prozent auf Rad- und Fußverkehr (Abbildung 12, links). Der Modal-Split variiert dabei allerdings stark zwischen den einzelnen Gemeinden. Abbildung 12 zeigt beispielhaft die Modal-Splits für die 15 wichtigsten Pendlerverbindungen, diese machen insgesamt etwa 75 Prozent der im Modell erfassten Pendlerfahrten insgesamt und dabei 70 % der MIV-Pendlerfahrten aus.

- Am höchsten ist der MIV-Anteil von/nach Walldorf und Wiesloch mit 80 Prozent bzw. 87 Prozent. Aber auch diverse weitere Gemeinden, die tlw. direkt an Heidelberg grenzen, haben einen MIV-Anteil von zwei Dritteln und mehr. Einige Gemeinden haben dagegen einen deutlich niedrigeren MIV-Anteil. Pendlerfahrten von und nach Eppelheim und Dossenheim, beide ebenfalls direkt an der Grenze zu Heidelberg gelegen, finden nur zu 38-40 % mit dem MIV statt.
- Auch die Modal-Split-Anteile im ÖPNV und Rad-/Fußverkehr variieren erheblich, auch bei teilweise ähnlicher Entfernung zu Heidelberg. Während aus Eppelheim 43 % der Pendelfahrten zu Fuß oder mit dem Rad erfolgen, sind es zwischen Heidelberg und Eddingen-Neckarhausen nur 17 %, mit Neckargemünd nur 4 %. Schwetzingen, Plankstadt und Oftersheim liegen südwestlich von Heidelberg und haben insgesamt ähnliche Anteile des Umweltverbundes an den Pendlerfahrten (23-25 %). Aber während der ÖPNV bei Schwetzingen und Oftersheim 13-14 % Modal-Split-Anteil hat, sind es bei Plankstadt nur 3 %.

Für detaillierte Einschätzungen zur Pendlermobilität als Grundlage für zielgerichtete Aktivitäten zur Verlagerung von Pendlerfahrten auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes können verschiedene weitergehende Auswertungen hilfreich sein. Beispielsweise ist eine übersichtliche Bewertung möglich, welches Gewicht die verschiedenen Pendlerrelationen in der Heidelberger Treibhausgasbilanz haben, wenn die Fahrtenanzahl mit mittleren Weglängen zur Berechnung von Pendlerfahrleistungen verknüpft werden (differenzierte Auswertungen sollten dabei die konkreten Start-/Zielbezirke in Heidelberg einbeziehen). Auch differenzierte richtungsbezogene Auswertungen der Anteile von Pendlerfahrten zwischen zwei Gemeinden (z.B. Heidelberg-Mannheim) nach Einpendlern (= Maßnahmenzielgruppe Unternehmensstandorte in Heidelberg) bzw. Auspendlern (= Maßnahmenzielgruppe Heidelberger Bevölkerung) verbessern die Informationsgrundlage für geeignete Klimaschutzaktivitäten im berufsbedingten Quell-Ziel-Verkehr.



Quelle: Amt für Verkehrsmanagement der Stadt Heidelberg

Abbildung 12: Modal-Split im Berufsverkehr der wichtigsten Pendlerrelationen von und nach Heidelberg

