



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

BISKO

Bilanzierungs-Systematik Kommunal

Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland Kurzfassung

*Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunal
Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“*

Hans Hertle, Frank Dünnebeil, Benjamin Gugel, Eva Rechsteiner, Carsten Reinhard

Heidelberg, Juni 2016

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Anmerkung

Der vorliegende Bericht ist das Ergebnis eines 1 ½ jährigen Abstimmungsprozesses zwischen kommunalen Akteuren und der Wissenschaft. Details, wie z.B. Emissionsfaktoren, können sich je nach aktuellem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse noch ändern.

Gegenüber der letzten Version vom August 2015 wurden die Emissionsfaktoren für den Bundesstrommix jetzt einheitlich mit dem Strommaster des ifeu berechnet (siehe Tabelle 3-5).

Tabelle 3-2 bis Tabelle 3-4 wurden umgestellt und ergänzend erläutert.

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg; Tel. 06221-4767-0; Fax -4767-19;
E-Mail: verkehr@ifeu.de; Internet: www.ifeu.de

Inhalt

1 Der Weg zur Harmonisierung in der kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung	3
1.1 Kommunale Energie- und THG-Bilanzen als Monitoring-Tool	3
1.2 Hintergrund des Harmonisierungsprozesses	3
1.3 Kriterien bei der Entwicklung der Methodik	4
2 Allgemeine Empfehlungen zur kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung	6
2.1 Bilanzierungsprinzip	6
2.2 THG-Emissionsfaktoren	7
2.3 Datengüte	7
3 Empfehlungen zur Bilanzierung im stationären Bereich	9
3.1 Datenquellen für die Bilanzierung im stationären Bereich	9
3.2 Definition von Verbrauchssektoren	11
3.3 Einsatz der THG-Emissionsfaktoren	12
3.3.1 Emissionsfaktoren bei Verbrennungsprozessen	12
3.3.2 Emissionsfaktoren für Strom	13
3.3.3 Allokation von Koppelprodukten	15
3.4 THG Emissionen nicht energetischer Sektoren	16
3.5 Witterungskorrektur	16
4 Empfehlungen zur Bilanzierung im Sektor Verkehr	17
5 Literaturverzeichnis	20
6 Anhang	21
6.1 Berechnung des Territorialmix Strom	21
6.2 Berechnung der exergetischen Allokation	22

1 Der Weg zur Harmonisierung in der kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung

1.1 Kommunale Energie- und THG-Bilanzen als Monitoring-Tool

Energie- und Treibhausgas(THG)-Bilanzen bilden die Basis des quantitativen Monitorings und Controllings beim Klimaschutz von Kommunen. Die Bilanzen geben einen Überblick über die Verteilung der Energieverbräuche und THG-Emissionen nach verschiedenen Sektoren (z. B. Private Haushalte, Gewerbe, Industrie) und Energieträgern (z. B. Öl, Gas, Strom) in einer Kommune und helfen dabei über Jahre hinweg die langfristigen Tendenzen des Energieeinsatzes und der THG-Emissionen aufzuzeigen. Zur Darstellung dieser Entwicklungen sollten Energie- und THG-Bilanzen auf Ebene des gesamten kommunalen Gebietes (für alle Sektoren) mindestens alle fünf Jahre, besser alle drei Jahre¹ fortgeschrieben werden.

Die Bilanzdaten sind zudem eine wesentliche Voraussetzung für die Darstellung von Klimaschutzindikatoren im Rahmen des „Benchmarks Kommunaler Klimaschutz“. Anhand der Indikatoren werden die Ergebnisse der Bilanz ins Verhältnis zu kommunalen Strukturdaten gesetzt und sind somit besser interpretierbar und für den Vergleich mit anderen Kommunen nutzbar. Zudem können verschiedene Unterziele (z. B. Anteil erneuerbarer Energien) festgelegt und der Grad der Zielerreichung kontrolliert werden.

Neben der Erstellung einer Bilanz wird empfohlen, kommunale Klimaschutzaktivitäten auch auf weiteren Ebenen zu dokumentieren und evaluieren.

1.2 Hintergrund des Harmonisierungsprozesses

Das bis Frühjahr 2016 laufende vom BMUB geförderte Vorhaben „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ hatte die Entwicklung eines standardisierten Instrumentensatzes für Klimaschutzkommunen zum Ziel. Dazu wurde eine Methodik entwickelt, mit der eine einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht wird. Im Vordergrund standen dabei neben einer methodischen Konsistenz auch die Vergleichbarkeit der Bilanzen sowie die Transparenz der Berechnung und der verwendeten Daten. Auf Basis der genannten Punkte leiten sich die Empfehlungen für zukünftige Regeln der kommunalen Treibhausgasbilanzierung ab.

¹ Bei Großstädten mit entsprechenden Kapazitäten kann auch eine Bilanzierung alle zwei Jahre angestrebt werden.

Das vorliegende Methodenpapier ist die Kurzfassung des Berichts, der im Rahmen des Klimaschutz-Planers entwickelt wurde². Die methodischen Grundlagen für das Bilanzierungstool des Klimaschutz-Planers wurden u.a. in drei Workshops mit Teilnehmern aus der Wissenschaft sowie zwei Workshops mit Teilnehmern aus der kommunalen Praxis besprochen. Zudem wurden die Empfehlungen von mehreren wissenschaftlichen Instituten im Rahmen von Kurz-Reviews überprüft.

1.3 Kriterien bei der Entwicklung der Methodik

In verschiedenen Workshops wurde deutlich, dass unterschiedliche Interessengruppen verschiedene Ziele mit einer kommunalen Energie- und THG-Bilanz verfolgen. Der Anspruch des Projektes war, eine einheitliche Methode einzuführen und trotzdem auf diese Zielkonflikte einzugehen.

Eine oder mehrere Bilanzen für die Kommune?

Um zu vermeiden, dass mehrere kommunale Bilanzen unterschiedlicher Methodik berechnet und veröffentlicht werden, wurde der Begriff der **Basisbilanz** eingeführt. Diese Basisbilanz bildet die offizielle Bilanz einer Kommune ab. Welche Elemente diese Bilanz beinhaltet wird im folgenden Papier erläutert.

Darüber hinaus haben Kommunen die Möglichkeit, die Ergebnisse der Basisbilanz mit den Ergebnissen aus anderen methodischen Vorgaben zu vergleichen und die Unterschiede z.B. aufgrund von Witterung oder lokaler Stromerzeugung darstellen zu können. Bei der Darstellungsform sollte klar dargestellt sein, was die Basisbilanz ist und welche methodischen Änderungen beim Vergleich vorgenommen wurden.

