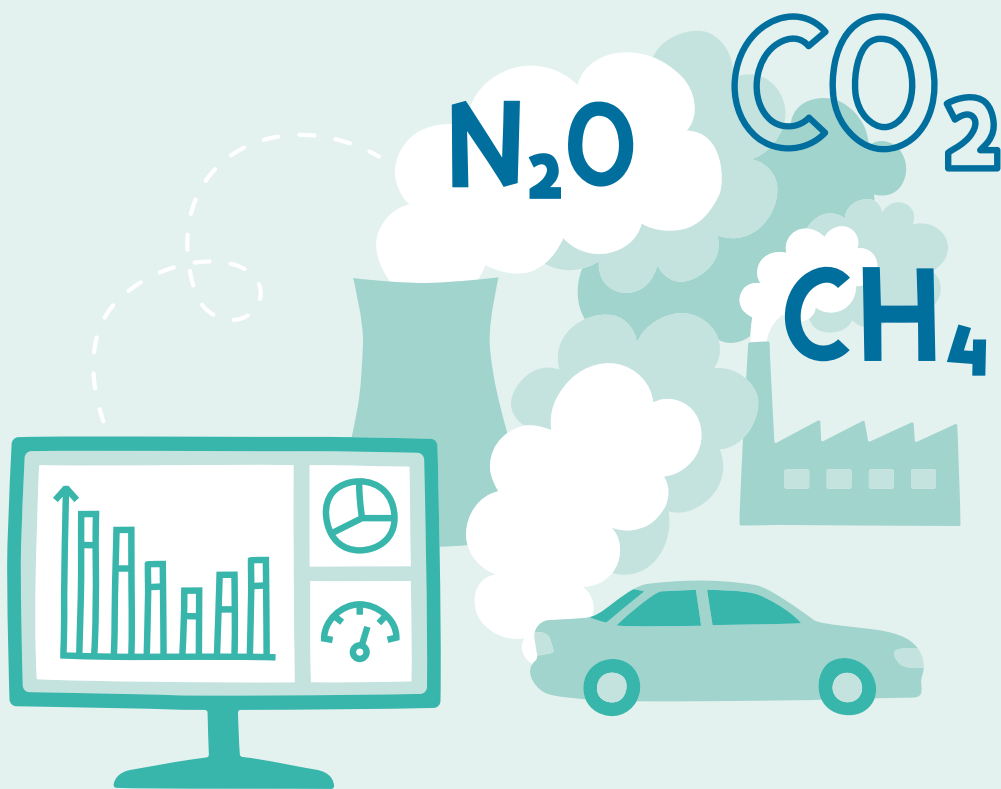


B3 → Schritt 2: Die quantitative
Ist-Analyse in Form von
(Emissions-)Bilanzen



Die Treibhausgasbilanzierung dient Kommunen als Basis für ihre Klimaschutzarbeit und soll sie bei ihren Planungen unterstützen, Prioritäten aufzeigen und Entscheidungen begründen. Sie gibt einen Überblick über die Verteilung der Energieverbräuche und Treibhausgas(THG)-Emissionen, aufgeteilt nach verschiedenen Sektoren und Energieträgern in einer Kommune. Die wichtigsten Sektoren sind Private Haushalte, Gewerbe, Industrie, Verkehr und kommunale Gebäude. THG-Bilanzen helfen dabei, die Entwicklung des Energieeinsatzes und der THG-Emissionen über einen langen Zeitraum aufzuzeigen. In der Energie- und THG-Bilanz lässt sich erkennen, welche Sektoren die Großverbraucher vor Ort sind und welche Energieträger in der Kommune eingesetzt werden. Darauf aufbauend können Schwerpunkte bei der Maßnahmenplanung gesetzt und Klimaschutzstrategien abgeleitet werden. Sie ist zudem Grundlage für die Berechnung möglicher Minderungspotenziale und der Szenarien. Anhand der Bilanz lassen sich außerdem verschiedene Unterziele – etwa der Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch – festlegen und lässt sich der Grad der Zielerreichung kontrollieren. Energie- und THG-Bilanzen sind deshalb ein wichtiger Baustein des kommunalen Klimaschutzmonitorings → *Kap. B7*.

Bei der Erstellung und Nutzung von Bilanzen sollte deren Aussagekraft berücksichtigt werden. Aufgrund der nicht immer vollständigen Datenverfügbarkeit und von Änderungen der Struktur der Daten sind Unsicherheiten bei den Ergebnissen immer einzukalkulieren und sichtbar zu machen. Bei der Interpretation von sich in den Bilanzen zeigenden Veränderungen sollte berücksichtigt werden, dass neben den kommunalen Klimaschutzmaßnahmen noch andere Faktoren einen Einfluss auf die Ergebnisse haben können → *Kap. B3.7*. Zur besseren Vergleichbarkeit gelten für eine Bilanzierung deshalb gewisse Mindeststandards:

- Verwendung abgesicherter und in der Fachwelt akzeptierter Methoden und Daten
- Transparenz und Nachvollziehbarkeit sowie Aufführung wichtiger Annahmen und Angabe von Quellen
- korrekte Abbildung klimaschutzwirksamer Handlungsstrategien, sodass es nicht zu Fehlentscheidungen kommt
- zielführend: Methodik, Umfang und Detaillierung der Bilanz sollten sich adäquat an der Fragestellung ausrichten
- Möglichkeit zum Vergleich mit anderen Kommunen

Im Folgenden werden die Methodik, die benötigten Daten sowie die Auswertungsmöglichkeiten der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) erläutert. Außerdem wird aufgezeigt, welchen Einfluss Kommunen durch Einsparmaßnahmen haben.

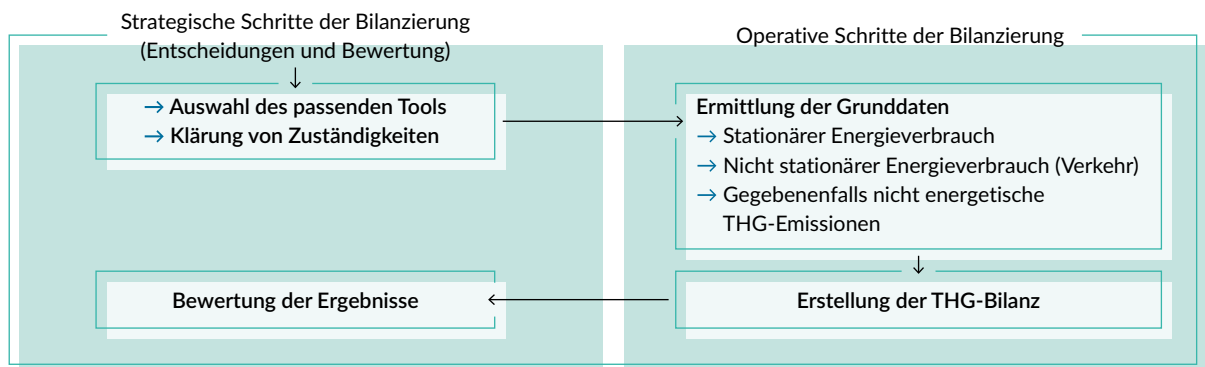


Abbildung B3.1

Einzelschritte bei der Entwicklung einer kommunalen Treibhausgasbilanz (Quelle: eigene Darstellung)

→ 3.1 Welche Methodik ist die passende? Bilanzierungstools im Überblick

Vor der Erstellung einer Treibhausgasbilanz sollten zwei grundlegende Fragen beantwortet werden:

1. Wird die Bilanz durch einen externen Dienstleister erstellt oder erledigt diese Aufgabe die Verwaltung selbst?
2. Mit welcher Software wird die Bilanzierung erstellt?

Das Umweltbundesamt (UBA) empfiehlt, bei der Erstellung der THG-Bilanz der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) zu folgen. Mit der Einführung von BISKO existiert bei der kommunalen THG-Bilanzierung erst-

mals eine einheitliche Methodik, die bundesweit angewendet wird. BISKO wurde im Rahmen des vom Bundesumweltministerium geförderten Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) erstellt und findet sich in den verschiedenen Software-Tools für die Bilanzierung wieder.

Manche Bundesländer stellen den Kommunen eine Software kostenlos zur Verfügung und bieten zudem Unterstützung bei der Datenerhebung, beispielsweise in Form einer zentralen Bereitstellung verschiedener Daten; genaue Informationen liefern die jeweiligen Energieagenturen.

→ 3.2 Der methodische Standard: Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO)

Die Bilanzierungssystematik Kommunal ermöglicht durch die Standardisierung der Methodik einen deutschlandweiten Vergleich von THG-Bilanzen verschiedener Kommunen. Wesentliche Elemente der Basisbilanz sind:

- endenergiebasierte Territorialbilanz
- CO₂ als Leitindikator – inklusive Äquivalente
- Berücksichtigung von Vorketten
- Stromemissionen mit Bundesmix (Basisbilanz); Ermittlung des Territorialmix Strom für den Vergleich
- keine Witterungskorrektur (Basisbilanz)
- Aufteilung nach Endenergieverbrauchern und Energieträgern
- exergetische Bewertung von Strom und von Fern- und Nahwärme
- die Ausweisung der Datengüte

BISKO ist (bislang) noch kein Standard zur einheitlichen Datenverarbeitung oder -nutzung. Das liegt daran, dass die Datenquellen und damit verbunden das Datenformat sehr unterschiedlich sein können. Zudem wurde im BISKO-Standard bislang auf die Bilanzierung nicht energetischer THG-Emissionen verzichtet, die etwa durch Nahrungsmittel oder den Einsatz von Kältemitteln, nicht aber durch die Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Hintergrund dafür sind die uneinheitlichen beziehungsweise nicht vorhandenen Daten-

grundlagen, besonders auf Gemeindeebene. Dies wäre jedoch für ein zielführendes Monitoring unabdingbar. Wie die Datengrundlagen und die einheitliche Datenbearbeitung verbessert werden können und der BISKO-Standard weiterentwickelt werden kann, wurde zuletzt im Rahmen eines UBA-Berichts diskutiert (vgl. Gugel et al. 2020).

Endenergiebasierte Territorialbilanz

Bei der endenergiebasierten Territorialbilanz werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. Endenergie meint dabei die von Industrie, Haushalt, Gewerbe und Dienstleistungen in einer Volkswirtschaft eingesetzte Energie – also jene, die beispielsweise am Hauszähler gemessen wird. Über spezifische Emissionsfaktoren werden anschließend die THG-Emissionen berechnet. Graue Energie und Energie, die außerhalb der Stadtgrenzen, zum Beispiel bei einem Hotelaufenthalt, benötigt wird, werden hingegen nicht bilanziert. Graue Energie bezeichnet dabei die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produkts – oder Gebäudes – benötigte Energie. Vorteil dieses Bilanzierungsprinzips ist, dass die Energieverbraucher*innen im Mittelpunkt der Bilanzierung stehen. Maßnahmen des Konzepts können deswegen auf die einzelnen Verbrauchs-

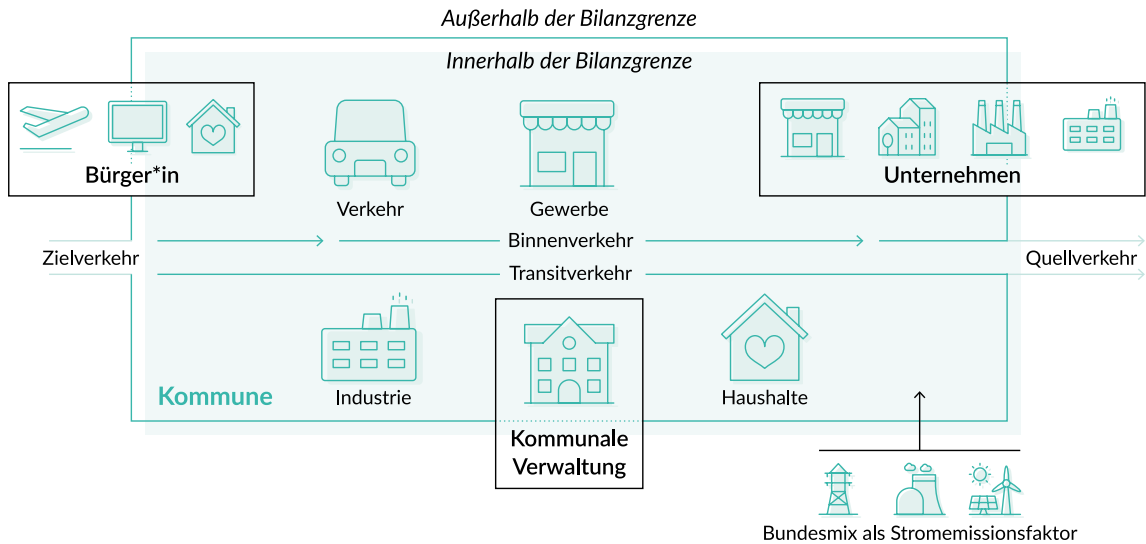


Abbildung B3.2

Bilanzgrenzen der BSKO-Systematik (Quelle: eigene Darstellung)

sektoren zugeschnitten und die Erfolge in der Bilanz zielgruppenspezifisch dargestellt werden.

Emissionsfaktoren

Wichtigste Größe bei Treibhausgasbilanzen ist die Emission von Kohlenstoffdioxid (CO_2), das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas freigesetzt wird. CO_2 leistet den größten Beitrag zum Treibhauseffekt und wird deshalb oft als Leitindikator für Treibhausgase verwendet und im allgemeinen Sprachgebrauch mit Treibhausgasemission gleichgesetzt. Neben Kohlenstoffdioxid haben weitere Gase Einfluss auf den Treibhauseffekt: Methan (CH_4), Distickstoffmonoxid (N_2O) sowie die F-Gase, zu denen Schwefelhexafluorid (SF_6) und Stickstofftrifluorid (NF_3) zählen. Um ihre Wirkung vergleichen zu können, wird das Treibhauspotenzial dieser Stoffe auf die Treibhausgaswirkung von CO_2 bezogen. Die Methanemissionen (CH_4) werden dann zum Beispiel nicht in Kilogramm Methan, sondern in Kilogramm CO_2 -Äquivalenten angegeben. Da Methan die 25-fache Treibhausgaswirkung von Kohlenstoffdioxid hat, wird der Ausstoß von einer Tonne Methan in 25 Tonnen CO_2 -Äquivalente umgerechnet. An dritter Stelle steht Lachgas (N_2O), das insbesondere in der Landwirtschaft eine große Rolle spielt. Lachgas hat sogar die 298-fache Treibhausgaswirkung gegenüber CO_2 . Die BSKO-Systematik berücksichtigt die Treibhausgasemissionen in CO_2 -Äquivalenten von CO_2 , CH_4 und N_2O .

Neben den CO_2 -Äquivalenten werden bei der Berechnung der THG-Emissionen auch die Vorketten der Energiebereitstellung berücksichtigt. Das bedeutet: Nicht nur die direkten Emissionen werden bei der Verbrennung eines Energieträgers berechnet, sondern auch die Emissionen, die durch die Gewinnung, Umwandlung und den Transport des Energieträgers entstehen. Vorketten führen dazu, dass Erneuerbare Energieträger wie die Biomasse nicht komplett emissionsfrei sind, weil hier auch Emissionen fossiler Energieträger, zum Beispiel der Benzinverbrauch beim Transport von Gütern, berücksichtigt werden. Die bei BSKO verwendeten Emissionsfaktoren sind im dazugehörigen Methodenpapier dargestellt (vgl. Hertle et al. 2019).