2.3 CO₂-Bürgerbilanz

Auf kommunaler Ebene werden Emissionen aus dem Endenergieverbrauch bilanziert, die gemäß Territorialprinzip innerhalb der Grenzen der Kommune emittiert werden⁷. Dabei werden die Emissionen der Rohstoffgewinnung und Energieumwandlung (Kraftwerke, Raffinerien) und des Transportes – auch Vorkette genannt - berücksichtigt. Es gibt jedoch weitere Emissionen durch das Verhalten der Heidelberger Bevölkerung außerhalb des Stadtgebiets der Kommune, die in der Basis-Bilanz der BSKO-Systematik nicht abgedeckt sind, beispielsweise Emissionen aus Ernährung, Konsum und (über-)regionalem Mobilitätsverhalten. CO₂-Emissionen, die bei der Produktion von Konsumgütern, Investitionsgütern, Fahrzeugen und Baumaterialien außerhalb des Territoriums entstehen, sind entsprechend nicht enthalten. Eine Aufnahme in die Bilanzierung wäre nicht nur sehr aufwendig und teuer, sondern je nach Datengrundlage höchst ungenau. Viele Daten sind gar nicht verfügbar. Auf der Ebene der einzelnen Einwohner*innen ist es jedoch möglich, die eigenen Pro-Kopf-Emissionen für die genannten Anwendungsbereiche abzuschätzen. Dafür stehen eine Reihe ähnlich aufgebauter Internettools zur Verfügung, wie beispielsweise der CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes.⁸

Abbildung 13 zeigt die Bürgerbilanz mit lokalen und durchschnittsweiten Daten. Die Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch privater Haushalte sind nahezu deckungsgleich mit der Kommunalbilanz und wurden aus den Ergebnissen der Heidelberger BSKO Bilanz aus dem Jahr 2015 verwendet. Zur Darstellung der anderen Sektoren (Mobilität, Ernährung, Konsum und öffentliche Emissionen) wurde auf deutschlandweite Kennwerte zurückgegriffen.

⁷ Im Verkehr schließt die Territorialbilanz damit auch Emissionen durch Auswärtige (Einpendler, Besucher, Durchgangsverkehr) ein.

⁸ https://klimaktiv.co2-rechner.de/de_DE/

Der Verkehrsbereich der Kommunalbilanz unterscheidet sich stärker von der persönlichen Bilanz: In der persönlichen Bilanz werden die verkehrsbedingten Emissionen der einzelnen Bürger durch deren individuelles Mobilitätsverhalten unabhängig vom Ort ihrer Erbringung bilanziert. Insbesondere Fernreisen, inkl. Flugverkehr, haben einen erheblichen Einfluss auf die persönliche Bilanz.⁹ Die größten Unterschiede ergeben sich bei den Bedürfnisfeldern Ernährung und Sonstiger Konsum. In beiden Feldern entsteht ein Großteil der Produkte und damit auch der CO₂-Emissionen außerhalb der Stadt Heidelberg. Diese können damit den kommunalen Sektoren Industrie und Gewerbe nur zum geringen Teil zugeordnet werden. Insgesamt ergibt sich für die Durchschnittsbilanz der Heidelberger Bürger*innen ein Wert von 11,2 Tonnen CO₂. Diese Emissionen entstehen global.