Vor diesem Hintergrund sind folgende drei Entscheidungskriterien für die Entwicklung der Berechnungsmethoden wesentlich, die einen ausgewogenen Kompromiss zwischen den verschiedenen Ansprüchen darstellen und so im Harmonisierungsprozess herausgearbeitet wurden:

- **Vergleichbarkeit der Bilanzierung zwischen den Kommunen**

Ein wichtiges Ziel des Harmonisierungsprozesses war es, Bilanzen von Kommunen einheitlich bewerten zu können. Dazu müssen die Ergebnisse der Bilanzen miteinander vergleichbar sein.

- **Konsistenz innerhalb der Methodik**

Im Harmonisierungsprozess wurde versucht, unter Berücksichtigung der anderen beiden Kriterien eine Konsistenz innerhalb der Methodik zu entwickeln, so dass keine Doppelbilanzierung erfolgt und lokale Akteure nicht aufgrund der Methodik falsche Schlüsse für ihr Klimaschutzhandeln ziehen.

- **Darstellung der Prioritäten im Klimaschutz in der Bilanz: Lokale Energieeinsparung und Energieeffizienz vor lokaler Erzeugung**

Eine Energie- und THG-Bilanz als Klimaschutz-Monitoring Instrument soll über die Jahre den Erfolg im Klimaschutz einer Kommune dokumentieren. Grundsätzlich gilt, dass möglichst alle Aktivitäten gleichermaßen abgebildet werden sollen. Ist dies

² https://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungsmethodik_IFEU_April_2014.pdf

nicht möglich oder entstehen Konflikte in der Darstellung der Aktivitäten, so haben die Aktivitäten Priorität, die für den Klimaschutz relevanter sind.

Neben den drei Hauptentscheidungskriterien spielten bei der Harmonisierung der Methodik weitere Punkte eine Rolle:

- Vergleichbarkeit der kommunalen Bilanzen über mehrere Jahre
- Konsistenz zu anderen Vorgaben/Empfehlungen auf kommunaler Ebene (SEAP, Greenhouse Gas Protocol)
- (Weitestgehende) Konsistenz zu anderen Ebenen
- Erfolgskontrolle für umgesetzte Maßnahmen und Abschätzung von Minderungspotenzialen (anhand lokaler Daten)

Die Kriterien für die Festlegung von standardisierten Bilanzierungsregeln für kommunale Treibhausgasbilanzen im Verkehrsbereich wurden neben den oben genannten Kriterien noch weiter definiert. Zentrale Zielstellung ist die Beurteilung der kommunalen Ausgangssituation als Grundlage zur Ableitung und Bewertung von geeigneten Klimaschutzmaßnahmen. Das umfasst insbesondere folgende Anforderungen an die Bilanzierung:

- Abdeckung des kommunalen Handlungsbereichs

Die bilanzierten Verkehrsaktivitäten sollten sich möglichst gut mit dem Handlungsbereich der Kommunen decken. D.h. es sollte ein ursächlicher Zusammenhang des Verkehrs zur Kommune gegeben sein, wichtige Zielgruppen von Maßnahmen sowie weitere Akteure für Maßnahmen sollten unter kommunale Zuständigkeit fallen bzw. für Kooperationen erreichbar sein.
- Identifizierung wichtiger kommunaler Handlungsfelder

Die Bilanzierungsmethode sollte helfen, wichtige Ursachen der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen zu identifizieren, bei denen kommunale Klimaschutzmaßnahmen zuerst ansetzen müssen. Dazu müssen kommunenspezifische Einflüsse möglichst gut in der Bilanz abgebildet und eine möglichst gute Differenzierung nach Ortsbezug und Ursachen der Verkehrsaktivitäten erreicht werden.
- Erfolgskontrolle für umgesetzte Maßnahmen:

Die Erfolge durchgeführter lokaler Maßnahmen sollten sich in Bilanzen zukünftiger Jahre wiederfinden. Dazu muss die Erfassung des Verkehrs in der kommunalen Bilanz weitgehend mit kommunenspezifischen Daten erfolgen, da nationale Kennwerte keine lokalen Maßnahmenwirkungen darstellen können.

2 Allgemeine Empfehlungen zur kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung

2.1 Bilanzierungsprinzip

Bei der Wahl des Bilanzierungsprinzips für Treibhausgasbilanzen eines bestimmten Gebietes wird in der Regel der territoriale Ansatz gewählt. Dies bedeutet, dass alle Emissionen innerhalb des betrachteten Territoriums berücksichtigt werden.

Auf kommunaler Ebene wird ebenfalls das Territorialprinzip verfolgt, allerdings wird im Bereich des Strom- und Fernwärmeverbrauchs vom klassischen Ansatz des Emissionskatasters (Quellenbilanz) zu Gunsten einer Verursacherbilanz abgewichen³. Im Harmonisierungsprozess bestand Konsens über die Nutzung dieses Ansatzes, der im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz⁴ als **endenergiebasierte Territorialbilanz**⁵ bezeichnet wird: *Es werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die z.B. am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die THG-Emissionen berechnet. Graue Energie wird nicht bilanziert.*

In Abbildung 2-1 ist für die Sektoren Private Haushalte, Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Sonstiges und den Verkehrsbereich eine Endenergiebilanz nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip dargestellt. Dies stellt die kommunale Basisbilanz dar.

³ Zudem werden bei den THG-Emissionen auch die Vorketten der Energiebereitstellung berücksichtigt (vgl. Abschnitt 2.2)

⁴ Siehe: <http://www.klimaschutz-in-kommunen.de/links-und-literatur/praxisleitfaden>

⁵ In statistischen Berichten wird hier auch von der Verursacherbilanz gesprochen (im Gegensatz zu Quellenbilanzen).