Bezugsjahr

THG-Bilanzen sollten den Anspruch einer größtmöglichen Aktualität haben. Wie aktuell Energie- und THG-Bilanzen sind, hängt meist von der Datenverfügbarkeit bei den Datenlieferanten ab. Deshalb sollte bei der Erstellung von CO_2 -Bilanzen beachtet werden, dass validierte und veröffentlichungsfähige Daten häufig erst ein bis zwei Jahre nach einem Bezugsjahr vorliegen. In der Praxis wird derzeit mit einer etwa ein- bis anderthalbjährigen „Verspätung“ der Bilanz gerechnet. So kann mit Daten für das Bilanzjahr 2022 beispielsweise frühestens Anfang 2024 gerechnet werden.

PRAXISHINWEIS



Möglichkeiten und Grenzen der BSKO-Systematik

An eine Treibhausgasbilanzierung werden verschiedene Ansprüche gestellt: Einerseits soll sie die Energiesituation vor Ort darstellen und möglichst detailliert einzelne kommunale Institutionen abbilden, die Effekte kommunaler Klimaschutzaktivitäten aufzeigen. Andererseits soll sie mit der THG-Bilanz anderer Kommunen vergleichbar sein. Daraus entstehen Zielkonflikte, die nicht immer miteinander vereinbar sind und in → *Abb. B3.3* zum Ausdruck kommen.

Nicht alle gestellten Ansprüche lassen sich in der Basisbilanz abbilden. Das zeigt sich am Beispiel der **Territorialbilanz** für den Sektor Verkehr: Die endenergiebasierte Territorialbilanz erfasst alle motorisierten Verkehrsaktivitäten im Gebiet der Kommune, da für diese Bilanzierungsart meist Daten verfügbar und entsprechend einfach in BSKO anwendbar sind. Wenn es die Daten zulassen, ist optional eine zusätzliche, handlungsorientierte Differenzierung zwischen Binnenverkehren (Start und Ziel in der Kommune), Quell-Ziel-Verkehren (Start oder Ziel in der Kommune) sowie Durchgangsverkehr empfehlenswert → *Abb. B3.2*. Denn: Die Summe der Fahr- und Verkehrsleistungen im Territorium allein ist nur bedingt aussagekräftig für die kommunalen Handlungsmöglichkeiten im Verkehr.

Neben der Territorialbilanz gibt es im Verkehr noch weitere Möglichkeiten der Abgrenzung des Bilanzraums → *Abb. B3.4*:

- In der Inländerbilanz werden sämtliche Fahrten der Einwohner*innen einer Kommune unabhängig vom Ort des Verkehrsgeschehens einbezogen. Dagegen werden Verkehre auswärtiger Besucher*innen oder Pendler*innen in der Kommune nicht abgebildet.

- Eine Binnen-Quell-Ziel-Bilanz (BQZ-Bilanz) erfasst Energieverbrauch und Emissionen aller Verkehrsaktivitäten, die durch die Funktionen einer Kommune, also durch Wohnen, Arbeiten, Produktion und Versorgung, verursacht werden. Binnenverkehre werden der Kommune vollständig zugerechnet, Quell-Ziel-Verkehre hingegen nur anteilig.
- In einer Energieabsatz-Bilanz werden alle Verkehrsaktivitäten mit in der Kommune abgesetzter Energie (Kraftstoff, Strom) erfasst – unabhängig vom Verbrauchsort. Dieses Bilanzierungsprinzip findet in der internationalen Klimaberichterstattung für den Verkehr Anwendung. Für kommunale Bilanzen liegen entsprechende Basisdaten allerdings nur in Stadtstaaten mit eigenen Energiestatistiken vor. Die Daten sind dann nur nach den einzelnen Verkehrsträgern wie Straße, Schiene, Wasser oder Luft differenziert, nicht aber nach einzelnen Verkehrsmitteln.

Jedes dieser Bilanzierungsprinzipien hat individuelle Vor- und Nachteile, zum Beispiel hinsichtlich regelmäßig verfügbarer und lokalspezifischer Verkehrsdaten, der Abbildung des kommunalen Handlungsbereichs sowie einer maßnahmenorientierten Differenzierung der Emissionen aus dem Verkehr. Für die BSKO-Methodik wird deshalb die Territorialbilanz verwendet, die auch am besten mit der Methodik in stationären Sektoren sowie mit internationalen Bilanzierungsempfehlungen für Kommunen kompatibel ist (vgl. Hertle et al. 2019).

+	Territorialprinzip als Basis der weltweiten Klimarahmenkonvention	Zeichnet ein Zustandsbild klimapolitischer Entscheidungen aller Ebenen	Identifikation kommunaler Einflussmöglichkeiten
-	Zeigt nicht die Klimaschutzaktivitäten einzelner Akteure	Stadt(verwaltung) kann nicht alle THG-Emissionen direkt beeinflussen	Keine THG-Bilanzierung von nicht energetischen Emissionen

Abbildung B3.3
Möglichkeiten und Grenzen der BSKO-Systematik (Quelle: eigene Darstellung)

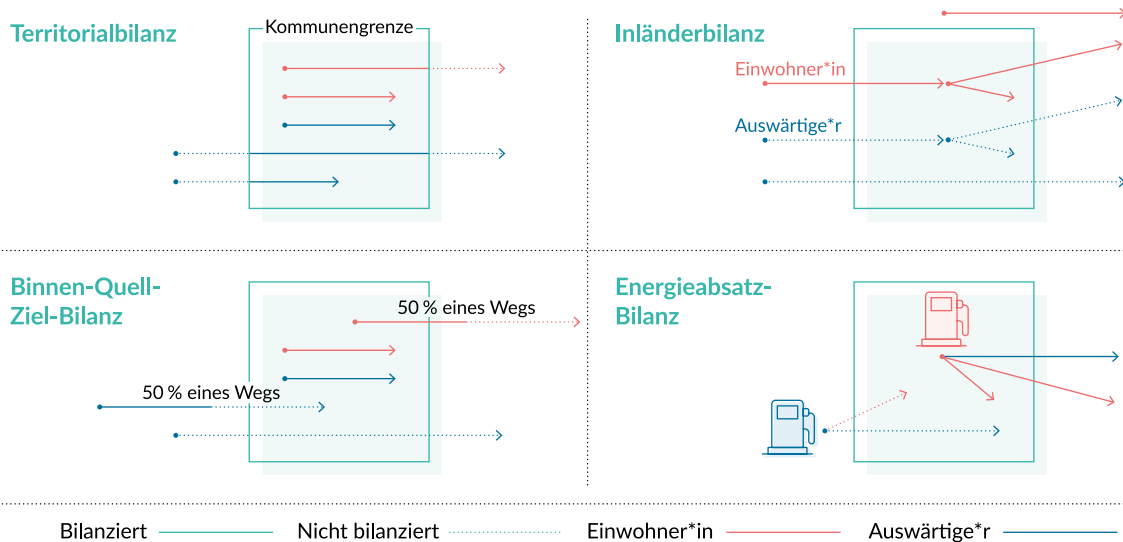


Abbildung B3.4

Bilanzierungsprinzipien im Verkehr (Quelle: eigene Darstellung)

Retrospektive THG-Bilanzierung

Wird eine Bilanz zum ersten Mal erstellt, fehlen in der Kommune die Vergleichswerte zu früheren Jahren. Trotzdem wird oft der Vergleich zu vorangegangenen Bezugsjahren gesucht oder gewünscht. Die Erstellung früherer Bilanzen beziehungsweise eine Rückrechnung anhand aktueller Werte ist allerdings mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Vielfach liegen die Daten weder in der benötigten Form noch in einheitlicher Methodik vor. Bei einer Retrospektive empfiehlt sich deshalb eine überschlägige Berechnung – in der Emissionsberichterstattung sollte darauf deutlich hingewiesen werden.

Wurde bereits eine Bilanz in der Kommune erstellt, ist für Vergleichbarkeit und konkrete Aussagen neben der einheitlichen Methodik auch die Datenkonsistenz von hoher Bedeutung. Die alte Bilanz sollte deshalb auf zwei wesentliche Aspekte hin genau geprüft werden:

- Welche Daten wurden erhoben, wer hat sie bereitgestellt und sind sie in der damals erhobenen und jetzt vorliegenden Form noch zu erhalten?
- Welche Methodik wurde angewandt und entspricht diese den heutigen Standards?

Ergeben sich bei der Analyse Unterschiede, muss eine Vergleichbarkeit der Daten geprüft werden. Ist ein Vergleich nicht oder nur schwer möglich, sollte für die neue Bilanz die aktuell verfügbare Methodik inklusive der damit erhobenen Daten als Standard festgelegt werden. Die alten Daten der vorherigen Bilanz sollten anschließend so weit wie möglich an die neue Bilanz angepasst und hinterher verglichen werden.

INTERNETTIPPS



- Allgemeine Informationen zu Energie- und CO₂-Bilanzen liefert das Arbeitsblatt „Energie- und CO₂-Bilanz als wirksames Instrument für Klimaschutz in Kommunen“, abrufbar unter: www.difu.de/publikationen/2020/energie-und-co2-bilanz-als-wirksames-instrument-fuer-klimaschutz-in-kommunen
- Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) fasst in seiner Publikation „Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“ detailliert wesentliche Elemente des BSKO-Standards zusammen: www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

→ 3.3 Ermittlung und Aufbereitung: Welche Daten sind nötig?

Wird eine Treibhausgasbilanz zum ersten Mal erstellt, ist für die Datensammlung genügend Zeit einzukalkulieren. Ansprechpartner*innen müssen gefunden und die Daten in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden. Um die Fortschreibungsfähigkeit einer Bilanz zu gewährleisten, sollte zudem die dauerhafte Verfügbarkeit der Daten geklärt werden. Für den stationären Verbrauch der Endenergie sind neben den leitungsgebundenen Energieträgern wie Gas, Strom und Fernwärme auch die nicht leitungsgebundenen Energieträger wie Heizöl zu erheben. Bei der nicht stationären Bilanzierung im Verkehrsbereich werden die Verkehrsmengen (Fahr- beziehungsweise Verkehrsleistungen) verschiedener Verkehrsmittel benötigt. Aus den Verkehrsmengen lassen sich anhand spezifischer Faktoren wiederum die THG-Emissionen und der Endenergiebedarf ermitteln → Kap. B3.4, B3.5.

Die im Folgenden vorgestellten Quellen für eine kommunale THG-Bilanz sind vielfältig. Die Ersteller*innen müssen vorab festlegen, welche Daten sie mit welchem Ziel sammeln. Kommunale THG-Bilanzen beruhen häufig auf Annahmen und Abschätzungen – oft liegen ihnen mehrere und sehr unterschiedliche Quellen zugrunde. Dadurch besteht die Möglichkeit von Doppelzählungen, die in jedem Fall vermieden werden sollten. Idealerweise werden Daten mit der höchsten Güte → Kap. B3.3.2 für die Bilanzierung herangezogen, um eine möglichst exakte Wiedergabe der Wirklichkeit zu gewährleisten.

Vor der weiteren Nutzung sollten die zusammengestellten Daten noch einmal auf ihre Richtigkeit hin geprüft werden: Das jeweilige Bilanzjahr muss korrekt den entsprechenden Daten zugeordnet werden können – das gilt auch bei Fortschreibungen von Bilanzen. Oft werden die Daten in unterschiedlichen Einheiten erfasst. Um sie besser miteinander vergleichen zu können, sollte sich die Bilanz auf eine Basiseinheit festlegen. Für Kommunalbilanzen bietet sich für den Endenergieverbrauch die Grundeinheit Kilowattstunde (kWh) mit den dazugehörigen Einheiten Megawattstunde (MWh) oder Gigawattstunde (GWh) an.

Die Berechnung der THG-Emissionen basiert auf den jeweiligen Endenergieverbrauchsdaten, die in der Regel auf Basis des Heizwertes H_i (früher unterer Heizwert H_u) erfasst sind. Allerdings gibt es Ausnahmen: Gasversorger rechnen den Verbrauch meistens auf Basis des Brennwertes H_s (früher oberer Heizwert H_o) ab, der für die Erstellung der THG-Bilanz auf den Heizwert umgerechnet werden muss. Da sich zwischen Brenn- und Heizwertangaben bis zu zehn Prozent Differenz ergeben können, ist eine genaue Erfassung der Daten von hoher

Relevanz. Bestehen Zweifel in Bezug auf die Richtigkeit der Angaben, lässt sich durch gezieltes Nachfragen bei den Datenbereitstellern Klarheit herstellen.

→ Tab. B3.1 zeigt für verschiedene Energieträger, wie sich aus den ermittelten Daten die Heizwertangaben in Brennwertangaben umrechnen lassen – und umgekehrt.

	Erdgas	Heizöl	Flüssig- gas	Stein- kohle	Braun- kohle
Heizwert → Brennwert	1,11	1,06	1,09	1,04	1,07
Brennwert → Heizwert	0,901	0,943	0,917	0,962	0,935

Tabella B3.1

Umrechnungsfaktoren Brennwert und Heizwert für verschiedene Energieträger (Quelle: eigene Darstellung)

3.3.1 Bilanzierung über vorliegende Verbrauchsdaten

Für jeden Energieträger in den Verbrauchssektoren gibt es je nach Datenlage mehrere Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu ermitteln. Gerade bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern wie dem Heizölverbrauch privater Haushalte gibt es verschiedene Verfahren, Energieverbräuche zu berechnen – infrage kommen beispielsweise Daten der Schornsteinfeger*innen oder Kennwerte. Am Ende sollte die Option ausgewählt werden, welche die höchste Datengüte besitzt. Stehen mehrere Optionen zur Verfügung, können sie genutzt werden, um Ergebnisse abzugleichen und einzuordnen. Große Abweichungen zwischen den einzelnen Optionen weisen darauf hin, dass die Eingangsdaten gegebenenfalls noch einmal geprüft werden sollten. Die Bilanzierungssoftware Klimaschutz-Planer oder das Tool BICO2 BW haben dieses Optionenmodell implementiert und liefern automatisch das Ergebnis mit der besten Datengüte.

INTERNETTIPP



→ Informationen zum Bilanzierungstool BICO2 BW für baden-württembergische Kommunen finden sich unter: www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung

Daten	Quelle	Datengüte	Wertung Datengüte	Anteil am Endenergieverbrauch	Anteilige Datengüte (Wertung × Anteil)
Stromverbrauch	EVU	A	1	30%	0,300
Erdgasverbrauch	EVU	A	1	39%	0,390
Heizölverbrauch Haushalt und Gewerbe	Kennzahlen, Wohn- und Nutzflächen	C	0,25	8%	0,020
Heizölverbrauch Industrie	Daten Statistisches Landesamt und Kennzahlen	B	0,5	20%	0,100
Biomasse	Bundesweiter Kennwert pro Einwohner*in	D	0	2%	0,000
Solarthermie	Absorberflächen über BAFA	B	0,5	1%	0,005
Gesamt				100%	0,815
Gesamtdatengüte					81,5%

Tabelle B3.2

Beispielhafter stationärer Energieverbrauch einer Kommune und die daraus ermittelte Datengüte für die Gesamtbilanz (Quelle: eigene Darstellung)

3.3.2 Was bedeutet Datengüte?

Für alle kommunalen Energie- und Treibhausgasbilanzen empfiehlt der BSKO-Standard, eine Datengüte der Bilanz anzugeben, wobei Datengüte den Maßstab für die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz meint. Eine Kommune sollte im Erstellungsprozess der Bilanz eine möglichst hohe Datengüte erreichen und ihre Bilanzen in Zukunft auf diesem Niveau fortschreiben und nach Möglichkeit verbessern. Die Wertung der Datengüte erfolgt in den Abstufungen A (höchste Güte) bis D (niedrigste Güte):

- Datengüte A (regionale Primärdaten) → Faktor 1
- Datengüte B (Primärdaten und Hochrechnung) → Faktor 0,5
- Datengüte C (regionale Kennwerte und Statistiken) → Faktor 0,25
- Datengüte D (bundesweite Kennzahlen) → Faktor 0

Leitungsgebundene Energieträger erhöhen die Aussagekraft einer Bilanz. Ist ihr Anteil innerhalb der Kommune gering, lässt sich eine Verbesserung der Datengüte nur mit schwer vertretbarem Aufwand, etwa durch die Befragung von Haushalten, erreichen, der im Falle einer Fortschreibung der Bilanz erneut betrieben werden muss.