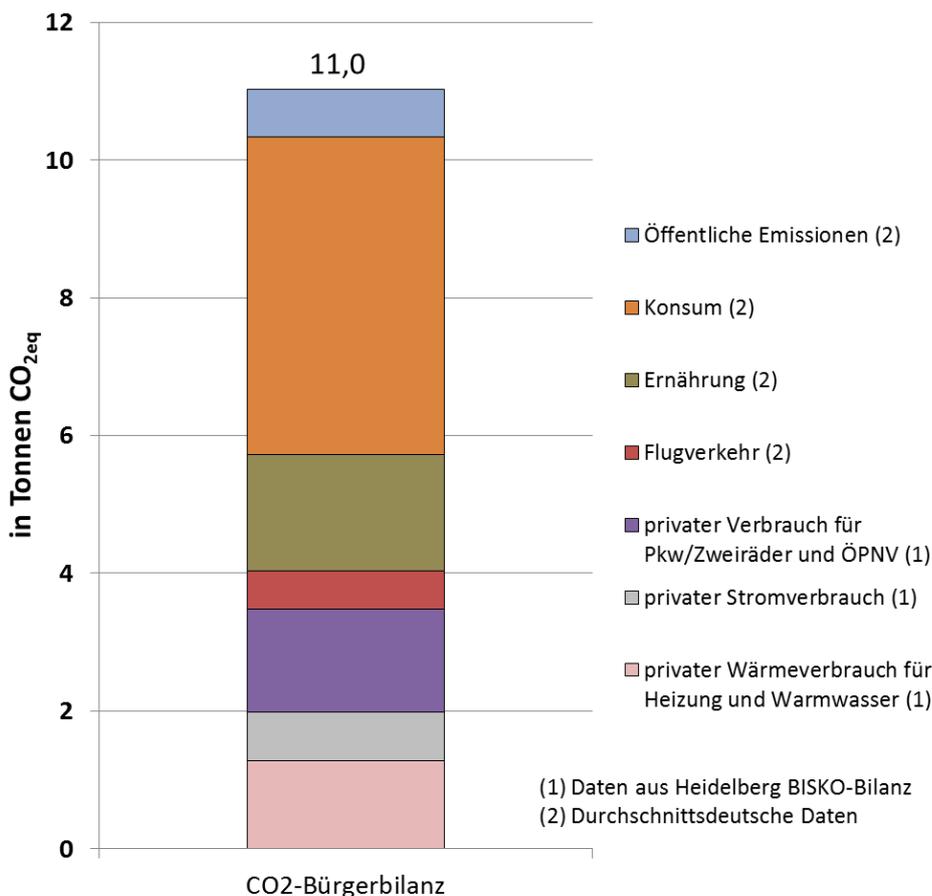


Abbildung 13: CO₂-Bürgerbilanz mit lokalen und deutschlandweiten Daten

Der Bereich „Öffentliche Emissionen“ beinhaltet die Aktivitäten der öffentlichen Einrichtungen im Auftrag und zugunsten der Bürger*innen. Hierunter fallen sowohl das Bildungs- als auch das Sozialsystem sowie der Bereich Recht, Ordnung und Sicherheit. Zum Teil finden sich diese Emissionen in der Kommunalbilanz bei den städtischen Einrichtungen wieder.

⁹ Umgekehrt wird in der Bürgerbilanz der Verkehr von auswärtigen Besuchern der Stadt Heidelberg und vom Durchgangsverkehr nicht betrachtet. Auch Gütertransporte werden in der Bürgerbilanz nur implizit über den Anteil von Transporten in den Emissionen anderer Bedürfnisfelder, aber ohne räumlichen Bezug zu den Verkehrsmengen im Stadtgebiet erfasst.

Die persönliche CO₂-Bilanz ist wichtig, um die Handlungsfelder jedes Einzelnen aufzeigen zu können. Wo genau die Bürger*innen mit ihrem persönlichem CO₂-Ausstoß stehen, kann mit dem CO₂-Rechner ermittelt werden. Dadurch wird deutlich, an welchen „Stellschrauben“ im Alltag gedreht werden kann, um den eigenen CO₂-Ausstoß zu verringern. Der CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes wurde im Rahmen einer Aktualisierung in diesem Jahr um individuelle Klimaschutzszenarien erweitert. Damit ist es auch möglich, seine zukünftig geplanten Emissionen zu berechnen und so auch Veränderungen im Lebensstil darzustellen.

Abbildung 13 verdeutlicht, dass die Emissionen, die mit Konsum und Ernährung verbunden sind, eine wichtige Rolle spielen. Global werden sich die Klimaschutzziele nur erreichen lassen, wenn auch die Emissionen aus diesen Bereichen sinken.

3 Methodik

3.1 Aktualisierung der CO₂-Bilanz

Die Endenergie- und CO₂-Bilanz wurden aufbauend auf der bisherigen Bilanzierungsmethodik für den stationären Bereich (Energiebereich) für die Jahre 2016 bis 2018 fortgeschrieben. Die Bilanzierung folgt der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO), wie es in der letzten Aktualisierung der CO₂-Bilanz nach einem Vergleich empfohlen wurde.¹⁰

Für den Verkehrsbereich wurde eine Aktualisierung der Endenergie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2017 vorgenommen. Die Bilanzierung erfolgt nach der BISKO-Systematik und wird in Kapitel 3.1.4 erläutert.