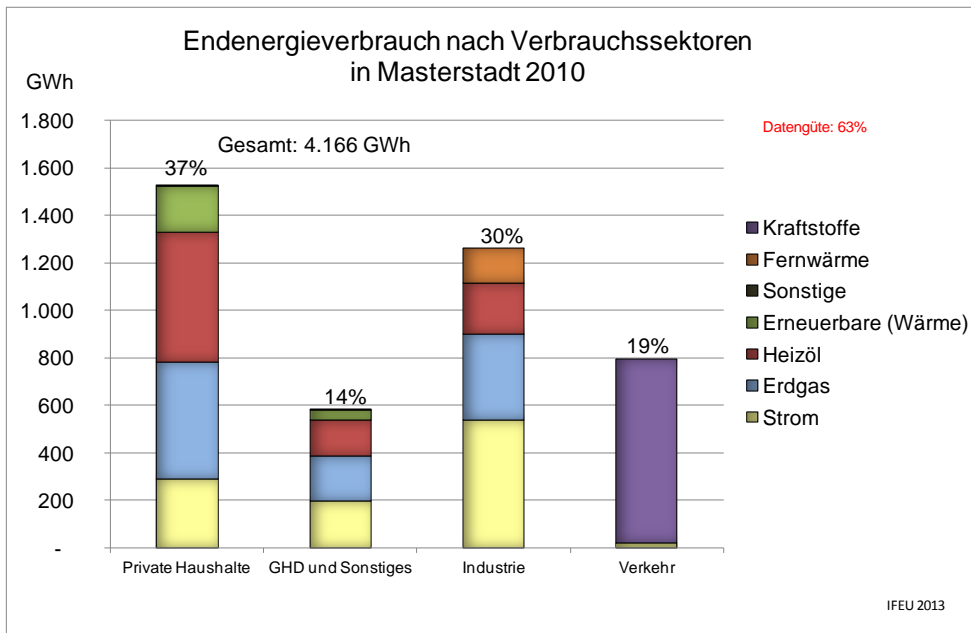


Abbildung 2-1: Beispiel für eine Basisbilanz Endenergie nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip

2.2 THG-Emissionsfaktoren

Je nach Wahl der THG-Emissionsfaktoren können kommunale THG-Bilanzen um bis zu 20% variieren. Es stellt sich daher die Frage, ob bei der Umrechnung des Energieverbrauchs in THG-Emissionen nur die reinen CO₂-Emissionen berücksichtigt werden oder noch weitere Aspekte berücksichtigt werden.

Auf Grundlage des Harmonisierungsprozesses wird nun empfohlen, neben den **reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (N₂O und CH₄)⁶ in CO₂-Äquivalenten und Vorketten⁷ bei den Emissionsfaktoren zu berücksichtigen**. Die Gründe für diese Wahl können im ifeu-Papier aus dem Jahr 2014 im Detail nachgelesen werden.

2.3 Datengüte

Für alle kommunalen Energie- und THG-Bilanzen wird empfohlen, eine Datengüte der Bilanz anzugeben. Die Datengüte zeigt die Aussagekraft der Bilanz und der ihr zu Grunde liegenden Daten.

Zur Ermittlung der Datengüte wird das Vorgehen aus dem Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz empfohlen. Dazu soll für jeden Energieträger und dessen Verbrauch eine Da-

⁶ Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe bzw. perfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFC, PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆), welche zusätzlich im nationalen Treibhausgasinventar erfasst werden, haben einen Anteil von 1,6% an den bundesweiten Treibhausgasemissionen in Deutschland. Aufgrund der geringen Relevanz und vor allem aufgrund der schwierigen Erfassbarkeit auf kommunaler Ebene (diese Gase werden bei Produktanwendungen wie PKW-Klimaanlagen, Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte, Straßenasphaltierung und bei der Aluminiumherstellung emittiert) wird vorgeschlagen, diese Gase zunächst zu vernachlässigen bzw. nur grob abzuschätzen.

⁷ Hier nur energiebezogene Vorketten (u.a. Infrastruktur, Abbau und Transport von Energieträgern).

Datengüte zugeteilt werden. Grundlage für diese Zuteilung ist die Datenquelle. Die Wertung der Datengüte A bis D erfolgt auf Basis der Herkunft - und die damit verbundene Aussagekraft der Energieverbräuche - des Energieträgers folgendermaßen:

- Datengüte A (Regionale Primärdaten) -> Faktor 1
- Datengüte B (Hochrechnung regionaler Primärdaten) -> Faktor 0,5
- Datengüte C (Regionale Kennwerte und Statistiken) -> Faktor 0,25
- Datengüte D (Bundesweite Kennzahlen) -> Faktor 0

Eine Einschätzung der Datengüte unterschiedlicher Datenquellen finden sich auch im folgenden Kapitel. Die Datengüte einer Bilanz erhält man, indem der Anteil des Endenergieträgers am Gesamtenergieverbrauch mit der Datengüte multipliziert wird und diese ermittelten Werte für alle Energieträger aufaddiert werden⁸.

⁸ Ein Beispiel zu Berechnung der Datengüte findet sich unter http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/leitfaden/b4-quantitative-ist-analyse-co2-bilanz.html#toc4_2

3 Empfehlungen zur Bilanzierung im stationären Bereich

3.1 Datenquellen für die Bilanzierung im stationären Bereich

Die Datenquellen für die Erstellung einer Endenergiebilanz können sehr vielfältig sein. In einigen Bundesländern gibt es bereits verschiedene Unterstützungsangebote seitens des Landes, der Landesenergieagenturen oder von anderen Stellen.

Grundsätzlich ist die Erhebung konsistenter Daten bei der Erstellung der Erstabilanz mit größerem Aufwand verbunden. Ziel ist es, sowohl für leitungsgebundene Energieträger (z.B. Erdgas) als auch für nicht-leitungsgebundene Energieträger (z.B. Heizöl) den Endenergieverbrauch aufgeteilt nach den verschiedenen Verbrauchssektoren (u.a. Private Haushalte) zu erhalten.

Grundsätzlich wird vor Beginn der Datenerhebung empfohlen, folgende Fragen zu klären:

- Gibt es seitens des Landes eine bereitgestellte Software, in der auch das Datenerhebungsprozedere erläutert wird?
- Gibt es seitens des Landes Unterstützungsangebote zur Datenerhebung (z.B. zentrale Bereitstellung verschiedener Daten)?
- Wer sammelt die Kontaktdaten der Datenquellen nach den in der folgenden Tabelle aufgeführten Datenquellen?
- Werden die Daten regelmäßig nach einheitlicher Methodik aktualisiert?

Wichtige Datenquellen können Tabelle 3-1 entnommen werden.

Tabelle 3-1: Datenquellen für kommunale Energie- und THG-Bilanzen im stationären Bereich

Datenquelle	Inhalt	Berücksichtigte Sektoren	Datengüte
Netzgesellschaft	Energieverbrauch Strom und Erdgas für Gesamtkommune ⁹	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/-verbrauch aus elektrischen Wärmepumpen	Alle	B
Schornsteinfegerdaten	Ermittlung Heizölverbrauch über Leistung der Kessel ¹⁰	Private Haushalte und GHD	B
Förderprogramme	Ermittlung für verschiedene Energieträger anhand von den Förderungen im Zeitrahmen des Förderprogramms für Gesamtkommune ¹¹	Je nach Förderprogramm. Meist jedoch: Private Haushalte und GHD	B
Gebäudekennzahlen	Wärmeerzeugung aus nicht leitungsgebundene Energieträger (keine Aufteilung) auf Basis von Gebäudetypologien und angenommenen Verbräuchen ¹²	Private Haushalte und GHD	C
Heizölverbrauch über Kennzahlen	Berechnung des Wärmeverbrauchs (Heizöl) über Wärmeverbrauchs über Einwohner- und SV-Beschäftigten-Kennwerte	Private Haushalte und GHD	C-D
Ermittlung des Energieverbrauchs der Industrie über Kennzahlen	Berechnung des Wärmeverbrauchs in der Industrie über Kennzahlen der Beschäftigtenzahlen	Industrie	C-D
Sektorspezifische Auswertungen: Kommune	Strom- und Wärmeverbrauch kommunale Gebäude	Kommune	A
Sektorspezifische Auswertungen: Industrie	Strom und Wärmeverbrauch nach Energieträgern für alle Energieträger aufgrund von Betriebsbefragungen	Industrie	A

⁹ Vielfach liegen Informationen zur Aufteilung der einzelnen Verbrauchssektoren über Standardlastprofile (SLP) und Kunden mit Registrierter-Leistungs-Messung (RLM) vor.