Um die eigenen Bilanzen für spätere Bearbeiter*innen transparent zu gestalten, sollte für die Datenquellen mit dazugehörigen Energieverbräuchen die jeweilige Datengüte des Gesamtverbrauchs sowie der einzelnen Verbrauchssektoren notiert werden. Anhand der verschiedenen Anteile der Daten am Endenergieverbrauch kann schnell ermittelt werden, auf welcher Datengüte eine Bilanz überwiegend basiert.

Im Beispiel aus → *Tab. B3.2* basiert der überwiegende Anteil der Energieverbräuche auf leitungsgebundenen Energieträgern für die Gesamtbilanz und kann mit Datengüte A erhoben werden. Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern wurde der Energieverbrauch über Kennwerte sowie Nutz- und Wohnflächen abgeschätzt (Datengüte B und C). Bei Solarthermie lag ein Solarkataster mit den Solarflächen vor, die mit gemittelten spezifischen Energieerträgen multipliziert wurden (Datengüte B). Lediglich bei der Biomasse wurde der Bundesdurchschnitt über die Einwohnerschaft hochgerechnet (Datengüte D). Daraus ergibt sich eine anteilige Datengüte mit dem Faktor 0,82 beziehungsweise von 82 Prozent. Für die Interpretation der Aussagekraft der Bilanz lassen sich die Ergebnisse einer Gesamtbilanz mit Blick auf die Datengüte gemäß der Einteilung in → *Tab. B3.3* differenzieren.

Analog zur Gesamtbilanz lässt sich auch für die einzelnen Sektoren die Datengüte ermitteln. Da eine Aufteilung aktuell noch auf vielerlei Annahmen und selten auf exakten Quellen basiert, ist bei der sektoralen

Anteilige Datengüte (in Prozent)	Datengüte des Endergebnisses
> 80	A – gut belastbar
> 65–80	B – belastbar
> 50–65	C – relativ belastbar
Bis 50	D – bedingt belastbar

Tabelle B3.3

Aussagekraft der Bilanz nach Datengüte (Quelle: eigene Darstellung)

Datengüte von niedrigeren Werten auszugehen, als es für die Gesamtbilanz der Fall ist. Eine Interpretation der Ergebnisse sollte aufgrund der Aussagekraft deshalb nur mit Vorsicht erfolgen.

Da die Datengüte jeweils getrennt nach stationärem Bereich und Verkehrsbereich ermittelt wird, müssen die Daten für eine Bewertung der Gesamtbilanz auf Basis ihrer jeweiligen Anteile zusammengefügt werden.

→ 3.4 Die Treibhausgasbilanz im stationären Bereich

3.4.1 Datenquellen für die Bilanzierung

Der stationäre Bereich umfasst die Bilanzierung ohne Verkehrsanteil, also die Energieversorgung von Gebäuden und fest installierten Verbrauchern. Die Datenquellen für die Erstellung einer Endenergiebilanz können dabei sehr vielfältig sein. In einigen Bundesländern gibt es bereits

verschiedene Unterstützungsangebote seitens des Landes, der Landesenergieagenturen oder anderer Stellen.

Für die Erstellung einer THG-Bilanz sollten die leitungsgebundenen Energieträger mittels Originalquellen von Netzbetreibern, Konzessionszahlungen und Energieversorgern erfasst werden, um dadurch die BSKO-Vorgaben einhalten zu können.

Datenquelle	Inhalt	Berücksichtigte Sektoren	Datengüte
Verteilnetzbetreiber	Energieverbrauch Strom und Erdgas der Gesamtkommune	Alle	A
Energieversorger	Wärmeverbrauch Fern- und Nahwärme	Alle	A
Eigene Erhebungen für nicht leitungsgebundene Energieträger	Energieverbrauch Heizöl, Solarthermie-, Biomasse- und Geothermieanlagen	Je nach Erhebung	A
Stromverbrauch für Wärmepumpen	Wärmeerzeugung und -verbrauch aus elektrischen Wärmepumpen	Alle	A
Sektorspezifische Auswertungen: Kommune	Strom- und Wärmeverbrauch kommunaler Gebäude	Kommune	A
Sektorspezifische Auswertungen: Industrie	Strom- und Wärmeverbrauch nach Energieträgern aufgrund von Betriebsbefragungen	Industrie	A
Daten der Schornsteinfeger*innen	Ermittlung Heizölverbrauch über Leistung der Kessel	→ Private Haushalte → Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	B
Förderprogramme	Ermittlung für verschiedene Energieträger anhand der Förderungen im Zeitrahmen des Förderprogramms für die Gesamtkommune	Je nach Förderprogramm, meist jedoch: → Private Haushalte → GHD	B
Gebäudekennzahlen	Wärmeerzeugung aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern (keine Aufteilung) auf Basis von Gebäudetypologien und angenommenen Verbräuchen	→ Private Haushalte → GHD	C
Heizölverbrauch über Kennzahlen und Erdgasverbrauch	Berechnung des Wärmeverbrauchs (Heizöl) über Gesamtwärmebedarf (ermittelt über Einwohner*innen- und Sozialversicherungsbeschäftigten-Kennwerte) in Abhängigkeit des Erdgasverbrauchs	→ Private Haushalte → GHD	C-D
Energieverbrauch der Industrie über Kennzahlen	Berechnung des Wärmeverbrauchs in der Industrie über Beschäftigtenzahlen	Industrie	C-D

Tabelle B3.4

Übersicht zu wichtigen Quellen und Daten für eine stationäre Treibhausgasbilanz (Quelle: eigene Darstellung)

3.4.2 Leitungsgebundene Energieträger

Wichtigste Ansprechpartner zur Ermittlung der leitungsgebundenen Energieträger sind die Netzbetreiber der lokalen Verteilnetze Strom und Erdgas, die auch die dazugehörigen Konzessionen besitzen. Die Daten zum Strom- und Erdgasverbrauch liegen dem Verteilnetzbetreiber meistens als Gesamtverbräuche vor. Außerdem regeln sie ihre Netze mithilfe von Lastprofilen verschiedener Kundengruppen, den so genannten Standardlastprofilen. Die Aufschlüsselung orientiert sich an der Einteilung der Standardlastprofile des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW). Großverbraucher werden separat im Rahmen der registrierenden Leistungsmessung (RLM) erfasst. Netzbetreiber können mithilfe dieser Standardlastprofile folgende Daten zur Verbrauchserfassung zur Verfügung stellen:

a) Stromverbräuche

Private Haushalte

- Die Summe der Stromverbräuche der BDEW-Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers:
 - H0 Haushalt

Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Kleinverbraucher

- Die Summe der Stromverbräuche der BDEW-Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers:
 - L0 Landwirtschaftsbetriebe allgemein
 - L1 Landwirtschaft Milch, Nebenerwerb
 - L2 Landwirtschaft übrige
 - G0 Gewerbe allgemein
 - G1 Gewerbe werktags
 - G2 Gewerbe Verbrauch Abend
 - G3 Gewerbe durchlaufend
 - G4 Laden, Friseur
 - G5 Bäckerei mit Backstube
 - G6 Wochenendbetrieb + RLM Kunden (GHD-Großbetriebe, unter anderem Universität, Verwaltung, Rechenzentren, Softwareunternehmen), die nicht dem verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen sind

Industrie und verarbeitendes Gewerbe

- Die Summe aller Stromverbraucher mit registrierender Leistungsmessung von Industriebetrieben – gemäß den Branchen des verarbeitenden Gewerbes

Weitere Verbraucher

- Wärmepumpen: die Summe der Stromverbräuche der BDEW-Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers:
 - WP1 Heizungsprofil
 - HZ2 Wärmepumpen
- Nachtspeicherheizungen: die Summe der Stromverbräuche der BDEW-Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers:
 - HZ0 Speicherheizung, getrennte Messung
 - HZ1 Speicherheizung, gemeinsame Messung
 - NS0 Heizungsprofil
- Straßenbeleuchtung: die Summe des Lastprofils:
 - LS0 Straßenbeleuchtung

b) Erdgasverbrauch

Private Haushalte

- Die Summe der Erdgasverbräuche der Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers:
 - EFH Einfamilienhaus < 50.000 kWh
 - MFH Mehrfamilienhaus > 50.000 kWh
 - HK3 Kochgas

Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Kleinverbraucher

- Die Summe der Erdgasverbräuche der Standardlastprofile (beziehungsweise spezifisch betrieblich vergleichbarer) des Netzbetreibers, die nicht den Haushaltskunden zuzuordnen sind:
 - unter anderem GBA Bäckereien
 - GBD sonstige betriebliche Dienstleistungen
 - GBH Beherbergungen
 - GGA Gaststätten, GGB Gartenbau
 - GHA Einzel- und Großhandel
 - GKO Gebietskörperschaften
 - GMF Haushaltsähnlicher Betrieb
 - GMK Metall und Kfz
 - GPD Papier und Druck
 - GWA Wäschereien + RLM Kunden (GHD-Großbetriebe, unter anderem Universität, Verwaltung, Rechenzentren, Softwareunternehmen), die nicht dem verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen sind

Industrie und verarbeitendes Gewerbe

- Die Summe aller Erdgasverbraucher mit registrierender Leistungsmessung von Industriebetrieben – gemäß den Branchen des verarbeitenden Gewerbes (Kraftwerkseinsatz möglichst separat)

Weitere Verbraucher

- Erzeugung: die Summe des Erdgasverbrauchs der Anlagen mit Erdgasnutzung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder Fernwärme-Betrieb kleiner sowie größer als hundert Kilowatt

Zudem sollte geprüft werden, ob Strom- und Erdgasverbrauch eventuell vom Verteilnetzbetreiber nicht erfasst werden – was zum Beispiel bei Stickleitungen oder Strom-Eigenerzeugung von Industriebetrieben der Fall ist. Daten zu Stromeinspeisungen aus Erneuerbaren Energien sind ebenfalls beim Netzbetreiber erhältlich.

Wer Netzbetreiber auf dem Gebiet der Kommune ist, steht in den Konzessionsverträgen. In manchen Fällen gibt es innerhalb des Gemeindegebiets zwei oder mehr Netzgesellschaften, die Konzessionsabgabenzahlungen der Netzgesellschaft liegen den Kämmereien vor. Vom Netzbetreiber übermittelte Daten sind mit den Verbräuchen der Konzessionsabgaben zu vergleichen und sollten mit diesen übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, sollte geprüft werden, ob alle für die Kommune relevanten Bilanzkreise für die Bilanz vom Netzbetreiber erfasst wurden. Die Konzessionsdaten haben sich für eine Aufteilung auf die Verbrauchssektoren hingegen nicht bewährt.

Der lokale Energieversorger ist häufig auch der Betreiber von Nah- und Fernwärmenetzen. Aus Bilanzierungssicht interessieren neben den Erzeugungsdaten auch die Verbrauchsdaten nach Verbrauchssektoren – innerhalb des Gebiets der Kommune sollten alle Verbräuche für die Bilanz erfasst werden. Dazu muss geklärt werden, welche Objekte und Gebiete innerhalb der Kommune mit Nah- und Fernwärme versorgt werden. Zudem ist zu prüfen, ob es sich um Fernwärme (Wasser) oder Ferndampf handelt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, sollten Erdgasverbrauchsdaten dahingehend kontrolliert werden, ob und inwieweit das Erdgas zur Energieumwandlung in Strom oder Fernwärme in Kraftwerken oder Blockheizkraftwerken genutzt wird. Diese Mengen sind von den Verbrauchswerten der Sektoren abzuziehen.

3.4.3 Nicht leitungsgebundene Energieträger

Die Erfassung nicht leitungsgebundener Energieträger wie Heizöl, Kohle, Biomasse, Solarthermie oder Wärmepumpen auf kommunaler Ebene ist mit Problemen verbunden. Mit Ausnahme für die Industrie gibt es hierfür keine zentrale Datensammlung.

Wärmeerzeugung mit Umweltwärme

Relativ einfach lässt sich die aus elektrischen Wärmepumpen gewonnene Wärme ermitteln – sofern beim Energieversorger dafür ein gesondertes Lastprofil vorliegt. Anhand einer gemittelten Arbeitszahl, die zwischen 2,8 und 3,8 liegt, kann der Energieverbrauch hochgerechnet werden. Die für Wärmepumpen genutzte Strommenge muss jedoch vom Gesamtstromverbrauch abgezogen werden, um Doppelungen zu vermeiden.

Kommunale Erhebungen

Vielfach erheben Umwelt- oder Stadtplanungsämter im Rahmen anderer Untersuchungen auch Daten zu Energieträgern, die über statistische Daten nur unscharf oder gar nicht zu erfassen sind, beispielsweise:

- Heizölverbrauch
- Solarthermieanlagen
- Biomasseanlagen
- Geothermieanlagen

In diesem Fall sollten sie auf ihre Aktualität und Fortschreibbarkeit hin geprüft werden.

Daten von Schornsteinfeger*innen

Eine Abschätzung des Heizölverbrauchs und der Festbrennstoffanlagen, beispielsweise in Form von Brennholz oder Kohle, kann über Statistiken der Schornsteinfeger*innen erhoben werden. Sie prüfen in der Regel kleinere Heizungsanlagen mindestens einmal im Jahr. Dabei werden zum Beispiel die Anzahl der Heizungsanlagen nach Leistungsklassen oder sogar nach genauen Leistungen sowie die jeweiligen Abgasverluste und teilweise die Rußzahl auf Ebene der Kehrbezirke erfasst, von denen es in der Kommune mehrere gibt. Die Grenzen der Kehrbezirke können allerdings im Einzelfall auch über die Kommunengrenzen hinausreichen.

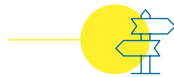
Die Daten der Bezirksschornsteinfeger*innen werden auf Kreisebene zusammengefasst und über den Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks (LIV) an die zuständigen Ämter auf Landesebene weitergeleitet.

