ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg GmbH

Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgas-bilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland

Im Rahmen des Vorhabens „Klima-schutz-Planer – Kommunaler Planungs-assistent für Energie und Klimaschutz“

Hans Hertle (Projektleitung)
Frank Dünnebeil
Caroline Gebauer
Benjamin Gugel
Carsten Heuer
Frank Kutzner
Regine Vogt

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstr. 3, D – 69120 Heidelberg
Tel.: +49/(0)6221/4767-0, Fax: +49/(0)6221/4767-19
E-mail: ifeu@ifeu.de, Website: www.ifeu.de

Heidelberg, April 2014

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren. Die hier dargestellten Ansichten müssen nicht mit denjenigen des Fördergebers übereinstimmen.

Bearbeiter: Hans Hertle, Frank Dünnebeil, Caroline Gebauer, Benjamin Gugel, Carsten Heuer, Frank Kutzner, Regine Vogt

Anmerkung

Der vorliegende Bericht ist das Ergebnis eines 1 ½ jährigen Abstimmungsprozesses zwischen kommunalen Akteuren und der Wissenschaft. Der Bericht dient als Grundlage für die Entwicklung des Klimaschutzplaners. Details, wie z.B. Emissionsfaktoren, können sich im Laufe des Projektes noch ändern.

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 Einführung 5

2 Bestehende Bilanzierungstools und -regeln 6

3 Entscheidungskriterien für geeignete standardisierte Bilanzierungsregeln für alle Kommunen in Deutschland 10

3.1 Zielkonflikte bei der Bilanzierung 10

3.2 Kriterien zur Methodikwahl im stationären Bereich 11

3.3 Kriterien zur Methodikwahl im Bereich Verkehr 12

4 Allgemeine Empfehlungen zur kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung 15

4.1 Bilanzierungsprinzip 15

4.2 Berücksichtigung von Äquivalenten und Vorketten 17

4.3 Handlungsschwerpunkte anhand der Bilanz erkennen 19

4.3.1 Kommunen und Klimaschutzziele 19

4.3.2 Empfehlungen zu Handlungsschwerpunkten 20

4.4 Datengüte 23

5 Empfehlungen zur Bilanzierung im stationären Bereich 26

5.1 Definition von Verbrauchsektoren 26

5.2 Quellen für Emissionsfaktoren 27

5.2.1 Emissionsfaktoren für Strom 29

5.2.2 Allokation von Koppelprodukten 36

5.3 Treibhausgasemissionen nicht energetischer Sektoren 39

5.3.1 Empfehlungen zum Umgang mit nicht-energetischen Sektoren 40

5.3.2 Berechnung der THG-Emissionen für nicht-energetische Sektoren 42

5.4 Umgang mit verschiedenen Klimaschutzaktivitäten 46

5.5 Korrekturmöglichkeiten / Zeitliche Darstellung 49

5.6 Datenquellen für die Bilanzierung im stationären Bereich 51

6 Empfehlungen zu Bilanzierung im Sektor Verkehr 53

6.1 Methodische Grundlagen zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs von Kommunen 53

6.1.1 Berechnung von Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr 53

6.1.2 Ausgangssituation bei der Erstellung kommunaler Treibhausgasbilanzen 53

6.1.3 Systemgrenzen 54

6.1.4 Verkehrsmittel 56

6.1.5 Differenzierung der Verkehrsaktivitäten nach räumlichem Bezug und Ursachen 57

6.1.6 Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren 58

6.1.7 Lokalspezifische Anpassung der Emissionsberechnungen 58

6.1.8 Vorketten zur Energiebereitstellung und CO_2-Äquivalente 59

6.1.9 Beispiele zur Vergleichbarkeit kommunaler Bilanzen 60

6.2 Datenquellen für kommunenspezifische Verkehrsdaten 63

6.2.1 Straßenverkehr 64

6.2.2 Öffentlicher Straßenpersonenverkehr (ÖSPV) 66

6.2.3 Schienenverkehr 66
6.2.4 Binnenschifffahrt 67
6.2.5 Flugverkehr 68
6.2.6 Verkehrsträgerübergreifende Datenquellen 68
6.3 Empfehlungen für einheitliche kommunale Bilanzierungsregeln im Verkehrsbereich 71
6.3.1 Systematische Gegenüberstellung verschiedener Systemgrenzen 71
6.3.2 Verkehrsmittel 75