¹⁰ Bei der Abfrage ist zu klären, ob die Kehrbezirke auch mit den Grenzen der Kommune übereinstimmen. Eine Abfrage nach PLZ ist hier förderlich.

¹¹ Hier geben v.a. die Förderdaten aus dem Marktanreizprogramm erste Hinweise. Daten finden sich unter www.solaratlas.de, www.biomasseatlas.de und www.waermepumpenatlas.de

¹² Gebäudedaten finden sich aus den Ergebnissen des Zensus 2011 (<https://ergebnisse.zensus2011.de>)

3.2 Definition von Verbrauchssektoren

Für eine einheitliche Bilanzierung sollten auch die verschiedenen Verbrauchssektoren möglichst einheitlich dargestellt werden.

Es wird angestrebt, dass eine Bilanz sich im stationären Bereich nach folgenden Sektoren unterscheidet:

1. Private Haushalte
2. Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD) / Sonstiges
3. Industrie / Verarbeitendes Gewerbe
4. Kommunale Einrichtungen

Aktuell unterscheiden sich bei den verschiedenen Datenbereitstellern (Energieversorgungsunternehmen, Statistische Landesämter etc.) jedoch noch die Definitionen zu diesen Sektoren. Die folgenden Definitionen stellen daher eine Empfehlungen bei Anfragen an die verschiedenen Datenbereiter dar.

Private Haushalte: Der Sektor umfasst alle Ein- und Mehrpersonenhaushalte (einschließlich der Personen in Gemeinschaftsunterkünften). Dazu gehören demnach auch sämtliche Wohnheime und kommunale Einrichtungen, die dem Zweck Unterkunft bzw. Wohnen dienen. Eine Trennung vom Sektor Kleingewerbe (vgl. Sektor GHD/Sonstiges) ist anzustreben.

Industrie: Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes (Industrie und Verarbeitendes Handwerk) von Unternehmen des Produzierenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten. Damit wird der Definition im Rahmen der Energieverbrauchserfassung statistischer Landesämter entsprochen. Es ist davon auszugehen, dass bei anderen Datenbereitstellern (z.B. Energieversorger) der Sektor Industrie/Verarbeitendes Gewerbe weitestgehend den Branchen entspricht, wie sie in den einzelnen Abschnitten des Wirtschaftszweigs Verarbeitendes Gewerbe aufgeführt sind.

Kommunale Einrichtungen: Hier definiert als die Summe der Energieverbräuche kommunaler Einrichtungen. Eine Differenzierung nach Verwaltungsgebäuden, kommunalen Schulen und Kindertagesstätten sowie der Straßenbeleuchtung ist für die Darstellung von Kennwerten im Benchmark kommunaler Klimaschutz¹³ anzustreben. Darüber hinaus zählen zu diesem Sektor auch noch andere kommunale Gebäude sowie der Energieverbrauch von kommunalen Infrastrukturanlagen u.a. aus den Bereichen Wasser/Abwasser, Straßen und Abfall¹⁴.

GHD/Sonstiges: In diesen Sektor fallen die Energieverbräuche aller bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem Verarbeitenden Gewerbes mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe).

¹³ <http://www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.de/>

¹⁴ In der Langfassung dieses Methodenpapiers (2014) wird der Bereich der sonstigen Infrastruktur dem GHD/Sonstigen Sektor zugeordnet. Das Feedback aus den Kommunen der Key-User hat jedoch ergeben, dass auch dieser Bereich den kommunalen Einrichtungen zugeordnet werden soll.

3.3 Einsatz der THG-Emissionsfaktoren

3.3.1 Emissionsfaktoren bei Verbrennungsprozessen

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit von Bilanzen wird empfohlen, einheitliche Emissionsfaktoren zu nutzen, die sowohl CO₂-Äquivalente als auch Vorketten beinhalten (s.o.). Im Rahmen der Harmonisierung wird überwiegend auf Daten der GEMIS-Datenbank und Studien des Umweltbundesamtes zurückgegriffen. Folgende THG-Emissionsfaktoren werden für die kommunale Energie- und THG-Bilanzierung empfohlen¹⁵.

Tabelle 3-2: Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO₂-Äquivalenten

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	Quelle	Genauere Prozessbezeichnung
Erdgas	0,257	0,258	0,250	Gemis 4.94	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,320	0,321	0,320	Gemis 4.94	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,036	0,028	0,027	Gemis 4.94	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,277	0,278	0,267	Gemis 4.94	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,464	0,443	0,444	Gemis 4.94	Kohle Brikett Heizung DE (Endenergie)
Braunkohle	0,437	0,436	0,434	Gemis 4.94	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,049	0,047	0,025	Gemis 4.94	Solarkollektor Flach DE
Fernwärme	0,270	0,270	0,270	Eigene Berechnung	Fernwärme aus Kohle-KWK
Sonstige erneuerbare Energieträger	0,025	0,025	0,025	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar
Sonstige konventionelle Energieträger	0,330	0,330	0,330	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar

Tabelle 3-3: Emissionsfaktoren ohne Brennstoffinputinformationen in t/MWh in CO₂-Äquivalenten für KWK-Wärme

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	Quelle	Genauere Prozessbezeichnung
Feste Biomasse (KWK)	0,077	0,077	0,077	UBA 2009, UBA 2013	Waldholz-DT-HKW
Flüssige Biomasse	0,108	0,108	0,154	UBA 2009, UBA 2013	Palmöl-BHKW-gross-DE-2010 (IST) (anpasst an UBA- 2013)
Biogas	0,052	0,052	0,056	UBA 2009, UBA 2013	Biogas-Gülle-BHKW-500kW 2010 (IST)

¹⁵ Mit der neuen Version von GEMIS 4.94 wurden einige Werte gegenüber dem ifeu-Paper aus dem April 2014 geringfügig angepasst.