Feuerstätten und Brennstoffe	Anzahl der Anlagen nach Leistungsklassen (kW)				
	4-11	12-25	26-50	51-100	> 100
Summe aller Erdgasbrenner	12	1.215	1.775	226	385
Summe aller Ölkessel	23	4.416	1.623	478	591
Summe aller Biomasse-Feuerstätten	789	29	12	0	0
Summe (zur Kontrolle)	824	5.660	3.410	704	976

Tabelle B3.5

Daten von Schornsteinfeger*innen in Anzahl der Anlagen nach Leistungsklassen (Quelle: eigene Darstellung)

PRAXISHINWEIS



Daten von Schornsteinfeger*innen: ein Beispiel

1. Ermittlung des Heizölverbrauchs = \sum mittlere Leistung der Ölkessel \times Anzahl \times Vollbenutzungsstunden; die Vollbenutzungsstunden liegen bei 900 h für $< 100\text{kW}$ beziehungsweise 1.300 h $> 100\text{kW}$.
2. Ermittlung des theoretischen Gasverbrauchs analog zur Methode zum Heizölverbrauch. Dabei wird angenommen, dass Kesselgrößen $< 100\text{kW}$ dem Sektor Private Haushalte und Kesselgrößen $> 100\text{kW}$ dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zuzuordnen sind.
3. Im Anschluss erfolgt ein Abgleich des ermittelten Gasverbrauchs mit dem tatsächlichen Erdgasverbrauch aus Versorgerdaten. Ein weiterer Abgleich ist nicht nötig, wenn die Abweichung unter 15 Prozent liegt.

Die Anfrage von Daten sollte sich auf rudimentäre Basisdaten beschränken, um den Aufwand für das Schornsteinfeger*innenhandwerk gering zu halten und datenschutzrechtliche Probleme zu vermeiden. Das im Praxisbeispiel dargestellte Erhebungsraster ist für eine kommunale THG-Bilanzierung in der Regel ausreichend. Die Daten sind ohne datenschutzrechtliche Einschränkungen auf Ebene der Kehrbezirke zu erhalten.

Förderprogramme als Datenquellen

Kommunen, Länder und Bund haben in der Vergangenheit vielfach Förderprogramme zum Ausbau der Erneuerbaren Energien im Wärmebereich aufgelegt. Eine Zusammenfassung der dort gelisteten Angaben kann einen Überblick über die in der Region geförderten Anlagen geben.

Beispielhaft sei hier das Marktanreizprogramm (MAP) des Bundes genannt. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) kann Informationen zu geförderten Biomasseanlagen, Solarthermieanlagen sowie Wärmepumpen geben. Dem BAFA liegen die Zahlen der geförderten Anlagen in verschiedenen Postleitzahlbezirken für einzelne Jahre vor. Man muss davon ausgehen, dass nur ein Teil der Anlagen gefördert wurde und die Daten nicht die vollständige Wärmeerzeugung durch Erneuerbare Energien in der Kommune darstellen.

Folgende Daten werden seit dem Jahr 2001 erfasst:

- Wärmepumpen: Typ und Anzahl
- Biomasseanlagen: Anzahl und Art sowie Leistung und Sektor
- Solarthermieanlagen: Anzahl und Kollektortyp sowie Größe, Sektor und Nutzungsart

Die Marktdaten können außerdem in verschiedenen Online-Portalen, wie dem Wärmepumpenatlas, dem Biomasseatlas und dem Solaratlas, abgerufen werden. Auf regionaler Ebene gab es, insbesondere für Solarthermieanlagen und Wärmepumpen, bereits vor 2001 Förderprogramme, deren Daten zusätzlich hinzugezogen werden können.

Gebäudekennzahlen

Ein sehr differenzierter Ansatz zur Ermittlung des Heizenergieverbrauchs ist die Abschätzung über eine regionale Gebäudetypologie. Anhand des über sie hochgerechneten Wärmeenergiebedarfs und des vorliegenden Gasverbrauchs kann der Anteil weiterer Energieträger abgeschätzt werden. Auf dieser Basis können später bauteilscharfe Szenarien für Sanierungsstrategien entwickelt werden.

Der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtenergieverbrauch (Wärme und Strom) in Deutschland ist sowohl im Haushaltssektor als auch im GHD-Sektor relativ

homogen. Im Haushaltssektor beträgt der Stromanteil im Mittel etwa zwanzig Prozent des Gesamtenergieverbrauchs der Haushalte (nicht witterungskorrigiert). Im GHD-Sektor beträgt der Stromanteil im Mittel etwa 35 Prozent, kann aber nach Branchen variieren. Da der Erdgas- und Stromverbrauch über den Energieversorger bekannt ist, kann anhand der Stromanteile die Summe der restlichen Energieträger grob abgeschätzt werden.

Sektorspezifische Sonderauswertungen

Die oben abgeschätzten Daten können noch durch eigene Abfragen der Sektoren Industrie und Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften ergänzt werden.

Die Kommunen sind in den bislang ermittelten Verbrauchswerten dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zugeordnet. Eine Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften sollte im Rahmen eines Energiemanagements in jeder Kommune obligatorisch sein und ist mit wenig Aufwand bei der Erhebung realisierbar. Liegen die Daten noch nicht gesammelt vor, bietet sich damit die Möglichkeit, ein einheitliches Controlling der Liegenschaften zu initiieren. Die Ergebnisse sind vom ermittelten Energieverbrauch des GHD-Sektors abzuziehen.

Zunächst sollte geklärt werden, wer innerhalb der Verwaltung für welche Liegenschaften zuständig ist. Dabei sind möglichst alle Verbräuche von Liegenschaften zu erfassen, die im Eigentum und in Eigennutzung der Kommune sind. Nicht dazu zählen die Gebäude städtischer selbstverwalteter Betriebe wie Stadtwerke, von der Stadt verpachtete Gebäude und kommunale Wohngebäude. Diese werden dem Sektor Private Haushalte zugeordnet.

Während von den Energieversorgern der Strom- und Erdgasverbrauch von Großverbrauchern bereits abgebildet wird, werden nicht leitungsgebundene Energieträger bei Industriebetrieben bisher nur durch die Erhebungen der Statistischen Landesämter erfasst. Daraus ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Die Ermittlung des Energieverbrauchs der Industriebetriebe in einer Befragung: Die Identifikation größerer Betriebe kann über das Emissionshandelskataster (erfasst Betriebe mit Anlagen mit einer größeren Leistung als zwanzig Megawatt), das Gewerbeaufsichtsamt oder mittels Ortskenntnis der lokalen Akteure erfolgen.
2. Erhebung des Energieverbrauchs und der Energieumwandlung in den Kommunen durch die Statistischen Landesämter: Primärstatistisch werden vom Statistischen Landesamt jährlich Energieverbrauchs- und Erzeugungsdaten des verarbeitenden Gewerbes erhoben. Diese können für Kreise und

kreisfreie Städte zur Verfügung gestellt werden, sofern keine datenschutzrechtlichen Einschränkungen vorliegen.

In beiden Fällen muss berücksichtigt werden, dass neben dem ermittelten Eigenverbrauch von Strom auch zur Stromerzeugung in Industrieunternehmen genutzte Brennstoffe aufgelistet werden müssen. Ist ein solcher Betrieb beispielsweise über die Gewerbeaufsichtsämter vor Ort bekannt, sollte dieser um entsprechende Daten gebeten werden – auf diese Weise lässt sich die Statistik bereinigen und Doppelzählungen werden vermieden. Auch in diesen Fällen ist zu berücksichtigen, dass die Energieangaben der von den Betrieben zur Verfügung gestellten Daten hinsichtlich leitungsgebundener Energieträger von denen der Energieversorger abzuziehen sind.

Berücksichtigung von Emissionshandelsbetrieben und weiteren Industriebetrieben

In verschiedenen Bilanzierungsverfahren wie dem Covenant of Mayors werden Betriebe, die unter das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) fallen, gesondert betrachtet. Die Emissionen können in der jährlich bereitgestellten Anlagenliste der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) abgefragt werden. In BSKO werden die Emissionshandelsbetriebe in die Basisbilanz einbezogen.

Lokale Anlagen und Netze

BSKO stellt Emissionsfaktoren für alle Energieträger bereit. Wird in einer Kommune Nah- oder Fernwärme verbraucht, sollten für die Energieträger eigene, lokale Emissionsfaktoren ermittelt werden. Dafür werden die Input- und Output-Daten der lokalen Anlagen und Netze benötigt, die beim lokalen Energieversorger und den Anlagenbetreibern abgefragt werden können.

Es gibt verschiedene Bewertungsmöglichkeiten, inwieweit die entstehenden THG-Emissionen aus KWK-Anlagen den Produkten Strom und Wärme zugeordnet werden können. Die BSKO-Systematik verwendet die exergetische Berechnung, bei der die Gesamtemissionen des KWK-Prozesses entsprechend dem Exergiegehalt (= hochwertiger Energieanteil) der Koppelprodukte aufgeteilt werden. Das System ist leicht zu handhaben und berücksichtigt auch die Wertigkeit der Energie (vgl. Erläuterungen im BSKO-Methodenpapier, Hertle et al. 2019).

→ 3.5 Die Treibhausgasbilanz im Sektor Verkehr

3.5.1 Berechnung und Bedeutung kommunenspezifischer Grunddaten für die Treibhausgasbilanzierung

Eine THG-Bilanz für den Verkehr einer Kommune entspricht der Summe der THG-Emissionen durch alle Verkehrsaktivitäten, die der Kommune zugerechnet werden. Die Höhe von THG-Emissionen hängt dabei von der Höhe der Verkehrsaktivitäten, vom spezifischen Endenergieverbrauch der Verkehrsmittel pro Verkehrsaktivität und von den spezifischen Treibhausgasemissionen durch die eingesetzten Endenergieträger ab. Die Emissionsberechnung erfolgt nach der Formel:

$$\text{Treibhausgasmenge} = \text{Verkehrsaktivität} \times \text{spez. Endenergieverbrauch} \times \text{Emissionsfaktor}$$

- Die Verkehrsaktivität umfasst die Fahrleistung in Fahrzeugkilometer (Fzg-km) beziehungsweise die Verkehrsleistung in Personenkilometer (Pkm) und Tonnenkilometer (tkm) der einzelnen Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Bahn, Lkw etc.).
- Der spezifische Endenergieverbrauch beschreibt den Energiebedarf pro Verkehrsaktivität in kWh je Fzg-km, kWh je Pkm und kWh je tkm. Dieser ist unter anderem von der Fahrzeuggröße, der Antriebstechnologie, der Auslastung und den Einsatzbedingungen wie Geschwindigkeit oder Fahrdynamik abhängig.
- Der Emissionsfaktor (Gramm CO₂-Äquivalente je kWh) ist vom eingesetzten Endenergieträger abhängig, vor allem von Benzin, Diesel oder Strom.

Je stärker sich die kommunenspezifischen Berechnungsparameter voneinander unterscheiden, desto wichtiger ist die Verwendung von Grunddaten direkt aus der Kommune:

- Besonders die Fahr- und Verkehrsleistungen sowie der Modal Split zwischen den Verkehrsmitteln sind stark von den kommunalen Gegebenheiten abhängig. Ins Gewicht fallen etwa die Größe einer Kommune, ihre ländliche beziehungsweise städtische Lage, ihre wirtschaftliche und demografische Situation, die Attraktivität vorhandener Verkehrssysteme sowie die lokale Verkehrspolitik.

- Der spezifische Endenergieverbrauch der Verkehrsmittel hängt von den Fahrzeugeigenschaften, also dem Antrieb und der Effizienz, sowie von den Betriebsbedingungen der Fahrzeuge ab. Die Entwicklung der Fahrzeugflotte wird überwiegend durch nationale und europäische Rahmenbedingungen bestimmt, zu nennen sind etwa verfügbare Kfz-Technologien oder CO₂-Grenzwerte. Der Energieverbrauch motorisierter Fahrzeuge ist nicht nur von der gefahrenen Geschwindigkeit, sondern auch vom Verkehrsfluss abhängig. Einen eher geringen Einfluss auf den Verbrauch haben neben kommunalen Unterschieden bei der Zusammensetzung der Fahrzeugflotten – zum Beispiel durch den Elektroanteil – auch die Anteile verschiedener Verkehrssituationen bei gleichem Straßentyp, beispielsweise durch Staus auf Hauptverkehrsstraßen. Dadurch entstehen zwischen den Kommunen nur geringe Unterschiede in den mittleren spezifischen Emissionen eines Verkehrsmittels.
- Die energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren können durch Kommunen nicht relevant beeinflusst werden.

Für die kommunale THG-Bilanzierung ist insbesondere die kommunenspezifische Erfassung der Verkehrsaktivitäten für alle Verkehrsmittel erforderlich. Im Einzelfall können kommunenspezifische Anpassungen der Energieverbrauchsfaktoren für einzelne Verkehrsmittel sinnvoll sein. Energieträgerspezifische Emissionsfaktoren sollten für die THG-Bilanz in allen Kommunen einheitlich als nationale Kennwerte – analog zu den stationären Sektoren – verwendet werden.

3.5.2 Ermittlung des Verkehrsaufkommens in der Kommune

Für die Treibhausgasbilanzierung sollten die Verkehrsmengen (Fahrzeugdurchsatz pro Zeiteinheit) aller motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr im Gebiet der Kommune berechnet werden.

- Straßenverkehr: Die Fahrleistungen in Fahrzeugkilometern werden nach Fahrzeugkategorien (motorisierte Zweiräder, Pkw, Lkw kleiner und größer als 3,5 Tonnen sowie Linien- und Reisebus) und Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) differenziert.

- Öffentlicher Personennahverkehr: umfasst neben Linienbussen auch Straßen- und Stadtbahnen sowie den Schienenpersonennahverkehr, also öffentlich finanzierten Verkehr. Die Berechnung erfolgt anhand der angebotenen Verkehrsleistungen (Platzkilometer) oder erbrachten Verkehrsleistungen (Personenkilometer). Bei Linienbussen ist auch die Berechnung über die Betriebsleistungen (Fahrzeugkilometer) möglich. Liegen entsprechende Informationen der Verkehrsunternehmen vor, ist eine direkte Verwendung der Kraftstoff- und Stromverbräuche sinnvoll.
- Schienenpersonenfern- (als nicht öffentlich finanziert) und Schienengüterverkehr sowie Binnenschifffahrt: Sie werden über die Höhe der Verkehrsleistungen (Personenkilometer, Tonnenkilometer) erfasst. Da diese Verkehrsmittel kaum im Handlungsfeld des kommunalen Klimaschutzes liegen, ist eine direkte Ermittlung des Endenergieverbrauchs (zum Beispiel bei der Deutschen Bahn AG) möglich.
- Flugverkehr: Er wird in der kommunalen THG-Bilanz nur einbezogen, falls sich in der Kommune ein Flughafen mit relevantem, gewerblichem Flugverkehr befindet. In BSKO wird der Flugverkehr über den Endenergieverbrauch und die Emissionen der Starts und Landungen auf dem Territorium (Landing-and-Take-Off[LTO]-Zyklus) einbezogen. Diese Methodik kommt dem endenergiebasierten Territorialprinzip am nächsten.

Straßenverkehr

Zentrale Grundlage für Fahrleistungsangaben mit Territorialbezug sind Verkehrszählungen an wichtigen Straßenquerschnitten sowie darauf aufbauende Modellierungen für das gesamte Straßennetz im betreffenden Territorium. In Deutschland gibt es eine Vielzahl von Datenerhebungen und Modellierungen zum Straßenverkehr – es existieren etwa 3.000 automatische Dauerzählstellen von Bund und Ländern, vor allem auf Autobahnen und Bundesstraßen. Weiterhin finden alle fünf Jahre deutschlandweit manuelle Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mehreren zehntausend Zählquerschnitten auf Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen statt. Einige Bundesländer haben ein kontinuierliches Verkehrsmonitoring mit jährlichen Zählwerten für eine hohe Anzahl von Zählquerschnitten. Auf Basis der Verkehrszählwerte werden deutschlandweite Verkehrsmengenkarten erstellt, die Verkehrsbelastungen aller Streckenabschnitte auf Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen sowie zum Teil auf Kreisstraßen abbilden und so für eine Regionalisierung von Fahrleistungen genutzt werden können.

a) Deutschlandweite Defaultdaten für territoriale Kfz-Fahrleistungen

Für die BSKO-konforme Bilanzierung der Treibhausgasemissionen aus dem Kraftfahrzeug-Verkehr wurden durch das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) Defaultwerte zu gemeindefeinen Verkehrsdaten ab dem Jahr 2010 für sämtliche Gemeinden in Deutschland abgeleitet (vgl. Erläuterungen im BSKO-Methodenpapier, Hertle et al. 2019). Diese Defaultwerte sollen Gemeinden den Einstieg in die Bilanzierung des Verkehrs nach BSKO ermöglichen, falls diese über keine eigenen Verkehrsdaten für das Gemeindeforum verfügen – sie sind in den gängigen Bilanzierungstools in Deutschland → [Kap. B3.1](#) bereits implementiert.