6.3.3 Kommunenspezifische Anpassungen im Straßenverkehr 77
6.3.4 Emissionsfaktoren 77
6.3.5 Zusammenfassung der IFEU-Empfehlungen für einheitliche Bilanzierungsregeln bei kommunalen Treibhausgasbilanzen des Verkehrs 78
7 Energie- und THG-Bilanzen als Monitoring-Tool 81
7.1 Einflussfaktoren 81
7.2 Klimaschutz-Monitoring 82
8 Literatur 84
9 Anhang 85
9.1 Systematische Gegenüberstellung der Bilanzierungsregeln für den Verkehrssektor 85
9.1.1 Erläuterungen zu den Bilanzierungsregeln 85
9.1.2 Eignung für kommunale Bilanzierungsziele 86
9.1.3 Datenverfügbarkeit und Aufwand 90
9.1.4 Konsistenz und Kompatibilität der Methodik 92
9.1.5 Interkommunale Vergleichbarkeit und Bilanzgerechtigkeit 95
9.2 Berücksichtigung der Reviews im stationären Bereich 97
9.2.1 Bilanzierungsprinzip 97
9.2.2 Emissionsfaktoren (Äquivalente und Vorketten) 98
9.2.3 Quellen für Emisssionsfaktoren 98
9.2.4 Bundesstrommix als Leitmix 98
9.2.5 Berechnung des regionalen Strommixes 99
9.2.6 Darstellung des regionalen Strommixes 100
9.2.7 Allokation der Koppelprodukte 100
9.2.8 Datengüte 100
9.2.9 Empfehlung zum Umgang mit nicht-energetischen THG-Emissionen 101
9.2.10 Berücksichtigung von Klimaschutzaktivitäten 101
9.2.11 Empfehlung von Handlungsschwerpunkten 101
9.2.12 Berücksichtigung von Korrekturen 102
9.3 Abkürzungen 103

1 Einführung

Das Vorhaben „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ hat die Entwicklung eines standardisierten Instrumentensatzes für Klimaschutzkommunen zum Ziel. Das Projekt wird federführend vom Klima-Bündnis e.V. in Kooperation mit dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU) und dem Institut dezentrale Energietechnologien (IdE) durchgeführt. Es wird im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) als Zuwendungsprojekt gefördert.

Inhaltlich können Kommunen mit dem Klimaschutz-Planer Energie- und Treibhausgas (THG)-Bilanzen berechnen, Benchmarks erstellen, eine Potenzial- und Szenarienentwicklung durchführen und darauf aufbauend die Wertschöpfung ermitteln. Wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung des Klimaschutz-Planers ist die Vereinheitlichung und Harmonisierung der Regeln zur Erstellung von Treibhausgasbilanzen in Kommunen. Dieses Arbeitspaket wurde federführend durch das IFEU-Heidelberg bearbeitet.

Ziel des Arbeitspakets ist die Entwicklung einer Methodik, mit der eine einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht wird. Es werden Prinzipien und Berechnungsvorschriften sowie einheitliche Berechnungsfaktoren dargestellt. Neben der methodischen Konsistenz ist Transparenz bei der Bilanzierung sowohl für die Berechnung als auch für die Datennutzung wichtig. Erst damit wird beim Vergleich von Bilanzen klar, auf welcher Datengrundlage die Bilanzen berechnet wurden und ob die Bilanzen auf Basis etwa gleicher Datenqualität basieren. Auf Basis der genannten Punkte leiten sich die Empfehlungen für zukünftige Regeln der kommunalen Treibhausgasbilanzierung ab.

Der vorliegende Bericht ist das Ergebnis eines etwa einjährigen Abstimmungsprozesses zwischen kommunalen Akteuren und der Wissenschaft. Die methodischen Grundlagen für das Bilanzierungstool des Klimaschutz-Planers wurden u.a. bei drei Workshops mit Teilnehmern aus der Wissenschaft sowie zwei Workshops mit Teilnehmern aus der kommunalen Praxis besprochen. Zudem wurden die Empfehlungen im stationären Bereich von mehreren wissenschaftlichen Instituten im Rahmen eines Kurz-Reviews überprüft (vgl. Anhang 9.2). Im Verkehrssektor wurde ein detaillierterer Review seitens des DLR-Instituts für Verkehrsforschung Berlin durchgeführt. Ein Großteil der Ergebnisse aus den Workshops und Reviews findet sich in den Empfehlungen.