Bei großindustriellen Prozessen und bei der Energieerzeugung in großen Kraftwerken weichen die Emissionsfaktoren in der Regel von den oben dargestellten Faktoren ab. Zumindest bei der Berechnung der Sekundärenergie (z.B. Strom, Dampf, Wärme) aus Kraftwerken können daher die Emissionsfaktoren der Tabelle 3-4 herangezogen werden.

Tabelle 3-4: Emissionsfaktoren für Erzeugung und industrielle Prozesse (t/MWh) in CO₂-Äquivalenten

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	Quelle	Genauere Prozessbezeichnung
Erdgas	0,235	0,237	0,235	Gemis 4.94	Gas Kessel DE (Endenergie)
Heizöl	0,313	0,314	0,311	Gemis 4.94	Öl leicht Kessel DE (Endenergie)
Steinkohle	0,448	0,440	0,436	Gemis 4.94	Kohle Kessel WSF DE (Endenergie)
Braunkohle	0,469	0,487	0,465	Gemis 4.94	Braunkohle WSK Kessel DE rheinisch (Endenergie)
Abfall	0,111	0,111	0,111	ifeu Berechnungen	
Biomasse	0,029	0,034	0,024	Gemis 4.94	Holz HS Waldholz Heizung 50 kW (Endenergie)
Sonstige erneuerbare Energieträger	0,050	0,050	0,050	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar
Sonstige konventionelle Energieträger	0,330	0,330	0,330	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar

3.3.2 Emissionsfaktoren für Strom

Je nach Ziel der Bilanzierung werden aktuell in den Kommunen unterschiedliche Stromemissionsfaktoren verwendet. In der Diskussion mit Praktikern und Wissenschaftlern wurde deutlich, dass bei der Bilanzierung von Strom der Bundesmix genutzt werden sollte, um so einen Vergleich der Bilanzen zwischen den Kommunen zu ermöglichen. Die folgenden Emissionsfaktoren für den Bundesstrommix wurden mit dem Strommaster des ifeu für alle einzelnen Jahre berechnet.

Tabelle 3-5: Zeitreihe Strom Bundesmix (Quelle: ifeu-Strommaster¹⁶) in t/MWh in CO₂-Äquivalenten

Jahr		Jahr		Jahr		Jahr		Jahr	
1990	0,872	1996	0,774	2002	0,727	2008	0,656	2014	0,620
1991	0,889	1997	0,752	2003	0,732	2009	0,620		
1992	0,830	1998	0,738	2004	0,700	2010	0,614		
1993	0,831	1999	0,715	2005	0,702	2011	0,633		
1994	0,823	2000	0,709	2006	0,687	2012	0,645		
1995	0,791	2001	0,712	2007	0,656	2013	0,633		

¹⁶ Derzeit werden im ifeu-Strommaster zwar Vorketten, allerdings noch nicht die Infrastruktur berücksichtigt, welche u.a. für die Bewertung von Strom aus Erneuerbare Energien-Anlagen wichtig ist. Dies wird aktuell angepasst.

Neben der Nutzung des Bundesmixes Strom äußerten die kommunalen Vertreter darüber hinaus den Wunsch, dass lokale Bemühungen im Stromerzeugungsbereich anhand eines Territorialmix Strom berücksichtigt werden sollten. Dieser Territorialmix Strom soll darstellen, inwieweit die regionale Energieversorgungsstruktur zum Klimaschutz beiträgt. Es soll damit keine zweite THG-Bilanz mit einem zweiten Wert der Emissionen erzeugt werden, sondern die Einsparung/Steigerung der THG-Emissionen in Relation zur Basisbilanz dargestellt werden (vgl. Abbildung 3-1). Das Vorgehen zur Berechnung des Territorialmixes Strom findet sich im Anhang 6.1.

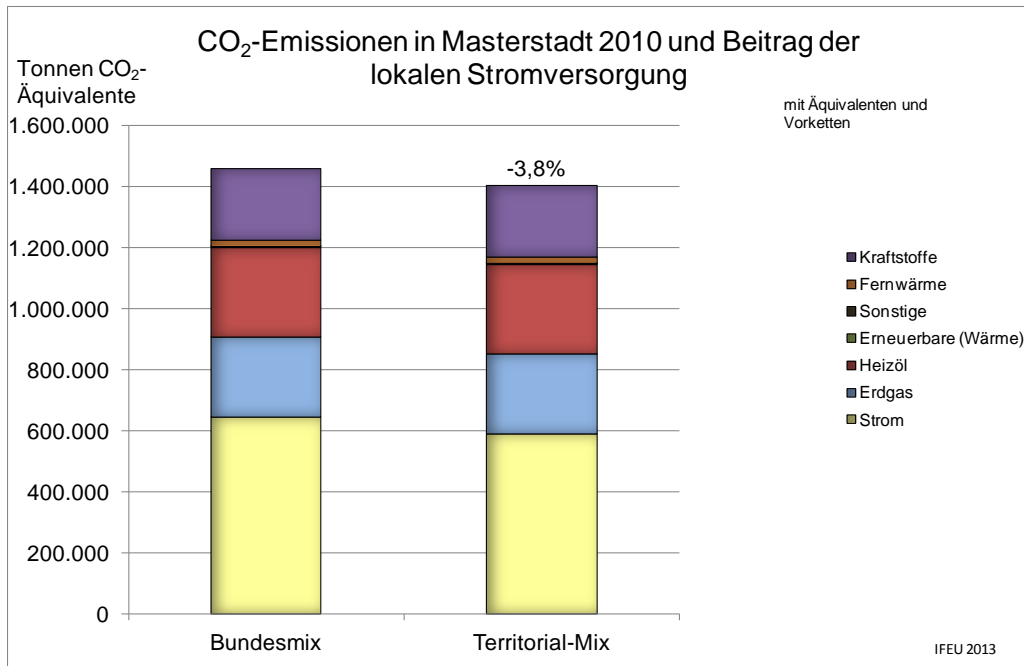


Abbildung 3-1: Beispiel für die Darstellung des territorialen Mixes in einer mit dem Bundesmix berechneten Bilanz

Im Folgenden werden die Emissionsfaktoren für verschiedene Anlagen zur Stromerzeugung dargestellt.