Die gemeindefeinen Defaultwerte der Kfz-Fahrleistungen basieren ausschließlich auf deutschlandweit verfügbaren Primärdaten. Sie können damit kleinräumige Verkehrssituationen in Einzelgemeinden teilweise nur eingeschränkt abbilden, was speziell für Fahrleistungen im untergeordneten Straßennetz gilt (zum Beispiel höhere Modal-Split-Anteile des Umweltverbunds und damit geringere einwohnerspezifische Pkw-Nutzung). Deshalb wird seitens des ifeu trotz der Verfügbarkeit gemeindefeiner BSKO-Defaultwerte grundsätzlich empfohlen, dass Gemeinden längerfristig die Verwendung eigener, regelmäßig aktualisierter Verkehrsdaten unter Einbezug zusätzlicher lokaler Datengrundlagen wie von Verkehrsmodellen anstreben.

b) Verwendung lokal erhobener Verkehrsdaten zur Ermittlung der Fahrleistungen

Vor allem für größere Städte liegen oft lokale Verkehrsdaten aus anderen Untersuchungen vor, zum Beispiel aus kommunalen Verkehrsmodellen für die Verkehrsentwicklungsplanung. Diese Daten sind grundsätzlich für die kommunale THG-Bilanzierung verwendbar und können bei Bedarf durch begrenzte, zusätzliche Erhebungen ergänzt und vervollständigt werden. Entscheidend für die direkte Verwendbarkeit der vorhandenen Daten sowie den Zusatzaufwand für Datenanpassungen und ergänzende Erhebungen sind die Vollständigkeit und ein geeigneter Differenzierungsgrad der Daten: Sind alle Straßen mit relevanten Verkehrsmengen im Stadtgebiet erfasst oder nur Teile davon – zum Beispiel nur Innenstadt oder nur übergeordnete Hauptstraßen?

Die Daten sollten differenziert erfasst werden nach:

- Straßentypen: Autobahn, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen
- Straßenfunktionen: Haupt-, Sammel-, Erschließungsstraßen
- Geschwindigkeitsregelungen: > 50 km/h, Tempo-30-Zone und andere

Für die meisten Zwecke der THG-Bilanz reicht eine vereinfachte Unterteilung in verschiedene Straßenkategorien nach Ortslage (innerorts, außerorts, Autobahn) aus. Bei detaillierter Kenntnis des Verkehrsgeschehens können prinzipiell hohe Differenzierungsgrade gewählt werden, die auch die Beantwortung spezieller Fragestellungen ermöglichen – etwa die Frage nach dem Einfluss von Verkehrssteuerungsanlagen auf die Emissionen.

Liegen die Verkehrsdaten als Summe aller Kraftfahrzeuge vor oder wurden sie differenziert nach verschiedenen Fahrzeugkategorien (Pkw, Lieferwagen, Lkw) erfasst? Daten lokaler Verkehrsmodelle unterscheiden häufig nur zwischen Leichtverkehr (bis 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht) und Schwerverkehr (> 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht) und müssen für die Emissionsbilanzierung weiter differenziert werden. → *Tab. B3.6* zeigt beispielhaft bundesmittlere Kennwerte für Fahrleistungsanteile des Schwer- und Leichtverkehrs am Gesamtverkehr auf verschiedenen Straßenkategorien für das Jahr 2019.

Für ein regelmäßiges Treibhausgasmonitoring ist entscheidend, dass die räumliche Abgrenzung und Vollständigkeit des einbezogenen Straßennetzes zwischen verschiedenen Bezugsjahren unverändert bleiben.

c) Erweiterte Differenzierungen der Fahrleistungen und THG-Emissionen im Straßenverkehr

Eine Ableitung kommunaler Maßnahmen ist allein auf Basis der Gesamtfahrleistungen im Territorium nur eingeschränkt möglich. Um die Relevanz unterschiedlicher Handlungsfelder darstellen sowie Minderungspotenziale für konkrete Maßnahmenbündel abschätzen zu können, sollten bei Verfügbarkeit kommunenspezifischer Informationen zusätzliche Differenzierungen der Verkehre angestrebt werden – insbesondere nach Binnenverkehr, Quell-Ziel-Verkehr und Durchgangsverkehr. Eine solche

Differenzierung wird in vielen Fällen nicht direkt vorhanden sein, kann allerdings bei Vorliegen geeigneter Zusatzinformationen wie einer Mobilitätsbefragung, Korдонzählung oder Pendler*innenstatistik zumindest überschlüssig erfolgen. Mit einer solchen zusätzlich differenzierten Bilanz kann unter anderem die Änderung der Treibhausgasemissionen einzelner Teilverkehre durch bestimmte Maßnahmen berechnet werden. Dadurch lassen sich nachfolgend die erreichten Änderungen der gesamten THG-Emissionen einer Kommune ermitteln.

Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Der ÖPNV setzt sich im Wesentlichen aus zwei Bereichen zusammen:

1. Unter den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) fallen neben Linienbussen auch Straßen-, Stadt- und U-Bahnen. Kommunenspezifische Informationen zum Verkehrsangebot (Platzkilometer) und zur erbrachten Verkehrsleistung (Personenkilometer) sowie teilweise direkt zu Energieverbräuchen sind üblicherweise bei den lokalen Verkehrsunternehmen verfügbar. Weitere methodische Ansätze und Datenquellen werden unter anderem im BSKO-Methodenpapier erläutert.
2. Auch für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) hat das ifeu Defaultwerte der gemeindefeinen Energieverbräuche für die Jahre ab 2010 abgeleitet. Grundlage für die Berechnungen war das geodatenbasierte Umweltinformationssystem der Deutschen Bahn, das sämtliche Gemeinden in Deutschland umschließt (Erläuterungen im BSKO-Methodenpapier, Hertle et al. 2019). Für gängige Bilanzierungstools in Deutschland → *Kap. B3.1* wurde die Bereitstellung der so abgeleiteten Energieverbräuche des Schienenverkehrs durch die Deutsche Bahn AG lizenziert und konnte direkt in

Anteile des Schwerverkehrs > 3,5 Tonnen (Lkw + Busse) im Straßenverkehr			
	Autobahn	Außerortsstraßen	Innerortsstraßen
	15,0%	6,5%	5,3%
Fahrleistungsaufteilung im Leichtverkehr < 3,5 Tonnen			
	Autobahn	Außerortsstraßen	Innerortsstraßen
Motorisierter Individualverkehr (Pkw, Zweiräder)	93,7%	94,1%	88,7%
Leichte Nutzfahrzeuge (Lieferwagen etc.)	6,3%	5,9%	11,3%

Tabelle B3.6

Bundesmittlere Aufteilung der Fahrleistungen nach Fahrzeugkategorien im Jahr 2019 (Quelle: eigene Darstellung, Datenquelle TREMOD)

den Tools implementiert werden. Auf Anfrage ist in Einzelfällen auch eine Bereitstellung von Daten für einzelne Gemeinden direkt durch das ifeu unter Berücksichtigung der Nutzungsbedingungen möglich. Alternativ kann in vielen Fällen der jeweilige Verkehrsverbund kreis- oder gemeindefeine Angaben zu den SPNV-Betriebsleistungen bereitstellen.

Übrige Verkehrsmittel

Auch Verkehrsmittel, die nicht direkt im kommunalen Handlungsfeld liegen, sollten in der kommunalen Bilanzierung berücksichtigt werden – sofern der damit verbundene Zusatzaufwand für die Kommune leistbar ist.

Ziel ist die vollständige Erfassung aller Endenergieverbräuche und THG-Emissionen im Gebiet der Kommune. Informationen zu Datengrundlagen und zur Verfügbarkeit deutschlandweiter Defaultdaten für den Schienen- und Flugverkehr sowie die Güterbinnenschifffahrt enthält das BSKO-Methodenpapier.

Zur Berechnung von Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen des Verkehrs einer Kommune benötigt diese neben den Verkehrsmengen auch passende und jahresaktuelle Emissionsfaktoren (CO₂-Äquivalente inklusive der Vorketten). Eine Auflistung der bundesdurchschnittlichen Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren sind im BSKO-Methodenpapier hinterlegt.

→ 3.6 Ergänzende Darstellungen zu BSKO

Neben der Basisbilanz gibt es weitere nachrichtliche Darstellungsmöglichkeiten, also ergänzende und zuvor ausgeblendete Informationen, der kommunalen Bilanz. Dazu zählen:

- eine Gegenüberstellung der Basisbilanz mit einer Bilanz, die einen territorialen Strommix im Gegensatz zum Bundesmix enthält
- eine Bilanz mit Witterungskorrektur
- die Darstellung der nicht energetischen Emissionen aus Landwirtschaft, Industrie, Abfall und Abwasser

3.6.1 Regionale Stromerzeugung: Die Bilanzierung des Territorialmix

Mit der Darstellung des Territorialmix Strom soll keine zweite THG-Bilanz mit einem zweiten Wert der Emissionen erzeugt, sondern die Einsparung beziehungsweise Steigerung der THG-Emissionen in Relation zur Bilanz mit dem Bundesmix dargestellt werden. Die Wahl des Stromemissionsfaktors hat einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der THG-Bilanz. Parallel zur Verwendung des Bundesmix in BSKO kann die regionale Stromerzeugung in der Bilanz mit einem sogenannten Territorialmix nachrichtlich dargestellt werden.

Die Berechnung eines Territorialmix Strom hängt unter anderem davon ab, welche lokalen Erzeugungsanlagen in welchem Umfang berücksichtigt werden. Für die Berechnung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

1. Der Territorialmix berücksichtigt alle Anlagen zur Stromerzeugung auf dem Territorium der Kommune.
2. Die Berechnung der Stromerzeugung aus gekoppelten Prozessen erfolgt über die exergetische Allokation (Zuordnung) der THG-Emissionen.
3. Es wird ein Abgleich zwischen Stromerzeugung und Verbrauch in der Kommune vorgenommen:
 - Liegt der Gesamtstromverbrauch im zu betrachtenden Territorium höher als der territorial „erzeugte“ Strom, werden zunächst die THG-Emissionen des lokalen Kraftwerksparks bilanziert.
 - Die verbleibende Differenz, also die „verbrauchte“ Strommenge subtrahiert von der „erzeugten“ Strommenge, wird mit dem Bundesmix berechnet.

Sollten die Anlagen mehr als hundert Prozent des lokalen Stromverbrauchs erzeugen, wird der regionale Stromverbrauch mit einem Emissionsfaktor-Mix der lokalen Anlagen berechnet. Stromproduktionen darüber hinaus bleiben bei der THG-Bilanzierung unberücksichtigt. Die Emissionsfaktoren für die Stromerzeugung können dem BSKO-Methodenpapier entnommen werden (vgl. Hertle et al. 2019).

Im Beispiel der → *Abb. B3.5* nutzt die Kommune unter anderem ein Kohlekraftwerk zur Stromerzeugung. Eine Bilanz mit dem Territorialmix würde höhere THG-Emissionen ergeben als mit dem Bundesmix.

Bei der Nutzung des Bundesmix für Berechnungen ist darauf zu achten, dass sich dieser mit der Zeit verän-

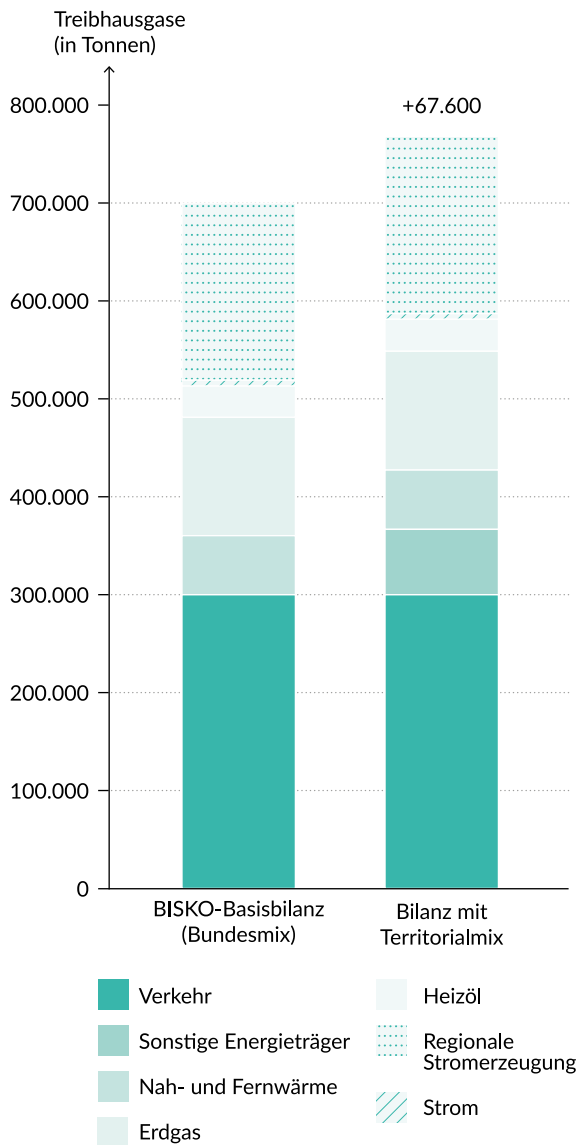


Abbildung B3.5
Beitrag des regionalen Strommix zu Treibhausgasemissionen 2020
(Quelle: eigene Darstellung)

dert. Durch den bundesweiten Ausbau Erneuerbarer Energien zeigt sich eine Reduktion der Stromemissionen in den kommunalen THG-Bilanzen, ohne dass die eigene Kommune etwas dazu beigetragen haben muss. Deshalb sollte dieser externe Effekt bei Fortschreibungen gesondert ausgewiesen werden, was die Unterscheidung zwischen Maßnahmen der Kommune und den außerhalb ihres Einflussgebiets liegenden Effekten erleichtert. Die zukünftige Entwicklung des Bundesmix kann dabei nicht exakt „vorhergesagt“ werden.

3.6.2 Witterungskorrektur oder: Welchen Einfluss hat das Wetter auf die Treibhausgasbilanz?

Korrekturmöglichkeiten für bestimmte Einflüsse werden in der kommunalen Bilanzierung kontrovers diskutiert. Zwar können diese eine Glättung der Bilanz erzielen und so eine bessere Vergleichbarkeit über die Jahre ermöglichen. Gleichzeitig ist die Witterung neben der Konjunktur und Bevölkerungsentwicklung nur ein Aspekt, der eine kommunale Bilanz beeinflusst → Kap. B3.7. Viel wichtiger ist es daher, die Schwankungen interpretieren zu können und mögliche Ursachen für diese zu kennen. Offizielle Energie- und THG-Bilanzen werden auf Landes- und Bundesebene nicht korrigiert, weshalb auch BSKO in der Basisbilanz von einer Witterungskorrektur absieht. Erfolgt eine Bilanzierung über mehrere Jahre, wird hingegen eine Witterungskorrektur empfohlen.