3.1.1 Umstellung auf das Bilanzierungstool BICO₂ BW im stationären Bereich

Das Excel-basierte Tool BICO₂ BW wurde vom ifeu im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Erstellung von kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzen entwickelt. BICO₂ BW legt eine einheitliche Bilanzierungsmethodik fest, die dem bundesweiten BISKO-Standard entspricht und ermöglicht so einen Vergleich der Bilanzen verschiedener Kommunen.

Durch die Umstellung auf das Bilanzierungstool haben sich die Anteile der nicht-leitungsgebundenen Energieträger leicht verschoben, da hier auf eine andere Datengrundlage zurückgegriffen wird. So wird der Heizölverbrauch über die Daten der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) und mithilfe einer Wärmebedarfsrechnung ermittelt. Die erneuerbare Wärme (Biomasse, Solarthermie, Umweltwärme) wird über die LUBW-Daten und Daten aus der Förderung des Marktanreizprogramms (BAFA) berechnet. Detaillierte Datengrundlagen und Berechnungswege sind in dem Tool niedergeschrieben.

Das Bilanzierungstool BICO₂ BW unterteilt die CO₂-Bilanz in die Sektoren Private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Industrie und kommunale Einrichtungen. Diese Aufteilung beinhaltet nicht die Öffentlichen Einrichtungen, die in den bisherigen Heidelberger CO₂-Bilanzen separat ausgewiesen wurden. Die Stadtwerke Heidelberg (SWHD) bereiten die leitungsgebundenen Energieträger nach diesen Sektoren auf und stellen sie für die Bilanzierung zur Verfügung. In den Jahren 2017 und 2018 wurden in der Unterteilung der Sektoren Änderungen vorgenommen und veraltete Branchencodes den aktuellen Gegebenheiten angepasst. Einige Branchencodes wurden hierdurch aufgelöst und anderen Sektoren zugeordnet. Dadurch ergaben sich starke Verschiebungen zwischen den Sektoren Gewerbe/Sonstiges und öffentliche Einrichtungen. Um diese Verschiebungen zu berücksichtigen und die Aufteilung der Sektoren an BICO₂ BW anzugleichen, wird ab dem Bilanz-

¹⁰

https://www.heidelberg.de/site/Heidelberg_ROOT/get/documents_E-1374681771/heidelberg/Objektdatenbank/31/PDF/Energie%20und%20Klimaschutz/31_pdf_masterplan_CO2_Bilanz_und_Klimaschutzevaluation_2017.pdf

jahr 2015 der Sektor Öffentliche Einrichtungen im Sektor Gewerbe/Sonstiges abgebildet und nicht mehr separat ausgewiesen. Damit ist auch eine weitere Anpassung an die BSKO-Systematik vorgenommen.

Um einen Vergleich durchzuführen und an bisherige Bilanzen anzuknüpfen, wurde das Bilanzjahr 2015 neu mit BICO₂ BW erstellt. Da die Datengrundlage für BICO₂ BW nur bis 2017 vorhanden ist, ist die Bilanz für das Jahr 2018 noch als vorläufig gekennzeichnet. Aktualisierte Daten sind Anfang 2020 zu erwarten.