Tabelle 3-6: Stromerzeugung ohne Brennstoff(input) (t/MWh) in CO₂-Äquivalenten zur Berechnung des Territorialmixes

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	Quelle	Genaue Prozessbezeichnung
Windenergie	0,019	0,019	0,011	Gemis 4.94	Wind KW DE 2010 Binnenland und Wind KW-Park klein DE 2000
Geothermie	0,228	0,228	0,228	Gemis 4.94	Geothermie-KWK-SMB-DE
Wasserkraft	0,003	0,003	0,003	Gemis 4.94	Wasser KW groß DE 2010 (update)
PV-Anlagen	0,129	0,129	0,063	Gemis 4.94	Solar PV multi Rahmen mit Rack DE
Deponiegas, Klärgas, Grubengas	0,051	0,051	0,026	UBA 2009, UBA 2013	Deponiegas-BHKW-GM 1 MW-2010/brutto, (angepasst an UBA 2013)
Feste Biomasse (KWK)	0,021	0,021	0,025	UBA 2009, UBA 2013	Altholz-DT-KW
Flüssige Biomasse	0,274	0,274	0,316	UBA 2009, UBA 2013	Palmöl-BHKW-gross-DE-2010 (IST) (angepasst an UBA- 2013)
Biogas	0,323	0,323	0,216	UBA 2009, UBA 2013	Biogas-Gülle-BHKW-500kW 2010 (IST) (angepasst an UBA-ZSE 2013)

3.3.3 Allokation von Koppelprodukten

Prinzipiell soll bei der Allokation von Koppelprodukten bei KWK-Prozessen die exergetische Methode (auch Carnot-Methode genannt) genutzt werden. Bei der Exergiemethode (vgl. ifeu 2015¹⁷) wird neben der Quantität auch die Qualität der Energie betrachtet. Die exergetische Methode ist eine einfache, physikalisch basierte Methode, bei der lediglich Input, Output der Anlagen inkl. Temperaturniveau der Wärme benötigt werden. Sie ist nicht von Referenzsystemen abhängig und daher nur auf den tatsächlich betrachteten Koppelprozess bezogen. Ein weiterer Vorteil der exergetischen Methode ist die Anwendbarkeit auf Abwärmennutzung und Low-Ex-Systeme mit Kaskadennutzung. Es können daher z.B. auch den Wärmeströmen aus der Industrie, die nicht aus KWK-Prozessen stammen, oder der Wärmeentnahme aus dem Rücklauf eines Fernwärmesystems Emissionsfrachten eindeutig zugeordnet werden. Eine ausführliche Beschreibung zur Berechnung der exergetischen Allokation ist im Anhang 6.2 zu finden.

¹⁷ Mehr Informationen zur exergetischen Bewertung unter: https://www.ifeu.de/index.php?bereich=ene&seite=exergetische_bewertung

3.4 THG Emissionen nicht energetischer Sektoren

80% der gesamten THG-Emissionen in Deutschland resultieren aus dem Energieverbrauch. Zu den verbleibenden 20% der THG-Emissionen tragen vor allem industrielle Prozesse, Landwirtschaft sowie Abfall (und Abwasser) bei. In kommunalen Konzepten liegt der Schwerpunkt derzeit auf der Bilanzierung energetisch-bedingter THG-Emissionen. Es gibt wenige Beispiele, bei denen die beschriebenen THG-Emissionen zusätzlich bilanziert werden¹⁸. Dies liegt unter anderem an der geringen Datenverfügbarkeit auf kommunaler Ebene.

Erste Vorschläge für eine vereinfachte Darstellung wurden im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz präsentiert, um in einer einmaligen überschlägigen Kurzbilanz das Verhältnis zwischen energetischen und nicht-energetischen Emissionen aufzuzeigen. Die Berechnungen erfolgen dabei auf Basis bundesweit ermittelter Kennwerte, die mit lokalen Basisdaten (Einwohner, Tierzahlen, Flächen) verknüpft werden. Aufgrund der wenig vorliegenden lokalen Daten wird empfohlen, bei der Erstellung der Bilanz nur eine überschlägige Ermittlung der nicht-energetischen THG-Emissionen in einer Nebenbilanz durchzuführen. Sie sind somit nicht Teil der Basisbilanz.

3.5 Witterungskorrektur

Die Witterungskorrektur bei kommunalen Energie- und THG-Bilanzen wird häufig durchgeführt. Im Rahmen des Harmonisierungsprozesses wurde jedoch für die Basisbilanz einer Kommune davon Abstand genommen¹⁹.

Gleichwohl können Kommunen ihre Bilanzen für einen Vergleich mit der Basisbilanz witterungskorrigieren. Bei der Witterungskorrektur werden die Anteile des Heizenergieverbrauchs am Wärmeverbrauch in den verschiedenen Sektoren (also ohne Warmwasser und Kochen) witterungskorrigiert. Dafür wird der Verbrauch gemäß (VDI 3807) mit dem Gradtagszahlverhältnis des langjährigen Mittels mit dem jeweiligen Bilanzjahr multipliziert. Das Ergebnis ist der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch.

¹⁸ z.B. bei GRIP (<http://www.euco2.eu/resources/Brosch%C3%BCre-Deutsch-Kurzfassung.pdf>)

¹⁹ Die Hintergründe können der Langfassung des Methodenpapiers (2014) entnommen werden.

4 Empfehlungen zur Bilanzierung im Sektor Verkehr

Das Methodenpapier empfiehlt für die zukünftige Erfassung des Verkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen die Erstellung einer endenergiebasierten Territorialbilanz unter Einbezug sämtlicher motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr. Im Straßenverkehr wird ergänzend eine erweiterte Differenzierung nach Herkunft und Ursachen empfohlen. Der Flugverkehr wird über die Emissionen der Starts und Landungen auf dem Territorium (LTO-Zyklus) erfasst.

Die Treibhausgasbilanz für den Verkehr im Territorium der Kommune umfasst sowohl gut kommunal beeinflussbare Verkehre als auch solche Verkehre, die kaum durch kommunale Maßnahmen beeinflusst werden können. Unter der Voraussetzung, dass die empfohlene erweiterte Differenzierung im Straßenverkehr durchgeführt wurde, können alle Verkehrsaktivitäten und damit verbundene Emissionen in der Bilanz entsprechend ihrer Beeinflussbarkeit durch kommunale Maßnahmen differenziert dargestellt werden. Als gut kommunal beeinflussbar werden Binnen- und Quell-/Zielverkehr im Straßenverkehr (MIV, Lkw, LNF) sowie öffentlicher Personennahverkehr ÖPNV eingestuft. Emissionen aus dem Straßendurchgangsverkehr, öffentlichen Personenfernverkehr ÖPFV (Bahn, Reisebus, Flug) sowie aus dem Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr werden als kaum kommunal beeinflussbar eingestuft.²⁰

Für eine kommunenspezifische Anpassung der Emissionsberechnungen werden die Fahrleistungen im Straßenverkehr nach Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) differenziert. Darüber hinausgehende Differenzierungen nach Straßentypen und Verkehrssituationen erfolgen nicht. Ebenso erfolgt keine kommunenspezifische Anpassung von Kfz-Flottenzusammensetzungen.