Bei der Witterungskorrektur werden die Anteile des Heizenergieverbrauchs am Wärmeverbrauch in den verschiedenen Sektoren, jedoch ohne Warmwasser und Kochen, mit einem Faktor multipliziert, der angibt, wie warm oder kalt das Wetter im Jahresverlauf war. Dafür wird der Verbrauch gemäß VDI 2067 mit dem Verhältnis von Gradtagszahl des langjährigen Mittels und dem jeweiligen Bilanzjahr multipliziert. Das Ergebnis ist der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch.

INTERNETTIPP

→ Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) stellt in einem Excel-Tool die Gradtagszahlen für gegebene Postleitzahlen dar:
www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205

3.6.3 Der Einfluss von Treibhausgasemissionen auf nicht energetische Sektoren

Eine vollständige und auf kommunalen Daten basierende Erhebung der nicht energetischen Emissionen wäre mit erheblichem Aufwand und hohen Kosten verbunden. Die Verteilung zwischen energetischen und nicht energetischen THG-Emissionen ist von Kommune zu Kommune sehr unterschiedlich. Während in einer

dienstleistungsgeprägten Großstadt ohne nennenswerte Landwirtschaft und Industrie die nicht energetischen Treibhausgasemissionen gegebenenfalls nur circa zwei Prozent ausmachen, können sie in ländlich geprägten Landkreisen und Gegenden bei bis zu zwanzig Prozent aller Treibhausgasemissionen liegen.

Für die kommunale Bilanzierung und Darstellung im Rahmen internationaler Standards wie des Greenhouse Gas (GHG) Protocol sollte bei der Erstellung der Bilanz eine überschlägige Ermittlung der nicht energetischen THG-Emissionen vorgenommen und nachrichtlich dargestellt werden. Diese Variante empfiehlt sich vor allem für Landkreise, für die die Datenlage größtenteils ausreichend ist. Die Erhebung und Darstellung dient zunächst der Information und sollte im Gegensatz zur Bilanz auf Basis der Energieverbräuche nicht Teil der kommunalen Klimaschutzziele sein. Das bedeutet nicht, dass die Kommune keine THG-mindernden Maßnahmen in diesen Bereichen durchführen soll. Allerdings sollten Ziele überprüfbar sein – das beinhaltet auch eine eindeutige Messung dieser Emissionen auf Gemeindeebene. Jedoch ist zu beachten: Die Datenlage ist auf dieser Ebene für solche Berechnungen derzeit nicht ausreichend.

Wie für diese Sonderbereiche eine Nebenbilanz überschlägig erstellt werden kann, erläutern die nachfolgenden Abschnitte. Damit können Kommunen aufzeigen, welcher Größenordnung die weiteren Emissionsquellen für die Gesamtemissionen vor Ort entsprechen. Sollte in den genannten Bereichen eine Detailbilanz erstellt werden, wird eine Beauftragung von spezialisierten, externen Dienstleistern empfohlen.

Nicht energetische Emissionen im Industriebereich

Mit der Berechnung der Emissionen aus industriellen Prozessen sollen Emissionen erfasst werden, die nicht durch die Verbrennung von Produkten, sondern im Rahmen industrieller Prozesse emittiert werden. Die prozessbedingten THG-Emissionen lagen 2019 in der Größenordnung von sechzig Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (vgl. UBA 2022p).

Für eine Abschätzung der nicht energetischen Treibhausgasemissionen kann auf verschiedene Quellen zurückgegriffen werden, zum Beispiel auf folgende:

- Emissionshandelskataster: Neben Energieversorgungsunternehmen mit größeren Kraftwerksstandorten sind auch Industrieunternehmen mit größeren THG-Emissionen Teil des europäischen Emissionshandels. Im Emissionshandelsregister haben Kommunen die Möglichkeit, Unternehmen innerhalb ihrer Gemarkung zu identifizieren, die emissionshandelspflichtig sind. Nicht energetisch bedingte Emissionen aus Industriefeuerungen finden sich für die chemische, Metall und Mineralien verarbeitende Industrie sowie für weitere industrielle Anlagen im Anhang I, Nr. VI–XVIII des Emissionshandelsgesetzes.
- Befragung: Die aufwendigere Variante ist die direkte Befragung von Unternehmen zu nicht energetisch genutzten Energieträgern. Sollten im Rahmen der Energiebilanz Industrieunternehmen nach ihrem Rohstoffverbrauch befragt werden, können bei Unternehmen relevanter Branchen darüber hinaus noch prozessbedingte THG-Emissionen abgefragt werden.

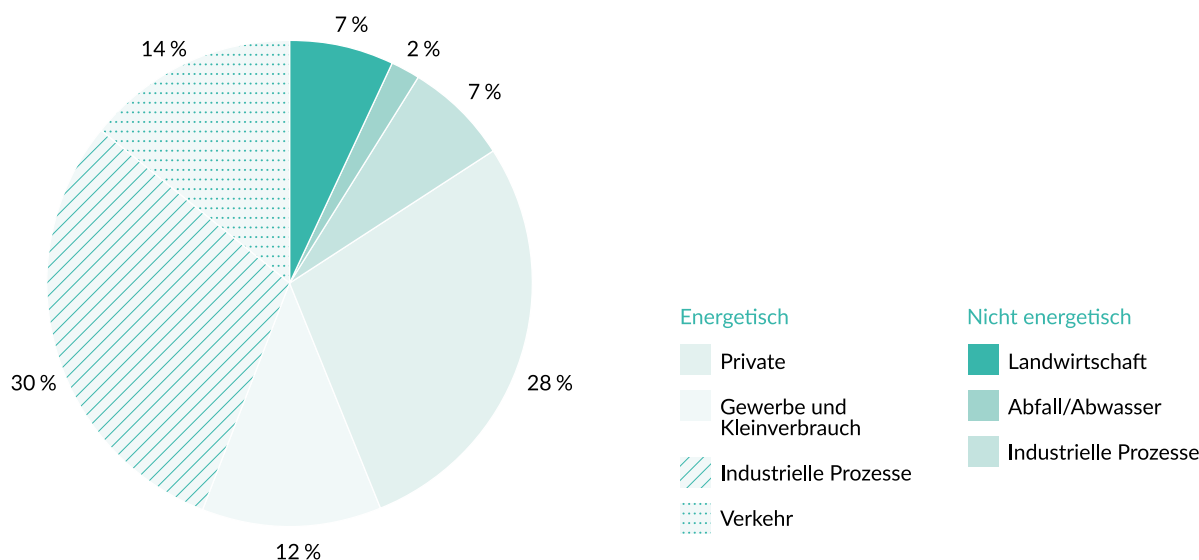


Abbildung B3.6

Beispiel für eine nachrichtliche Berücksichtigung von nicht energiebedingten Emissionen (Quelle: eigene Darstellung)

Landwirtschaft

Gemessen an den Gesamtemissionen Deutschlands verursachte die Landwirtschaft 2019 laut Nationalem Inventarbericht (NIR) von 2021 7,2 Prozent der gesamten THG-Emissionen (vgl. UBA 2022b). In Anlehnung an den NIR werden dabei die Gruppen Nutztierhaltung, Düngemittelmanagement sowie landwirtschaftliche Böden unterschieden.

Bisher existieren kaum kommunale Bilanzen für den Bereich Landwirtschaft. Für eine umfangreiche Abschätzung der Treibhausgasemissionen ist deshalb die Beauftragung spezialisierter Büros empfehlenswert. Einige Bilanzierungstools bieten zudem Berechnungsmöglichkeiten zur überschlägigen Bewertung der THG-Emissionen. Die dahinterliegende Methodik sollte bei den Betreibern dieser Tools erfragt werden.

→ 3.7 Treibhausgasbilanzen interpretieren und bewerten

Als Hilfe für die Interpretation einer THG-Bilanz dienen im Folgenden mehrere Fallbeispiele.

Vergleich unterschiedlicher Bilanzierungsmethoden

Bei der Interpretation von Treibhausgasbilanzen ist die zum Einsatz gekommene Methodik von entscheidender Bedeutung. Je nach Bilanzierungsmethode weichen die Ergebnisse der THG-Bilanz voneinander ab. → *Abb. B3.7* zeigt in einer Beispielrechnung einen Vergleich unterschiedlicher Bilanzierungsmethoden. Viele Kommunen möchten ihre THG-Emissionen mit Ergebnissen früherer Bilanzen oder mit denen anderer Städte vergleichen, was nur möglich ist, wenn jeweils mit einer einheitlichen Methode und zudem transparent gerechnet wurde.

Datengüte

Entscheidend für die Aussagekraft einer Bilanz ist die Güte ihrer Daten. → *Abb. B3.8* zeigt die Endenergiebilanz einer Beispielkommune, aufgeteilt nach Sektoren, der Jahre 1990 bis 2011. Die Kommune hat für das Jahr 2008 ein Klimaschutzkonzept erstellen lassen, dem eine Bilanz für das Jahr 2007 zugrunde liegt und die jährlich fortgeschrieben wurde. Für den Zeitraum von 1990 bis 2006 wurde die Bilanz mit bundesweiten Daten aus Kennwerten ergänzt – die Hochrechnung weist deshalb eine niedrigere Datengüte aus. Durch den Einsatz lokaler Daten ab 2007 entsteht ein eindeutiger Sprung hinsichtlich der Güte; die nun verwendeten Daten sind wesentlich präziser und weisen in der Folge eine höhere Güte aus. Das Beispiel verdeutlicht, dass für die Interpretation einer Bilanz neben der Datengrundlage auch ihre Güte bekannt sein muss – eine Vergleichbarkeit von Bilanzen mit großen Unterschieden ist nur bedingt möglich.

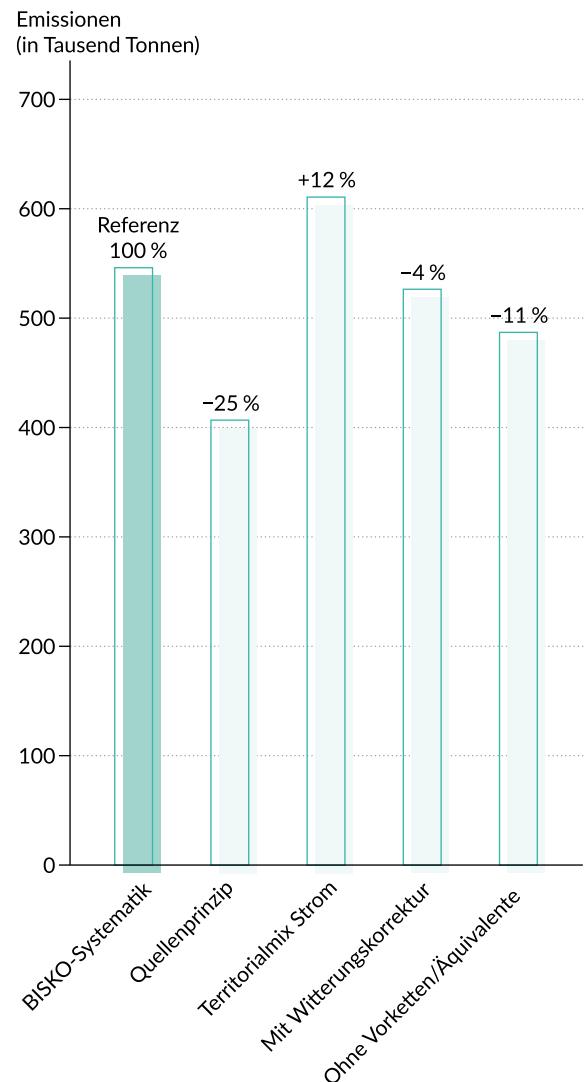


Abbildung B3.7

Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden (ohne Verkehr)
(Quelle: eigene Darstellung)

Aufteilung der Verbrauchssektoren

Der Vergleich der Entwicklungen einzelner Sektoren aus verschiedenen Bilanzen ist nur dann sinnvoll, wenn die Sektoren einheitlich definiert wurden. Die empfohlene Aufteilung beim stationären Energieverbrauch umfasst die vier Sektoren Private Haushalte, Gewerbe/Kleinverbrauch, Industrie und kommunale Einrichtungen (vgl. Hertle et al. 2019). Inwieweit eine solche Aufteilung möglich ist, hängt auch vom Datenumfang, der Datentiefe sowie den Definitionen des jeweiligen Energieversorgers ab. In einigen Fällen wird der Gewerbesektor dem Haushaltssektor zugeordnet, in anderen Fällen dem Industriesektor. Manchmal ist der Bereich Energieversorgung als eigener Sektor dargestellt. Nicht immer wird für einzelne Sektoren dieselbe Definition verwendet – dem

Industriesektor werden beispielsweise oft unterschiedliche Branchen zugerechnet. In einem solchen Fall muss bei einem Vergleich der Bilanzen die höhere Aggregatensebene gewählt werden, notfalls auch zusammen für alle Sektoren im stationären Bereich.

Rahmenbedingungen

Eine Reihe unterschiedlicher Einflussfaktoren wirkt auf die Energie- und THG-Bilanz der Kommune, wie → [Abb. B3.9](#) veranschaulicht.