Im Folgenden werden zunächst methodische Grundlagen der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen anhand von bestehenden kommunalen Bilanzierungssystematiken veranschaulicht (Kapitel 2). Dazu wurden verschiedene internationale und nationale Bilanzierungstools[1] und -vorschriften[2] untersucht. Bevor auf die Empfehlungen zur Bilanzierung im Allgemeinen (Kapitel 4) bzw. auf den stationären Sektor (Kapitel 5) und Verkehrsbereich (Kapitel 6) im Speziellen eingegangen wird, werden noch die Entscheidungsgrundlagen für die vorliegende Empfehlung erläutert (Kapitel 3). Abschließend wird gezeigt, welche lokalen Effekte mit der empfohlenen Bilanzierung dargestellt werden können, wo die Grenzen einer kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung liegen und wie die Bilanzierung im Rahmen eines integrierten kommunalen Klimaschutzmonitorings einzuordnen ist (Kapitel 7).

[1] Hier gilt es zu berücksichtigen, dass den Tools nicht immer eine stringente Systematik zu Grunde liegt und Nutzer die Systematik teilweise selbst beeinflussen können.

[2] Im Rahmen verschiedener Kommunaler Programme oder Zusammenschlüsse (z.B. Covenant of Mayors)

2 Bestehende Bilanzierungstools und -regeln

Im Rahmen des Projektes RURENER, einem Netzwerk ländlicher Kommunen zur Energieautarkie, wurde im Jahr 2009 eine Auflistung existierender kommunaler THG-Bilanzierungstools bzw. verschiedener Methoden erstellt[3]. Die Übersicht diente als Grundlage für die folgende Analyse. Einige der dort aufgelisteten Tools und Methoden wurden nicht berücksichtigt, da es z.B. eine spezielle regionale Ausrichtung gab. Ein Beispiel dafür ist das „Community Energy Planning Toolkit" (CEAP), welches sich an den Bedürfnissen kanadischer Kommunen orientiert und nur bedingt auf deutsche Kommunen übertragbar ist. Des Weiteren wurden zusätzlich aktuelle Bilanzierungssystematiken in die Auswertung aufgenommen.

Folgende Programme und Tools waren Gegenstand der Analyse:

- Clean Air Climate Protection Software (CACP)
- Harmonized Emission Analysis Tool (HEAT bzw. HEAT+)
- Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)
- Resource and Energy Analysis Programme (REAP)
- Greenhouse Gas Regional Inventory Protocol (GRIP)
- Bilan Carbone
- Low Carbon Cities Programme (LCCP)
- CO_2 Grobbilanz
- Covenant of Mayors (Konvent der Bürgermeister)
- ECORegion
- Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Programme kurz vorgestellt. Die genauen methodischen Vorgehensweisen der verschiedenen Bilanzierungssystematiken finden sich in den jeweiligen Unterkapiteln der Empfehlungen für die Berechnungsvorschriften wieder. Dabei werden nur die Tools bzw. Methoden vorgestellt, für die detaillierte Berechnungsvorschriften öffentlich zugänglich sind.

Auf internationaler Ebene wurde von ICLEI – Local Government for Sustainability – eine Vielzahl an Programmen zur Verbesserung der nachhaltigen kommunalen Entwicklung konzipiert. Dazu zählen auch verschiedene Tools zu Quantifizierung von Treibhausgasen. Die drei wesentlichen Tools sind die Clean Air Climate Protection Software (CACP), das Harmonized Emission Analysis Tool (HEAT bzw. HEAT+) sowie das Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC). Als internationales Netzwerk von und für Kommunen orientiert sich ICLEI bei der Bilanzierung an internationalen Standards (z.B. des IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change). Eine detaillierte Beschreibung der Bilanzierungsmethodik steht nur in Teilen öffentlich zur Verfügung. Daraus leiten sich die folgenden Beschreibungen ab.