3.1.2 Berücksichtigung der KWKK-Anlage zur Versorgung der Universitätsklinik

Erstmalig konnten die genauen Daten zu Brennstoffinput und Energieoutput (Wärme, Kälte, Strom) der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlage (KWKK) erhoben werden. Da in früheren Bilanzierungen die konkreten Daten zur Erzeugung (Warmwasser, Heißwasser, Dampf und Kälte) nicht vorlagen, wurde der Brennstoffinput Erdgas in der Bilanz berücksichtigt. Im Rahmen dieser Aktualisierung wird nun der Wärme- und Kälteverbrauch bilanziert. Damit ergibt sich eine Verschiebung der Energieträger im Sektor Gewerbe und Sonstiges. Der Anteil des Erdgasverbrauchs (das zur Erzeugung in der KWKK-Anlage eingesetzt wird) nimmt ab, während der Fernwärmeverbrauch im Gewerbesektor zunimmt. Da der Erdgaseinsatz über eine Strom-Gutschrift auch Einfluss auf den Stromverbrauch hatte, steigt auch der Stromverbrauch an. Insgesamt ergibt sich in den gesamten CO₂-Emissionen eine leichte Minderung, da der Fernwärme-Emissionsfaktor durch die Berücksichtigung der KWKK-Anlage sinkt. Diese Berechnungsweise entspricht damit dem BSKO-Standard.

3.1.3 Verwendung der Einwohnerzahlen und Wohnfläche des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg

Für die Aktualisierung 2016/2018 wurde auf die amtliche Bevölkerungszahl des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg zurückgegriffen. Diese weicht von der kommunalen Einwohnerzahl des Statistikamts Heidelberg ab, welche bisher verwendet wurde. Die Unterschiede sind in der Methodik der Bevölkerungsfortschreibung begründet. Die Bevölkerungszahlen wurden auf die Bilanzjahre seit 1987 angepasst. Aufgrund der Anpassung der Bevölkerungszahlen wurde für die Wohnfläche für Wohngebäude auch auf die Daten des statistischen Landesamtes zurückgegriffen.

3.1.4 Methodische Erläuterungen im Verkehr

Die BSKO-Systematik wurde auch in der Bilanzerstellung des Masterplans 100% Klimaschutz im Jahr 2014 bereits berücksichtigt (vgl. Abbildung 14). Wesentliche methodische Festlegungen sind:

- Systemgrenzen: Endenergieverbrauch des motorisierten Verkehrs innerhalb des Territoriums der Kommune
- Verkehrsmittel: Alle motorisierten Verkehrsmittel
- THG-Emissionen: CO₂-Äquivalente unter Einbezug der Vorkettenemissionen zur Kraftstoff- & Strombereitstellung

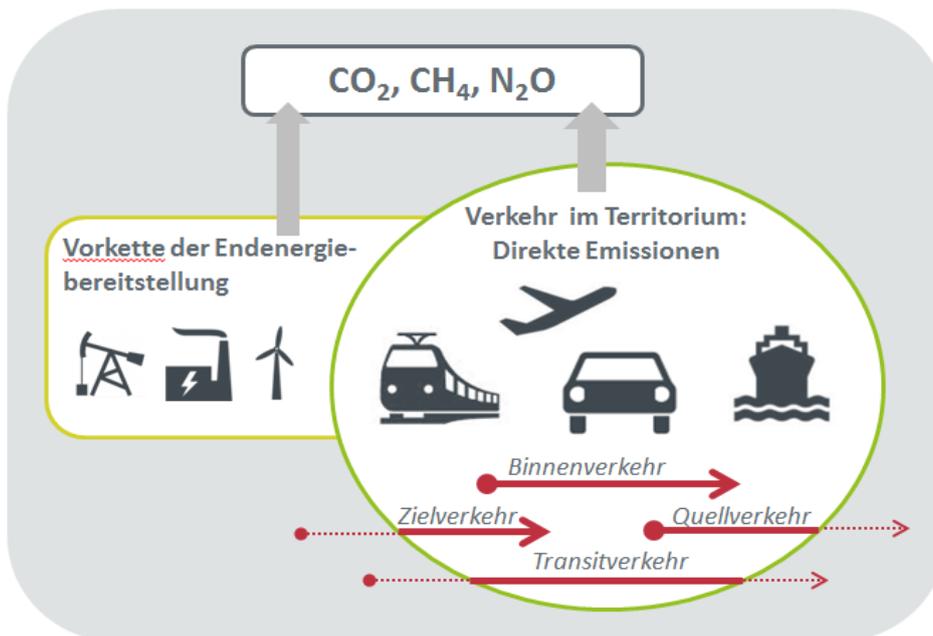


Abbildung 14: Empfehlungen zur Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO) im Verkehr