Lokale Klimaschutzaktivitäten, die Auswirkungen auf die THG-Bilanz haben:

- Aktivitäten der Energieversorgungsunternehmen
- Maßnahmen der kommunalen Verwaltung
- Handeln lokaler Akteure

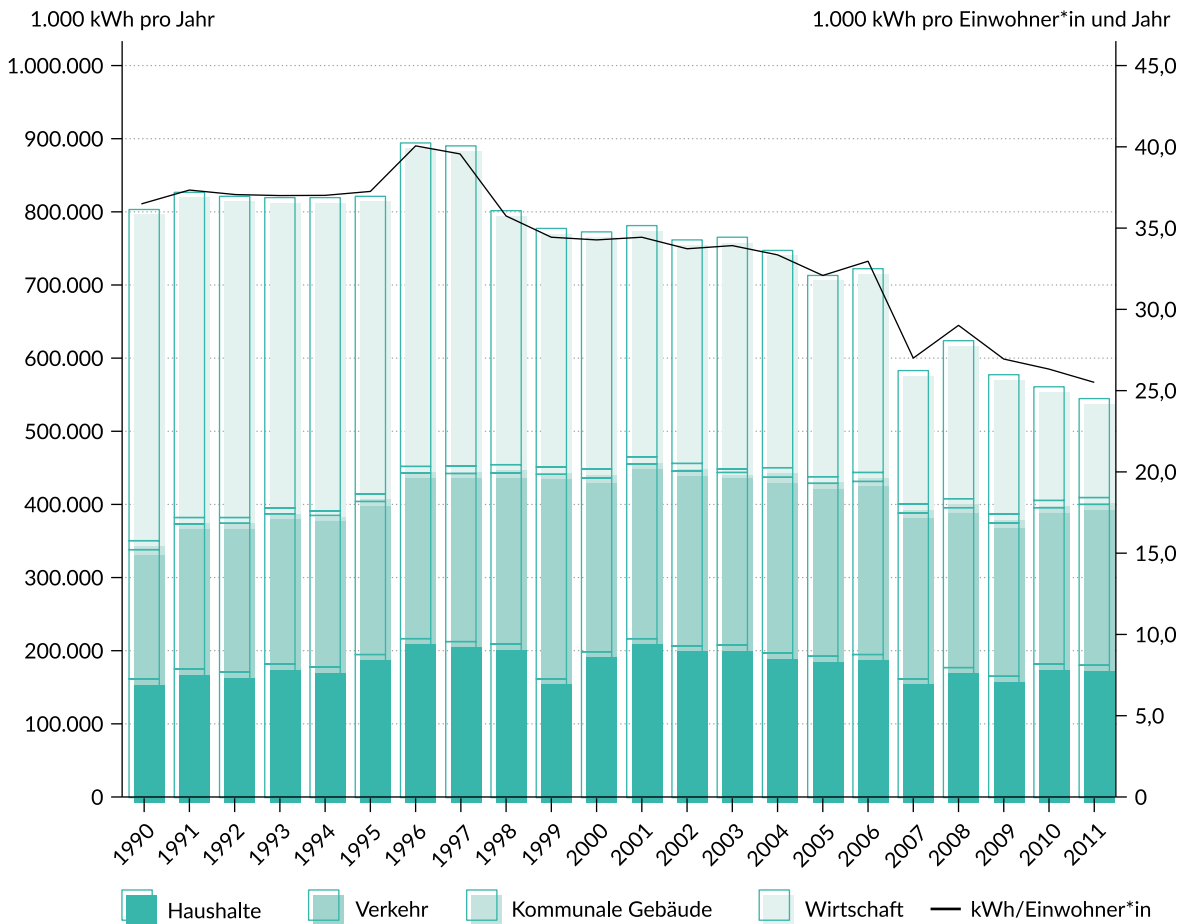


Abbildung B3.8

Endenergiebilanz einer Beispielkommune, aufgeteilt nach Sektoren in MWh, 1990–2011, mit unterschiedlicher Bilanzierungsmethodik (bis 2006 und ab 2007) (Quelle: eigene Darstellung)



Abbildung B3.9

Einflussfaktoren für Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen (Quelle: eigene Darstellung)

Beeinflusst werden die Aktivitäten dieser Akteure aber auch von Rahmenbedingungen, auf die sie nur bedingt einwirken können, unter anderem:

- Witterung
- Konjunktur – inklusive der Ab- und Zuwanderung von Betrieben
- die Ab- und Zunahme der Bevölkerungszahl sowie andere strukturelle Entwicklungen
- Veränderung des allgemeinen Verbrauchsverhaltens – etwa neue Anwendungen oder der Trend zur Vergrößerung des Wohnraums
- Veränderungen der Rahmenbedingungen auf höheren Ebenen → [Kap. A1.2](#)

Eine Umgestaltung in der lokalen Wirtschaft kann starke Veränderungen in der Bilanz mit sich bringen. → [Abb. B3.10](#) zeigt eine Bilanz für den Sektor Industrie zwischen 1990 und 2005. Durch Schließung eines oder mehrerer energieintensiver Industriebetriebe hat sich der Energieverbrauch mehrerer Energieträger deutlich verringert. Um die Bilanz richtig interpretieren zu können, müssen weitere Rahmenbedingungen bekannt sein. Deswegen sollten für die weitere Interpretation Indikatoren entwickelt werden → [Kap. B6.2](#).

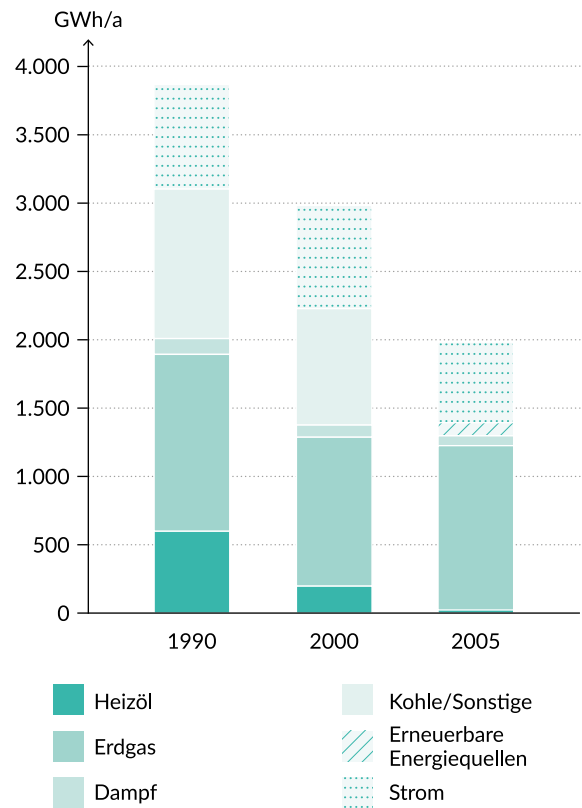


Abbildung B3.10

Beispiel einer Endenergiebilanz im Sektor Industrie 1990–2005 (Quelle: eigene Darstellung)

Kommunale Maßnahmen

Die bislang aufgeführten Beispiele zeigen, dass es eine Vielzahl an Einflussfaktoren für die kommunale Energie- und THG-Bilanz gibt. Alle kommunalen Klimaschutzmaßnahmen haben ebenfalls mehr oder weniger große Auswirkungen auf die Bilanz. Maßnahmen bei großen Industriebetrieben – etwa durch eine Energieträgerumstellung – oder beim lokalen Energieversorger – indem Erdgas statt Kohle bei der Fernwärmebereitstellung eingesetzt wird – wirken sich wesentlich schneller und tiefgreifender auf die Bilanz aus. Anders verhält es sich hingegen etwa bei der Sanierung des Rathauses: In Bezug auf die bisher dort emittierten Treibhausgase werden zwar relativ viele Emissionen eingespart, die Auswirkungen auf die Gesamtbilanz sind jedoch verhältnismäßig gering.

Daraus lassen sich zwei Punkte ableiten:

1. Um kommunale Klimaschutzerfolge darzustellen, bedarf es eines Bottom-up-Monitorings der Maßnahmen. Dabei werden die Wirkungen der jeweiligen Maßnahmen einzeln erfasst und zusammengezählt. Einerseits können die Erfolge dann auch in THG-Minderungen gemessen werden, andererseits können sie von anderen Einflussfaktoren getrennt betrachtet werden.
2. Technische Einzelmaßnahmen ergeben teilweise nur geringe THG-Minderungen in Bezug auf die Gesamtbilanz. Die Sanierung des Rathauses kann aber beispielsweise ein wichtiges Signal an die Bevölkerung sein. Denn: Sowohl die Vorbildwirkung als auch die daraus resultierenden Nachahmungseffekte bei lokalen Akteuren können in der Bilanz über die Jahre stärker sichtbar werden.

→ 3.8 Einflussbereiche im kommunalen Klimaschutz

Das Erreichen der Klimaschutzziele hängt nicht nur von der Kommune ab. Es ist ein Zusammenspiel verschiedener Ebenen – EU, Bund, Land, Kreis und Kommune – nötig, um kommunale Klimaschutzziele zu realisieren. Die nach BSKO erstellte Energie- und THG-Bilanz einer Kommune bildet nicht nur das Ergebnis von früheren Entscheidungen und Entwicklungen ab, sondern zeichnet zusätzlich ein Zustandsbild verschiedener klimapolitischer Entscheidungen aller Ebenen. Jedoch werden weder explizite Einflüsse kommunaler oder bundespolitischer Aktivitäten noch Einflussbereiche der Kommunen selbst sichtbar. Kommunen sollten für ihre Klimaschutzarbeit besser einschätzen können, welche Möglichkeiten sie zur Reduktion der eigenen Energie- und THG-Emissionen haben.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts des Umweltbundesamts zu den Wirkungspotenzialen kommunaler Klimaschutzmaßnahmen wurden daher Einflusspotenziale der Kommunen hinsichtlich der THG-Reduktion untersucht. Während des Projekts wurden vier Einflussbereiche festgelegt, die jeweils durch die Intensität der Einflussmöglichkeit abgestuft wurden → *Tab. B1.1 (Kap. B1)*. Es wurde ein Ansatz entwickelt, der an zehn Kommunalbilanzen modellhaft getestet hat, wie eine Energie- und THG-Bilanz hinsichtlich der oben dargestellten Einflussbereiche aufgeteilt werden kann. Das Forschungsprojekt zeigte, dass der Anteil beeinflussbarer Emissionen stark von der Energieinfrastruktur, aber auch von den Gegebenheiten innerhalb der Kommune abhängt. Zu nennen

sind dabei deren Größe sowie vorhandene Akteure wie das kommunale Stadtwerk oder Wohnungsbaugesellschaften. → *Abb. B3.11* zeigt eines der zehn Fallbeispiele: eine Großstadt in Deutschland.

- Es wird deutlich, dass knapp die Hälfte aller Emissionen (insgesamt 47 Prozent) der Großstadt durch den Einflussbereich „Beraten und Motivieren“ beeinflusst werden können – Kommunen können hier vor allem über Beratungen oder Anreize Akteure zu klimaschonendem Handeln motivieren.
- Der Einflussbereich „Versorgen und Anbieten kommunale Unternehmen“ erfasst etwa 32 Prozent der Emissionen und beinhaltet die Wärmeinfrastruktur der Stadtwerke der Großstadt. Über die Beteiligung an kommunalen Unternehmen kann eine Stadt je nach Anteilshöhe über zukünftige Klimaschutzentscheidungen bestimmen und dadurch die Klimaschutzstrategie der kommunalen Energieversorger beeinflussen. Im Beispiel der → *Abb. B3.11* ist die Großstadt zu hundert Prozent Anteilseignerin der Stadtwerke GmbH. Die Fernwärmeerzeugung kann deshalb vermutlich von der Großstadt direkt beeinflusst werden.
- Der Einflussbereich „Versorgen und Anbieten Verwaltung“ macht knapp drei Prozent der THG-Emissionen aus und umfasst ausschließlich Emissionen aus dem Verkehr.

- Im Einflussbereich „Verbrauchen und Vorbild kommunale Unternehmen und öffentliche Einrichtungen“ findet sich der Wärmeverbrauch der kommunalen Wohnungsbaugesellschaften in den Verbrauchssektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) wieder. Auch die von den Stadtwerken betriebene ÖPNV-Flotte liegt in diesem Einflussbereich. Rund elf Prozent der gesamten THG-Emissionen sind dem Einflussbereich der Gebäudesanierung, Fuhrpark und Effizienz der Technologie zugeordnet.
- Der Einflussbereich „Verbrauchen und Vorbild Verwaltung“ betrifft die kommunalen Liegenschaften und hat einen Anteil von zwei Prozent. Hier hat die Kommune die volle Entscheidungshoheit und direkten Einfluss etwa auf eigene Gebäude oder die Straßenbeleuchtung.
- Der Einflussbereich „Regulieren und Planen“ macht fünf Prozent aller THG-Emissionen aus.

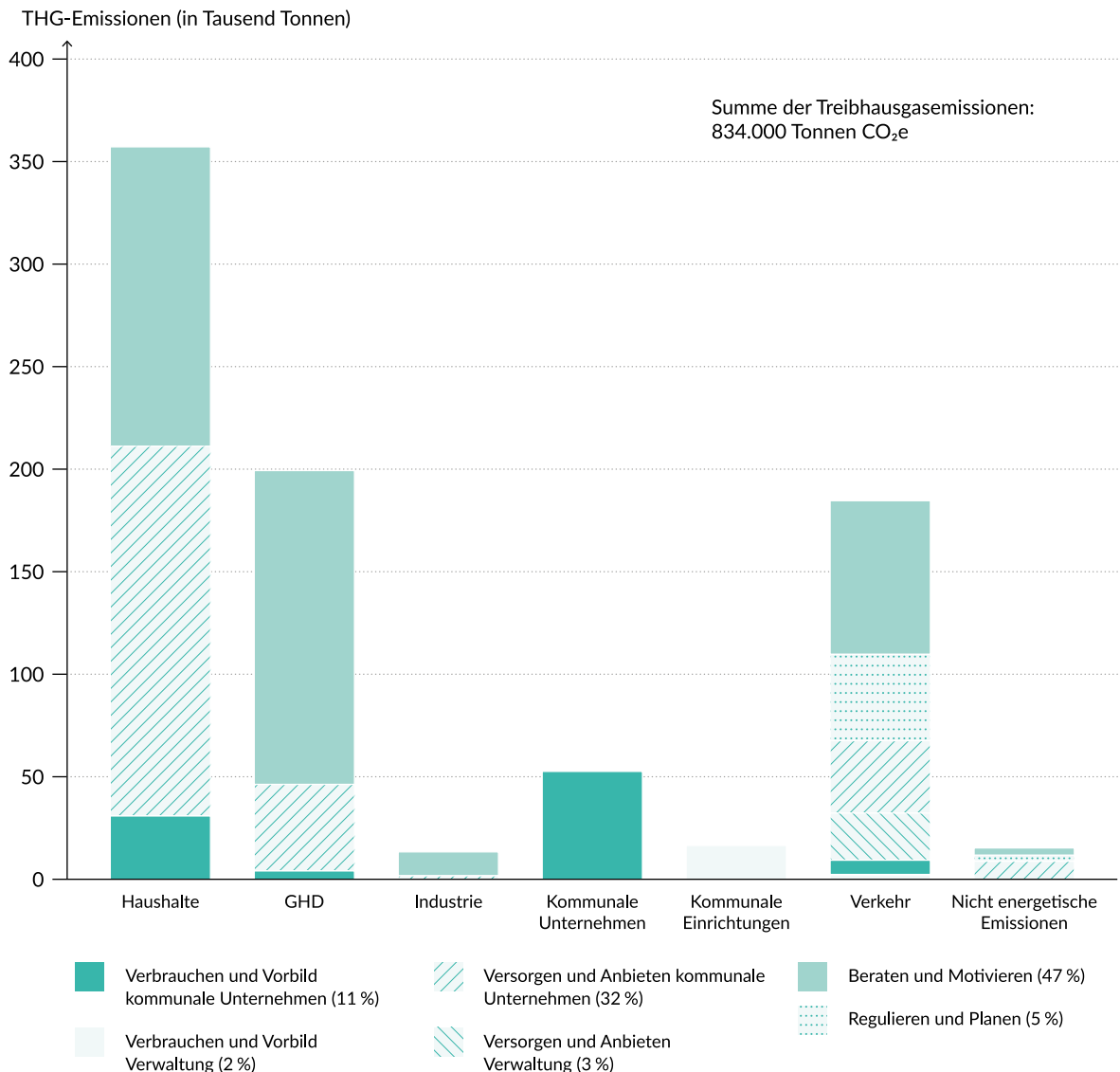


Abbildung B3.11

THG-Emissionen (BISKO) nach Einflussbereichen für die Modellkommune „Großstadt 100.000–500.000 Einwohner*innen“ (Quelle: Kenkmann et al. 2022)

→ 3.9 Differenzieren: Weitere Bilanzierungsbereiche einbeziehen

THG-Bilanzen werden für Städte, Unternehmen, Institutionen, Produkte und Individuen erstellt. Die Bilanzierungsbereiche folgen unterschiedlichen Bilanzierungsprinzipien, die in Standards festgesetzt sind: Für Städte gibt es BSKO → Kap. B3.2, für Unternehmen das Greenhouse Gas Protocol und die DIN ISO 14064-1. In der Kommune treffen die Bereiche aufeinander und überschneiden sich teilweise.