Die **CACP** Software (2009) wurde von ICLEI USA entwickelt und ist ein Managementtool zur fortschreibenden Bilanzierung von Treibhausgasen aus Strom- und Energieverbrauch sowie der Lagerung und Verarbeitung von Abfall. Die Treibhausgasemissionen können sowohl für die eigenen Liegenschaften als auch für die gesamte Kommune ermittelt werden. Neben der Ist-Analyse wird auch das zukünftige Emissionsniveau errechnet. Die Methodik der ICLEI-Tools orientiert sich grundsätzlich an der des Weltklimarats (IPCC),

[3] http://rurener.eu/wp-content/uploads/2010/02/IR_Annex5_D4a_Inventory-of-existing- methodologies-and-tools8.pdf

welcher die Bilanzierung sechs wesentlicher Treibhausgase vorschreibt: CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFC, HFC[4].

HEAT wurde bereits in den 1990er Jahren von ICLEI entwickelt und verfolgt das Ziel, Kommunen bei der Erstellung eines Treibhausgasinventars zu unterstützen. Inzwischen wurde das Programm weiterentwickelt und in HEAT+ umbenannt. Anhand von HEAT+ können neben Treibhausgasemissionen auch Luftschadstoffe sowie flüchtige organische Verbindungen aus Energieverbrauch, Verkehr und Abfall berechnet werden. Anhand der Bilanz werden Maßnahmenvorschläge und Szenarien entwickelt. HEAT+ wird auch von Städten in Asien sowie Südafrika genutzt[5].

Seit Mai 2012 existiert eine neue Bilanzierungssystematik von ICLEI, das **GPC**. Das Online-Tool wurde in Kooperation mit dem World Resources Institute (WRI) und der Cities Climate Leadership Group (C40) entwickelt und von der World Bank Group, UN-Habitat und UNEP (United Nation Environment Programme) unterstützt. Das Projekt verfolgt ebenso wie der Klimaschutz-Planer das Ziel einer Vereinheitlichung der kommunalen Treibhausgas-Bilanzierung. Anhand von drei Versionen (Basic, Basic+, Expanded) kann der Detailgrad und Umfang der Bilanz erhöht werden. Somit sollen die unterschiedlichen Voraussetzungen der Kommunen bedient werden. Alle drei Versionen entsprechen den internationalen Anforderungen des Weltklimarats, was die Vergleichbarkeit zwischen den kommunalen Bilanzen gewährleisten soll[6].

Das Resource and Energy Analysis Programme **(REAP)** wurde von dem Stockholm Environment Institute (SEI), dem Centre for Urban Regional Ecology (CURE) sowie dem World Wildlife Fund (WWF) entwickelt und 2006 in Großbritannien eingeführt. Das Programm errechnet sowohl CO_2 als auch weitere Treibhausgasemissionen und kombiniert die Emissionen aus Konsum und bei der Herstellung von Produkten. Die Zielgruppe sollen neben nationalen und lokalen Verwaltung auch kommerzielle und akademische Nutzer sowie Nichtregierungsorganisationen (NGOs) sein. Ziel ist nicht eine Vergleichbarkeit zwischen den Bilanzen zu schaffen, sondern die Erstellung einer Bilanz für verschiedene Zielgruppen. Eine detaillierte Beschreibung der Systematik war nicht verfügbar[7].

Das Greenhouse Gas Regional Inventory Protocol **(GRIP)** wurde zunächst als Inventartool entwickelt und anschließend durch Dr. Sebastian Carney von der Universität Manchester mit der Option zur Fortschreibung und Szenarienentwicklung ergänzt. Finanzielle Unterstützung lieferte die Environment Agency und das Tyndall Centre for Climate Change Research in Großbritannien. Das Projekt GRIP verfolgt ebenfalls das Ziel einer vergleichbaren und einheitlichen Bilanz für verschiedene Städte und Regionen auf internationalem Level. GRIP wurde von dem Joint Research Centre der Europäischen Union evaluiert und den Mitgliedern des Konvent der Bürgermeister als Bilanzierungsinstrument empfohlen. Die Berechnung erfolgt anhand drei verschiedener Berechnungsansätze: Daten der Kategorie 1 stammen aus detaillierten, einzeln erhobenen Datensätze, bei Kategorie 2 werden geschätzte bzw. kumulierte Daten verwendet, Daten der Kategorie 3 sind aus großmaßstäblichen demographischen Datensätzen ermittelt. Je nach Kategorie der eingespeisten Daten, erhalten diese eine entsprechende Datengüte. Das Tool wurde bereits in Europa erprobt, so z.B. im Projekt EUCO2 80/50, einem Zusammenschluss europäischer Metropolregionen (darunter Frankfurt, Hamburg und Stuttgart) mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen um 80% bis 2050 (Bezugsjahr: 1990) zu senken. Eine Metho-

[4] http://www.coolmaine.org/resources/15-iclei-software.html

[5] http://heat.iclei.org/heatplusv4n/index.aspx

[6] http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GPC_PilotVersion_1.0_May2012_20120514.pdf

[7] http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/reap.pdf

dikbeschreibung liegt vor, jedoch weniger ausführlich als die von ECORegion oder dem Konvent der Bürgermeister[8].