Notwendige Datengrundlagen für die Bilanzierung sind zum einen Angaben zu den Verkehrsaktivitäten (Fahr- und Verkehrsleistungen), zum anderen Informationen zu den spezifischen Energieverbräuchen und Treibhausgasemissionen der Verkehrsmittel. Die Bilanzierung für 2017 erfolgt teilweise auf abweichenden Datengrundlagen gegenüber der Bilanz im Masterplan für das Jahr 2010, die Ergebnisse sind daher nicht direkt vergleichbar. Zur Bewertung der zeitlichen Emissionsentwicklung im Verkehr wurde daher auch die Bilanz für 2010 aktualisiert.

Grundlage für die Ermittlung der Fahrleistungen im **Straßenverkehr** sind Daten aus dem städtischen Verkehrsmodell, die durch das Amt für Verkehrsmanagement bereitgestellt worden sind. Aus Angaben zu Streckenabschnittslängen, werktäglichen Verkehrsstärken für verschiedene Kfz-Größenklassen und Angaben zum Streckentyp wurden Fahrleistungen des Gesamtjahres für das Stadtgebiet hochgerechnet.

Auch vom Statistische Landesamt sind jährlich gemeindefeine Fahrleistungsdaten auch für Heidelberg verfügbar¹¹, diese sind für das Jahr 2017 insgesamt etwa 5 % niedriger gegenüber den aus dem Verkehrsmodell abgeleiteten Werten, zeigen insgesamt also eine recht gute Übereinstimmung. Da bereits für die Bilanzierung des Jahres 2010 im Masterplan Daten des Statistischen Landesamtes verwendet worden sind, stellte sich auch für die aktuelle Bilanzierung die Frage einer Beibehaltung dieser Datenquelle. Allerdings hat das Statistische Landesamt zwischenzeitlich seine Fahrleistungsberechnungen für die Jahre ab 2010 komplett überarbeitet. Die neuen Fahrleistungsangaben für 2010 liegen für Heidelberg etwa 10 % niedriger gegenüber den im Masterplan verwendeten Angaben, so dass auch innerhalb der vom Statistischen Landesamt früher und heute verfügbaren Datensätze

¹¹ Grundlage beim Statistischen Landesamt sind jährliche Auswertungen automatischer Zählstellen auf Autobahnen und Bundesstraßen sowie Auswertungen in mehrjährigem Abstand der bundesweiten Straßenverkehrszählungen und dem 2010 in Baden-Württemberg eingeführten Verkehrsmonitoring, welche Zählungen auf Landes- und Kreisstraßen einbeziehen.

kein direkter Vergleich der Fahrleistungswerte und daraus berechneten Emissionen zulässig ist.

Für die aktuelle Bilanzierung des Jahres 2017 wurde daher auf das lokale Verkehrsmodell als Datengrundlage umgestellt, da dieses die Vor-Ort-Situation in Heidelberg mit einer höheren Detaillierung erfasst, was für mögliche weitere Auswertungen (z.B. zu lokalen Handlungsansätzen) vorteilhaft ist. Zur Aktualisierung der Bilanz für das Jahr 2010 wurden die dabei benötigten Fahrleistungsangaben über die relativen Fahrleistungsänderungen 2010-2017 in der aktuellen Datenbank des Statistischen Landesamtes rückgerechnet.