Emissionsfaktoren werden für den Verkehr differenziert nach Verkehrsmitteln und Energieträgern sowie (im Straßenverkehr) nach Straßenkategorien. In Deutschland liegen mit dem Modell TREMOD²¹ harmonisierte und regelmäßig aktualisierte Emissionsfaktoren für alle Verkehrsmittel vor und können zentral für alle Kommunen als nationale Kennwerte bereitgestellt werden. Die Werte sind analog zu den stationären Sektoren in CO₂-Äquivalenten (CO₂, CH₄, N₂O) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung.

Abbildung 4-1 stellt die Empfehlungen zur Bilanzierungssystematik im Verkehr grafisch dar.

²⁰ Bei entsprechender Datenverfügbarkeit kann im motorisierten Individualverkehr darüber hinaus eine Differenzierung nach Wegezwecken (Beruf, Einkauf, Privat...) durchgeführt werden. Das liefert zusätzliche Informationen für eine zielgerichtete Identifizierung wichtiger Handlungsfelder und Maßnahmenzielgruppen und zur Ableitung maßnahmenspezifischer Minderungspotenziale auf Grundlage der Bilanz.

²¹ TREMOD: Transport Emission Model, Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030; ifeu Heidelberg, im Auftrag des Umweltbundesamtes; seit 1993.

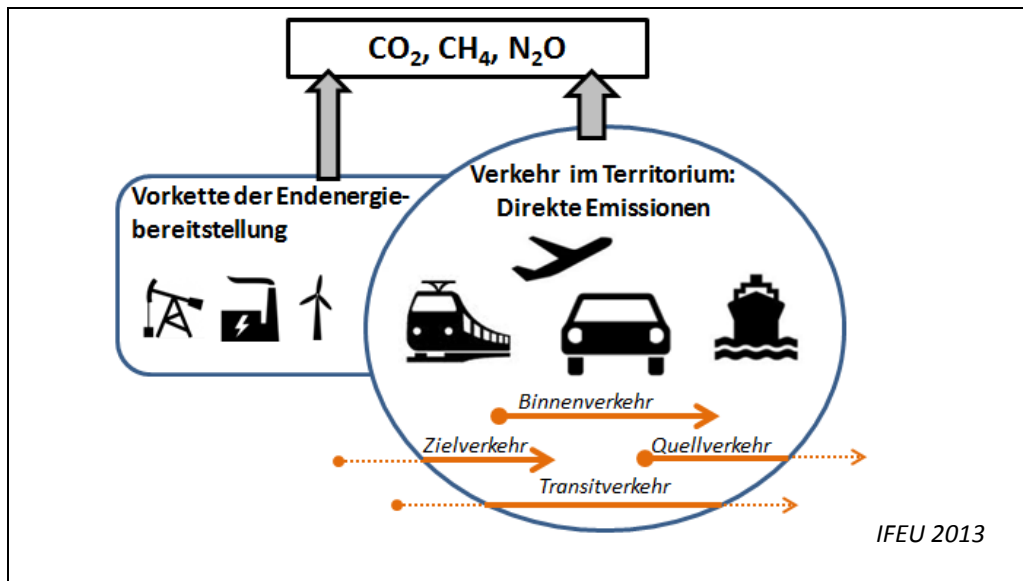


Abbildung 4-1: ifeu-Empfehlungen zur Bilanzierungssystematik im Verkehr

Wesentliche Gründe für die empfohlenen Bilanzierungsregeln für den Sektor Verkehr werden nachfolgend noch einmal zusammengefasst.

Kommunaler Handlungsbereich

Das Territorium entspricht dem politischen Handlungsfeld der Kommune. Es werden sowohl Emissionen der Einwohner als auch der auswärtigen Besucher erfasst. Der überwiegende Teil der bilanzierten Fahrten (Binnen- und Quell-/Zielverkehr) beginnt und/oder endet in der Kommune. Somit hat die Kommune für einen Großteil der Emissionen einen Angriffspunkt für kommunale Maßnahmen.

Identifizierung kommunaler Handlungsfelder und Potenzialanalyse

Eine Differenzierung der Bilanz nach Binnen-, Quell-, Ziel- und Transitverkehr sowie (im Optimalfall) nach Wegezwecken ermöglicht die Identifizierung von konkreten Handlungsbereichen, die Ableitung von gezielten Maßnahmen sowie die Abschätzung von Potenzialen unter Berücksichtigung der kommunenspezifischen Eigenschaften.

Erfolgsmonitoring für durchgeführte kommunale Maßnahmen

Territoriale Verkehrsdaten sind auf Grund ihrer Lokalspezifität Maßnahmen-sensitiv. Wenn eine Maßnahme zur Verringerung des Pkw-Verkehrs (und Erhöhung des ÖPNV) führt, kann das mit zukünftigen Bilanzen quantifiziert werden.

Datenverfügbarkeit

Ein zentrales Kriterium für die Eignung der Bilanzierungsregeln ist die breite Verfügbarkeit kommunenspezifischer Verkehrsdaten. Für eine Territorialbilanz sind deutschlandweit lokalspezifische Daten für alle Verkehrsmittel verfügbar. Seit dem Frühjahr 2016 gibt es

mit dem Software-Tool GRETA²² beim Umweltbundesamt räumlich aufgelöste Daten aller nationalen Emissionen, über das Tool sind auch Defaultwerte der Kfz-Fahrleistungen für jede Kommune in Deutschland verfügbar. Auch einige Bundesländer ermitteln jährlich gemeindefeine Fahrleistungsdaten im Straßenverkehr. Größere Städte verfügen zudem üblicherweise über eigene kommunale Verkehrsmodelle, mit denen die Fahrleistungen auf dem Territorium der Stadt berechnet werden können.

Auch zum Bahnverkehr existiert ein deutschlandweites streckenfeines Emissionskataster der DB AG, das eine kommunenfeine Zurechnung von Bahnverkehr und Energieverbräuchen ermöglicht. Binnenschiffverkehr sowie flughafenbezogene Emissionen werden jährlich kommunenfein in dem Modell TREMOD berechnet.

Damit können auf Basis von deutschlandweiten Datengrundlagen und Modellen für kommunale Territorialbilanzen kommunenspezifische Verkehrsdaten deutschlandweit für alle Kommunen zentral bereitgestellt werden. Gleichzeitig bleibt für die Kommunen die Option erhalten, die Datengüte der Bilanz mit eigenen Daten (z.B. aus der kommunalen Verkehrsplanung) zu verbessern.

Methodische Konsistenz und Kompatibilität zu internationalen Empfehlungen

In der Territorialbilanz werden alle bodengebundenen Verkehre nach einheitlicher Methodik kommunenspezifisch erfasst. Werden Verkehre zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln verlagert, wird dies damit korrekt in der Bilanz ebenso wie in auf der Bilanz aufbauenden Potenzial- und Szenarienrechnungen erfasst.