Bilan Carbone ist ein französisches Bilanzierungstool, welches im Jahr 2011 von ADEME, der französischen Agentur für Umwelt- und Energiemanagement, entwickelt wurde. Anhand von zwei verschiedenen Versionen ermöglicht das Tool sowohl Kommunen als auch Unternehmen oder Industriebetrieben, ihre Treibhausgasemissionen zu ermitteln. Ziel des Projektes ist es, französischen Kommunen ein Tool zur Bilanzierung bereitzustellen. Eine genaue Beschreibung der Methodik liegt nicht vor[9].

Das Low Carbon Cities Programme (LCCP) wurde 2008 entwickelt und unterstützt die Städte Leeds, Bristol und Manchester bei der Erstellung einer Strategie zur Treibhausgasminimierung. Das Vorhaben wird bezuschusst durch die Beratungsunternehmen Carbon Trust sowie die Energie Saving Trust, die Kommunen bei der CO_2- bzw. Energieeinsparung unterstützen. Im Rahmen der Minderungsstrategieentwicklung wird auch eine Treibhausgasbilanz erstellt. Die Bilanzierung erfolgt anhand eines Excel-basierten Basistools. Bilanziert werden die Bereiche Gebäude und Beleuchtung, Verkehr sowie Abfall und Abwasser. Ziel ist es, den großen Metropolregionen Großbritanniens ein Bilanzierungstool bereitzustellen. Der Fokus des Programmes liegt auf der Entwicklung einer umfassenden Strategie zur CO_2-Minderung. Die Bilanz selbst ist nur ein Teil davon. Eine detaillierte Beschreibung der Systematik liegt nicht vor[10].

Die **CO_2-Grobbilanz** ist ein Onlinetool für österreichische Kommunen, welches im Auftrag des Klima-Bündnis Österreichs von der Energieagentur der Regionen entwickelt wurde. Anhand von statistischen Basisdaten, Daten der Energiebuchhaltung sowie Gemeindedaten erfolgt eine Abschätzung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren (Wärme, Strom, Verkehr, Abfall und Landwirtschaft). Gemessene Treibhausgase sind CO_2, CH_4 und N_2O. Zur Erstellung der Grobbilanz gibt es zwei Versionen, die Basisversion und die Experten-Version, welche einen höheren Detailgrad aufweist, aber auch die Einspeisung weiterer Daten erfordert. Ziel des Tools ist es, insbesondere kleinen Gemeinden den Einstieg in die CO_2-Bilanzierung zu erleichtern und ihnen anhand einer einfachen Startbilanz einen ersten Überblick über die Emissionen zu geben. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik liegt nicht vor, der Fokus liegt auf der Bereitstellung eines Basis-Tools[11].

Der **Covenant of Mayors** (Konvent der Bürgermeister) wurde 2008 im Zuge des integrierten Energie- und Klimapakets der EU, von der Europäischen Kommission gegründet. Der Konvent stellt einen Zusammenschluss europäischer Städte und Gemeinden dar, die sich dazu verpflichtet haben, ihre Emissionen bis 2020 um mehr als die von der EU geforderten 20% zu verringern. Zur Reduktion der Treibhausgasemissionen müssen die teilnehmenden Städte und Gemeinden einen Aktionsplan entwickeln, den SEAP – Sustainable Energy Action Plan. Grundlage dafür ist eine Basisbilanz, die nach einer im SEAP festgelegten Bilanzierungsmethodik erfolgt. Als Monitoring dient die regelmäßige Übermittlung eines Umsetzungsberichtes. Zur Erstellung der Basisbilanz wurde kein eigenes Tool entwickelt, aber eine detaillierte Berechnungsvorschrift erstellt. Bestehende Tools, welche die Systematik des Konvents der Bürgermeister abbilden können, sind GRIP und EcoRegion. Der Konvent hat sich zum Ziel gesetzt, eine vergleichbare und konsistente Methode zur

[8] http://getagriponemissions.com/index-cycle.html

[9] http://www.associationbilancarbone.fr/

[10] http://www.lowcarboncities.co.uk/cms/

[11] http://co2rechner.klimabuendnis.at/Intro.aspx

Bilanzierung zu entwickeln. Daher wurde eine detaillierte Beschreibung der Methodik angefertigt[12].