Angaben zu Betriebsleistungen und Verkehrsangebot im **Öffentlichen Straßenpersonenverkehr** (Linienbus, Straßenbahn) sind für Heidelberg von der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (RNV) als lokalem ÖPNV-Unternehmen sowie vom Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN) verfügbar. Für die Bilanzierung von **Schieneverkehr** sowie **Binnenschifffahrt** im Stadtgebiet Heidelberg werden sowohl für das Jahr 2017 als auch zur Neuberechnung der Bilanz 2010 Endenergieverbrauchsangaben verwendet, die von ifeu als gemeindefeine Datensätze im Rahmen des Projekts „Klimaschutz-Planer“ für eine BSKO-konforme Bilanzierung abgeleitet worden sind und regelmäßig aktualisiert werden. Grundlage im Schienenverkehr sind von der DB AG bereitgestellte deutschlandweite gemeindefeine Endenergieverbrauchswerte für Zugbetrieb und Rangierbetrieb für ein Fahrplanjahr. Davon ausgehend wurden von ifeu prozentuale Aufteilungen der Energieverbräuche im Schienenverkehr auf alle Gemeinden abgeleitet und anschließend anhand der in TREMOD¹² enthaltenen jährlichen Energieverbräuche des gesamtdeutschen Schienenverkehrs gemeindefeine Energieverbräuche berechnet. Endenergieverbräuche im Binnenschiffverkehr werden jährlich kommunenfein direkt im Modell TREMOD über jährlich beim Statistischen Bundesamt verfügbare Gütertransportmengen aller Wasserstraßen in Deutschland sowie wasserstraßenspezifische Energieverbrauchsfaktoren berechnet.

In Tabelle 1 sind die berücksichtigten Verkehrsmittel und die jeweilige Quelle für Verkehrsdaten der Stadt Heidelberg dargestellt.

Tabelle 1: Quellen für Verkehrsdaten in Heidelberg für das Jahr 2017

Verkehrsmittel	Datenquelle/-herkunft
Motorisierter Individualverkehr (motorisierte Zweiräder, Pkw)	Stadt Heidelberg
Straßengüterverkehr (leicht Nutzfahrzeuge, Lkw >3,5t)	Stadt Heidelberg
ÖSPV (Linienbus, Straßenbahn)	RNV/VRN
Schieneverkehr (Personennah- und -fernverkehr, Güterverkehr)	Deutsche Bahn AG, VRN
Binnenschifffahrt	TREMOD

Zur Berechnung der Endenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen werden aktuelle fahr- und verkehrsleistungsspezifische Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsfaktoren aus dem Modell TREMOD¹³ verwendet. In TREMOD werden der durchschnittliche technische

¹² TREMOD: Transport Emission Model, Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2035; ifeu Heidelberg, im Auftrag des UBA; seit 1993.

¹³ TREMOD (Transport Emission Model) ist Grundlage für die Emissionsberichterstattung der Bundesregierung. Mit dem Modell können die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte sowie einzelfahrzeugspezifische

Stand der Fahrzeugflotte in Deutschland im jeweiligen Bezugsjahr und der Einfluss von Geschwindigkeit und Fahrsituation (z.B. Innerortsstraßen, Autobahnen) berücksichtigt. Weiterhin sind Randbedingungen wie die CO₂-Minderungsziele der Europäischen Kommission, die Zunahme des Anteils von Diesel-Pkw, Beimischung von Biokraftstoffen, etc. abgebildet.

verbrauchs- bzw. emissionsrelevante Parameter für die Bezugsjahre 1960-2050 berücksichtigt werden. TREMOD wird fortlaufend aktualisiert und an aktuelle Entwicklungen angepasst.