Im SEAP-Leitfaden des Covenant of Mayors²³ ist zur Erstellung von Emissionsinventaren eine Bilanzierung der Emissionen des Verkehrs auf dem Gebiet der Kommune vorgesehen. Auch im GPC (Global Protocol for Community Scale GHG Emissions)²⁴, an dem verschiedene internationale Organisationen (z.B. C40, ICLEI, World Bank, World Resources Institute) mitgewirkt haben, wird als Basismethode eine Territorialbilanz empfohlen.

²² GRETA: Gridding Emission Tool for ArcGIS, AVISO 2016, im Auftrag des Umweltbundesamtes. FKZ 3712 63 240 2); 2016.

²³ How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) – Guidebook; Covenant of Mayors, European Commission, 2010.

²⁴ Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities. World Resources Institute et al., 2014.

5 Literaturverzeichnis

- Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) (2011): Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden.
- ifeu - Hertle et al. (2015): Exergetische Bewertung kommunaler Energiesysteme. Im Auftrag des Umweltbundesamtes
- ifeu - Hertle et al. (2014): Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgas-bilanzierung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorschutz.
- ifeu – Knörr et al. (seit 1993): "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMODO). Im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- IINAS - Fritsche et al. (2014): Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommix im Jahr 2013. Im Auftrag der Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung (HEA).
- The University of Manchester et al. (2009): Greenhouse gas emissions inventories for 18 European regions.

6 Anhang

6.1 Berechnung des Territorialmix Strom

Neben der Berechnung mit dem Bundesmix wurde die Berücksichtigung lokaler Anlagen in Form eines territorialen Mixes seitens der kommunalen Vertreter gewünscht. Die Berechnung eines Territorialmix hängt u.a. davon ab, welche lokalen Erzeugungsanlagen in welchem Umfang berücksichtigt werden. Im zweiten Expertenworkshop kamen die Teilnehmer zu der Einigung, dass alle lokalen Anlagen im Territorialmix berücksichtigt werden sollten. Dabei wird bei der Berechnung folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Liegt der Gesamtstromverbrauch im Territorium höher als der territorial „erzeugte“ Strom, werden zunächst die THG-Emissionen des lokalen Kraftwerkparks bilanziert.
- Die verbleibende Differenz („verbrauchte“ Strommenge, subtrahiert mit der „erzeugten“ Strommenge) wird mit dem Bundesmix berechnet.
- Sollten die Anlagen mehr als 100% 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. Endenergetisch wird dies in einer eigenen Grafik (vgl. Abbildung 3-1) dargestellt.
- Doppelzählungen lokaler Anlagen (sowohl im Territorial-, als auch im Bundesmix) bleiben im Grunde unberücksichtigt, da sich vorrausichtlich nur in wenigen Ausnahmefällen der Bundesmix vom Bundesmix ohne den lokalen Anteil der jeweiligen Kommunen unterscheidet.
- Der Territorialmix berücksichtigt Anlagen auf dem Territorium der Kommune. Wie mit Beteiligungen außerhalb der Kommune, dem Händlermix der Vertriebsgesellschaften bzw. Ökostrombezug etc. umgegangen werden kann, wird in der Langfassung des Bilanzierungspaper des ifeu beschrieben.
- In der kommunalen Basisbilanz und den Szenarien wird allerdings der Bundesmix und nicht der Territorialmix berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass mit Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Bundesstrommix der Faktor Bundesmix sich deutlich senken wird, so dass Kommunen in ihren Bilanzen davon profitieren werden.

6.2 Berechnung der exergetischen Allokation

Bei der exergetischen Allokation werden die THG-Emissionen eines gekoppelten Prozesses den Produkten Strom und Wärme gemäß ihrer Wertigkeit zugeordnet. Die Allokation erfolgt in fünf Schritten:

1. Erfassung Brennstoffinput und der Outputs (Strom/Wärme) des Prozesses

Brennstoffinput und -output der Anlagen werden separat für jede Umwandlungsanlage erfasst. Beim Output Fernwärme muss darüber hinaus noch ermittelt werden, welches Temperaturniveau die Fernwärme hat (Vorlauf/Rücklauf)

2. Ermittlung der mit der Erzeugung verbundenen Emissionen

Die Energieträger-Inputs in MWh werden für jede Anlage mit den spezifischen Emissionsfaktoren (t/MWh) multipliziert. Das Ergebnis sind die Gesamtemissionen für die Anlage in Tonnen.

3. Berechnung der Exergifaktoren Fernwärme

Die Exergie eines Wärmestroms wird über den Carnot-Faktor bestimmt:

$$\eta_c = 1 - \frac{T_U}{T_A}$$

Wobei T_A die Temperatur des Arbeitsmediums ist; im Fall eines Fernwärmesystems die thermodynamische Mitteltemperatur. T_U ist die Umgebungstemperatur (Annahme 283 Grad Kelvin). Bei der exergetischen Methode werden daneben keine weiteren Faktoren berücksichtigt.

Sind die exakten Temperaturniveaus nicht bekannt, können folgende überschlägige Exergifaktoren angenommen werden (jeweils mit Vorlauf und Rücklauf in Grad Celsius):

- Ferndampf: 0,33
- Fernwärme alt (130/90): 0,26
- Fernwärme neu (110/60): 0,21
- Nahwärme (90/60): 0,19
- LowEx 1 (60/40): 0,13

Der Exergifaktor für Strom hat den Wert 1.

4. Ermittlung des Allokationsfaktors

Der Allokationsfaktor für die Stromauskopplung ergibt sich dann aus:

$$a_{el} = \frac{\eta_{el}}{\eta_{el} + \eta_c \times \eta_{th}}$$

Äquivalent ergibt sich der thermische Allokationsfaktor zu (ifeu 2015):

$$a_{th} = \frac{\eta_c \times \eta_{th}}{\eta_{el} + \eta_c \times \eta_{th}}$$

5. Zuteilung der Emissionsfrachten auf die jeweiligen Energieträger

Die Gesamtemissionen des Prozesses aus Schritt zwei werden mit Allokationsfaktoren multipliziert. Das Ergebnis sind die spezifischen Emissionsfrachten für die jeweiligen Produkte des Prozesses.

Mit diesen zugeteilten Emissionsfrachten kann dann der spezifische Emissionsfaktor, z.B. für Ferndampf oder Fernwärme, berechnet werden. Dieser bezieht sich auf die Sekundärenergie ab Kraftwerk. Durch Berücksichtigung der Leitungsverluste erhält man den gewünschten Emissionsfaktor bezogen auf Endenergie (Hauseingang).