Parallel zur gesamtstädtischen Bilanz sollten auch die Bereiche Beteiligungsunternehmen und Privatwirtschaft bilanziert werden, um die Entwicklungen in deren Einflussphären darstellen zu können. Dies kann nicht durch die Kommunalverwaltung erfolgen, sondern wird von den jeweiligen Akteuren umgesetzt.

3.9.1 Die treibhausgasneutrale Kommunalverwaltung

Viele Kommunen setzen sich das Ziel, bis 2035 oder 2040 den Bereich der Kommunalverwaltung klimaneutral zu gestalten. Dazu sollten alle Bereiche erfasst werden, die in der direkten Entscheidungs- und Weisungshoheit der Kommunalverwaltung liegen. Das gilt besonders für die Bereiche Gebäudemanagement und Fuhrpark. Auch der Stromverbrauch der Infrastruktur sollte zwingend erfasst werden – unabhängig davon, in welcher

Betriebsform dieser in der Kommune verankert ist. Weitere Emissionen wie die Anfahrtswege der Mitarbeitenden sollten nach Möglichkeit ebenfalls erfasst werden. Der Leitfaden „Der Weg zur treibhausgasneutralen Verwaltung“ des Umweltbundesamts beschreibt Möglichkeiten zur Datenerfassung (vgl. Huckestein 2020). In Baden-Württemberg wurde im Jahr 2022 ein Leitfaden zur klimaneutralen Kommunalverwaltung veröffentlicht.

3.9.2 Treibhausgasbilanzierung von Unternehmen

Unternehmen bilanzieren nach den Bilanzierungsgrundlagen des Greenhouse Gas (GHG) Protocol. Die Art der Treibhausgasbilanzierung unterscheidet sich in einigen Aspekten von jener der Kommunen nach BSKO. Bei der Bilanzierung von Unternehmen wird vom Territorialprinzip abgewichen, da sie mehrere Standorte haben können und mit globalen Lieferketten agieren. Zudem wird in der CO₂-Bilanzierung von Unternehmen häufig der Händlermix gewählt, um die Emissionen aus dem Stromverbrauch zu ermitteln.

Das GHG Protocol unterscheidet drei verschiedene Kategorien, die sogenannten Scopes, um die direkten und indirekten THG-Emissionen aufzuschlüsseln.

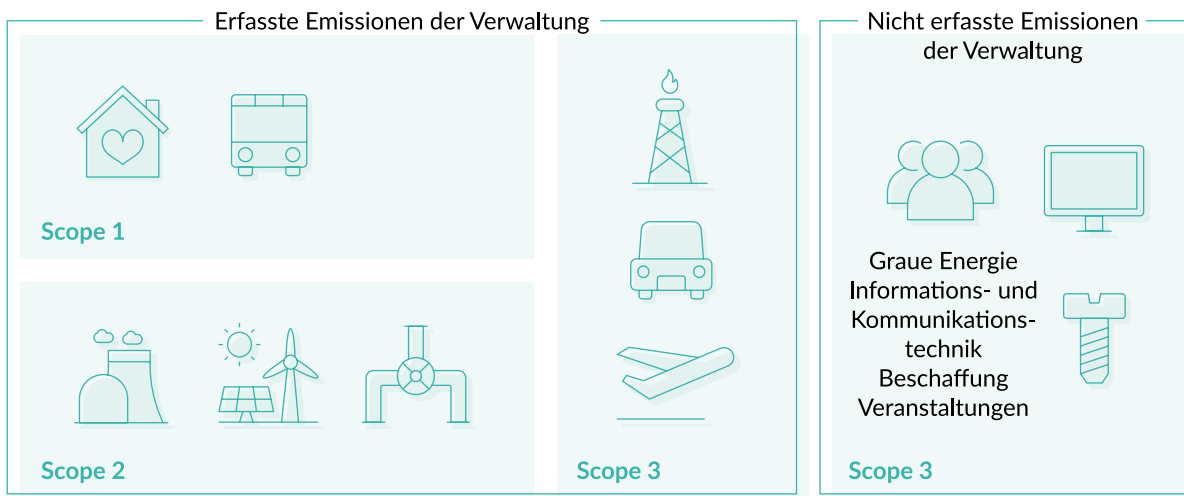


Abbildung B3.12
Emissionen der Kommunalverwaltung (Quelle: eigene Darstellung)

- Scope 1 beinhaltet alle direkt im Unternehmen anfallenden Treibhausgasemissionen – von Energieerzeugungsanlagen über Fahrzeuge bis hin zu Maschinen und Verarbeitung.
- Scope 2 umfasst zusätzlich alle indirekten, außerhalb des Unternehmens entstandenen Treibhausgasemissionen – also jene, die aus dem Strom-, Fernwärme-, Ferndampf- und Fernkälteverbrauch des Unternehmens resultieren.
- Scope 3 beinhaltet alle übrigen Treibhausgasemissionen, die durch die Tätigkeiten des Unternehmens verursacht werden – unter anderem erworbene Güter, Anlagenkapital, Reisetätigkeiten sowie Aktivitäten von Lieferanten.

Im Vergleich dazu werden in BSKO alle THG-Emissionen von Scope 1 und 2 erfasst. Die indirekten Emissionen von Scope 3 sind ausschließlich für die energetischen Produkte durch Berücksichtigung der Vorketten wie Förderung und Transport der Energieträger sowie der Infrastruktur, beispielsweise zur Herstellung von Photovoltaik-Modulen, enthalten. Emissionen aus der Herstellung von Produkten, die in einer Kommune konsumiert werden sowie der Energieverbrauch außerhalb der Stadtgrenzen werden in BSKO nicht bilanziert.

→ *Abb. B3.13* zeigt die Verortung der Unternehmensbilanzen in der gesamtstädtischen THG-Bilanz – sie verdeutlicht, dass ein Großteil der in den drei Scopes erfassten THG-Emissionen in BSKO bereits enthalten ist. Der Sektor kommunale Gebäude wird in BSKO separat ausgewiesen; er kann aufgrund seiner Charakteristika aber auch dem Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) zugeordnet werden, dem auch die kommunalen Unternehmen zuzuordnen sind.

Unterschiedliche Herangehensweisen finden sich bei BSKO und dem GHG Protocol auch zum Stromemissionsfaktor. Während das GHG Protocol zwei Methoden vorsieht – die „location-based method“ und die „market-based method“ → *Abb. B3.14*, stellt BSKO diese beiden Methoden nur nachrichtlich dar. Bei der Basisbilanz greift BSKO auf den Emissionsfaktor für den Bundesmix zurück.

Möchte ein (Beteiligungs-)Unternehmen klimaneutral werden, gibt es verschiedene Standards, an denen es sich orientieren kann. Beispiele sind das PAS 2060 des British Standard Institute, die Science Based Targets Initiative (SBTi) oder ISO 14068 (aktuell noch in der Entwicklung).

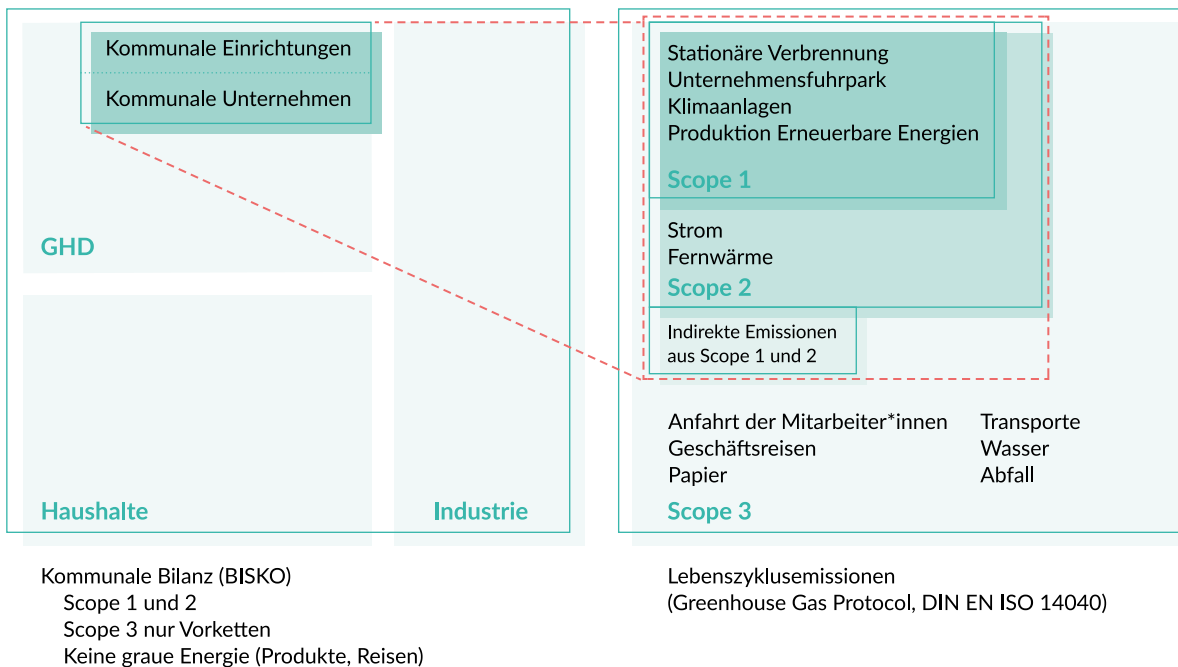


Abbildung B3.13

Erfassung der territorialen Emissionen von kommunalen Unternehmen in der BSKO-Bilanz (Quelle: eigene Darstellung)

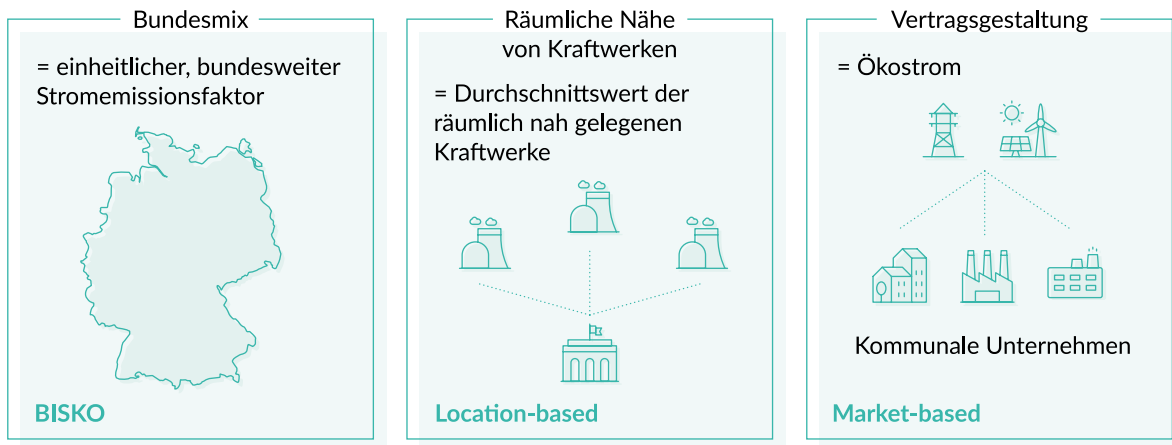


Abbildung B3.14

Unterschiedliche Methoden zur Berechnung des Stromemissionsfaktors (Quelle: eigene Darstellung)

3.9.3 Persönliche CO₂-Bilanz und Kommunalbilanz: Ein Vergleich

Grundlage für die THG-Bilanzierung auf kommunaler Ebene ist eine endenergiebasierte Territorialbilanz. Hier werden auf Basis des Endenergieverbrauchs innerhalb der Grenzen der Gebietskörperschaft die THG-Emissionen für verschiedene Sektoren berechnet und das Handlungsfeld der einzelnen Kommune wird eingegrenzt. Will die Kommune den gesamten Wirkungsbereich ihrer Bürger*innen beeinflussen, reicht dieser Ansatz nicht mehr aus, weil beispielsweise die bei der Herstellung der Konsumprodukte entstandenen Treibhausgasemissionen nicht enthalten sind, wenn diese außerhalb der Kommune produziert wurden. Bei der Kommunikation dieser beiden Bilanzierungsverfahren muss ganz klar herausgestellt werden, dass sich die Bilanzarten nicht widersprechen, sondern gegenseitig ergänzen. Während die Kommunalbilanz auf das Controlling der Aktivitäten der Verwaltung und der Politik für die gesamte Gemeinde vor Ort zielt, dient die persönliche CO₂-Bilanz der Motivation Einzelner. Darüber hinaus kann die Bürgerbilanz auch Hintergrundinformationen für Öffentlichkeitskampagnen beispielsweise im Schulbereich bereitstellen.

Um die Handlungsfelder der Einzelnen aufzeigen zu können, bietet sich die Verwendung der persönlichen CO₂-Bilanz an → [Internettipp](#), die die CO₂-Emissionen einzelner Personen nach Bedürfnisfeldern darstellt und mit den Durchschnittsemissionen in Deutschland pro Kopf vergleicht. Dieser Durchschnittswert pro Person

liegt 2022 bei rund 10,8 Tonnen pro Jahr, die sich wie folgt auf die verschiedenen Konsumfelder aufteilen:

- Wohnen und Stromverbrauch: 2,7 Tonnen
- Mobilität: 2,2 Tonnen
- Ernährung: 1,7 Tonnen
- sonstiger Konsum: 3,4 Tonnen
- öffentlich bereitgestellte Infrastruktur: 0,8 Tonnen

Emissionen, die Bürger*innen zu Hause durch Wohnen und Strom freisetzen, sind mit dem Sektor Private Haushalte einer Kommunalbilanz nahezu deckungsgleich. Anders verhält es sich für den Bereich Verkehr: Die persönliche Bilanz unterscheidet sich meist stark von jener der Kommunalbilanz. Grund dafür ist die Bilanzierung der verkehrsbedingten Emissionen der einzelnen Person – inklusive der Wege außerhalb des kommunalen Territoriums. Insbesondere Fernreisen haben durch die Nutzung des Flugzeugs einen erheblichen Einfluss auf die persönliche Bilanz.

Große Unterschiede ergeben sich bei den Bedürfnisfeldern Ernährung und sonstiger Konsum: Ein Großteil der konsumierten Produkte wird außerhalb der Gebietskörperschaft hergestellt. Die dadurch entstandenen CO₂-Emissionen können damit nur zu einem geringen Teil den kommunalen Sektoren Industrie und Gewerbe respektive Landwirtschaft zugeordnet werden.

Der Bereich öffentliche Emissionen bildet die Aktivitäten des Staates im Auftrag und zugunsten der Bürger*innen ab. Gemeint sind damit sowohl das Bildungssystem als auch das Sozialsystem und zusätzlich die Bereiche

Recht, Ordnung und Sicherheit. Die hier entstandenen Emissionen finden sich zum Teil in der Kommunalbilanz wieder. CO₂-Emissionen von Kindergärten und Schulen werden meist den städtischen oder aber Landes- und Bundeseinrichtungen im Sektor Gewerbe zugerechnet.

INTERNETTIPP



- In welchem Lebensbereich verursache ich CO₂-Emissionen? Wo spare ich bereits Emissionen ein? Welche Aktivitäten fallen dabei am meisten ins Gewicht? Mit dem CO₂-Rechner des Umweltbundesamts kann jede*r auf einfache Weise den persönlichen CO₂-Fußabdruck ermitteln. Mit der Erweiterung um individuelle CO₂-Szenarien werden Handlungsoptionen für den Klimaschutz bis ins Jahr 2050 aufgezeigt, abrufbar unter: www.uba.co2-rechner.de/de_DE