Anhang

Tabelle 2: Stationäre energiebedingte CO₂-Emissionen der Stadt Heidelberg nach BSKO

	Private HH	Gewerbe/Sor	Industrie	Städt. Geb.	Öffentl. Geb.	Summe
	<i>Tonnen</i>	<i>Tonnen</i>	<i>Tonnen</i>	<i>Tonnen</i>	<i>Tonnen</i>	<i>Tonnen</i>
1987	362.000	184.000	124.000	32.000	205.000	907.000
1988						
1989						
1990						
1991						
1992						
1993	351.000	191.000	125.000	40.000	220.000	927.000
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999	365.000	227.000	120.000	28.000	224.000	964.000
2000	361.000	208.000	118.000	28.000	249.000	964.000
2001	354.000	204.000	118.000	25.000	249.000	950.000
2002	375.000	208.000	126.000	24.000	239.000	972.000
2003	358.000	206.000	133.000	25.000	233.000	955.000
2004	370.000	195.000	149.000	24.000	233.000	971.000
2005	348.000	199.000	140.000	23.000	231.000	941.000
2006	350.000	197.000	134.000	22.000	225.000	928.000
2007	326.000	215.000	114.000	21.000	249.000	925.000
2008	318.000	219.000	105.000	21.000	248.000	911.000
2009	275.000	202.000	91.000	21.000	246.000	835.000
2010	296.000	234.000	93.000	18.000	234.000	875.000
2011	295.000	225.000	86.000	17.000	257.000	880.000
2012	299.000	221.000	76.000	17.000	238.000	851.000
2013	294.000	220.000	82.000	17.000	212.000	825.000
2014	285.000	221.000	81.000	17.000	208.000	812.000
2015	271.000	435.000	83.000	15.000		804.000
2016	268.000	422.000	88.000	15.000		793.000
2017	267.000	425.000	85.000	15.000		792.000
2018*	277.000	428.000	89.000	16.000		810.000
* vorläufig						

Tabelle 3: Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen im Verkehr, 2010 und 2017

		2010	2017	
Endenergie	Gesamt	1.100	900	GWh
	Kraftstoff	1.100	900	GWh
	Strom	27	22	GWh
THG	Gesamt	345.000	301.000	Tonnen CO₂e
	Kraftstoff	328.000	288.000	Tonnen CO ₂ e
	Strom	16.000	12.000	Tonnen CO ₂ e

Tabelle 4: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und Wohnfläche¹⁴, 1987 bis 2018

	Private Haushalte			Wohnfläche [m ²]
	Tonnen nur Wärme	Tonnen nur Strom	Tonnen SUMME	
1987	275.000	88.000	362.000	4.522.000
1988	271.000	89.000	360.000	4.558.000
1989	268.000	90.000	359.000	4.594.000
1990	265.000	92.000	357.000	4.625.000
1991	262.000	93.000	355.000	4.685.000
1992	258.000	95.000	353.000	4.743.000
1993	255.000	96.000	351.000	4.795.000
1994	254.000	98.000	352.000	4.849.000
1995	253.000	100.000	353.000	4.976.000
1996	252.000	102.000	354.000	5.028.000
1997	251.000	104.000	355.000	5.071.000
1998	250.000	106.000	355.000	5.118.000
1999	258.000	107.000	365.000	5.157.000
2000	253.000	108.000	361.000	5.189.000
2001	248.000	106.000	354.000	5.221.000
2002	248.000	106.000	354.000	5.253.000
2003	244.000	115.000	358.000	5.275.000
2004	255.000	113.000	368.000	5.302.000
2005	236.000	114.000	350.000	5.342.000
2006	240.000	114.000	354.000	5.369.000
2007	215.000	111.000	326.000	5.405.000
2008	211.000	107.000	318.000	5.441.000
2009	189.000	87.000	275.000	5.615.000
2010	187.000	109.000	296.000	5.671.000
2011	187.000	108.000	295.000	5.702.000
2012	191.000	107.000	299.000	5.791.000
2013	190.000	104.000	294.000	5.814.000
2014	183.000	102.000	285.000	5.879.000
2015	170.000	101.000	271.000	5.921.000
2016	172.000	95.000	268.000	5.968.000
2017	177.000	90.000	267.000	5.994.000
2018*	182.000	95.000	277.000	6.033.000

* vorläufig

¹⁴ Ab 1995 werden die Daten des statistischen Landesamtes zur Wohnfläche verwendet.