EcoRegion wurde 2008 entwickelt und ist ein kostenpflichtiges Onlinetool für Städte und Gemeinden. ECORegion wurde vom Klima-Bündnis mitentwickelt und wird vom Konvent der Bürgermeister für die Erstellung eines SEAP für geeignet angesehen. Die drei verschiedenen Versionen (smart, pro, premium) bieten die Möglichkeit, sowohl einfache CO_2-Bilanzen (CO_2 nach Haushalten, Wirtschaft und Verkehrsträger) zu erstellen, aber auch umfassende Treibhausgasbilanzen inklusive nicht-energetischer Emissionen und Szenarien-Berechnungen (EcoRegion premium) zu entwickeln. EcoRegion berechnet eine Startbilanz, welche mit Hilfe statistischer Daten und nationaler Kennwerten ermittelt wird. Durch ein Hinzufügen kommunenspezifischer Daten kann der Detailgrad erhöht werden. EcoRegion stellt keine konsistente Systematik dar, sondern versucht, den Bedürfnissen der Nutzer mit verschiedenen Ansprüchen gerecht zu werden, indem die Methodik manuell verändert werden kann. Wird lediglich eine Startbilanz errechnet, wird gleichwohl eine gewisse Systematik vorgegeben, die im Grunde einer einwohner- und beschäftigtenspezifischen Kommunalbilanz entspricht. Für EcoRegion ist eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsregeln und Modifikationsmöglichkeiten zugänglich[13]. ECORegion ist das in Deutschland derzeit meist genutzte Bilanzierungstool.

Die Bilanzierungssystematik im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz wurde im Jahr 2011 vom IFEU-Heidelberg für die Energie und CO_2-Bilanzierung deutscher Kommunen auf Basis des DIFU-Leitfadens Klimaschutz in Kommunen aus dem Jahr 1997 weiterentwickelt. Neben einer allgemeinen Methodik wird in dem Leitfaden das Vorgehen für die Erstellung einer Kurzbilanz wie auch einer Detailbilanz beschrieben. Die Methodik beruht auf dem endenergiebasierten Territorialprinzip, welches den Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen in einem kommunalen Gebiet ermittelt. Bilanziert werden die Emission aus dem Energieverbrauch, aufgeteilt nac Sektoren (Private Haushalte; Gewerbe, Handel und Dienstleitung; Industrie; Verkehr).

[12] http://www.konventderbuergermeister.eu/index_de.html

[13] http://www.ecospeed.ch/

3 Entscheidungskriterien für geeignete standardisierte Bilanzierungsregeln für alle Kommunen in Deutschland

Wie bereits beschrieben, erfolgten im Rahmen des Projekts verschiedene Workshops. In diesen wurde deutlich, dass unterschiedliche Interessengruppen unterschiedliche Zielstellungen an eine kommunale Energie- und THG-Bilanz haben. Im Folgenden werden zunächst die in den Workshops herausgearbeitete Zielkonflikte beschrieben, bevor sowohl für den stationären Sektor als auch den Verkehrssektor erläutert wird, wie in den Empfehlungen mit diesen Konflikten umgegangen wird bzw. welche Prioritäten gesetzt werden.

3.1 Zielkonflikte bei der Bilanzierung

In den Workshops wurden zunächst die Ziele bzw. Wünsche für eine kommunale Energie- und THG-Bilanz abgefragt. Folgendermaßen lassen sich die Aussagen zusammenfassen: Eine kommunale Bilanz sollte lokale Maßnahmenstrategien im kommunalen Klimaschutz unterfüttern, deren Erfolge abbilden und eine Vergleichbarkeit zwischen Bilanzen von Kommunen ermöglichen. Zudem sollte sie wissenschaftlich fundiert und konsistent sein.

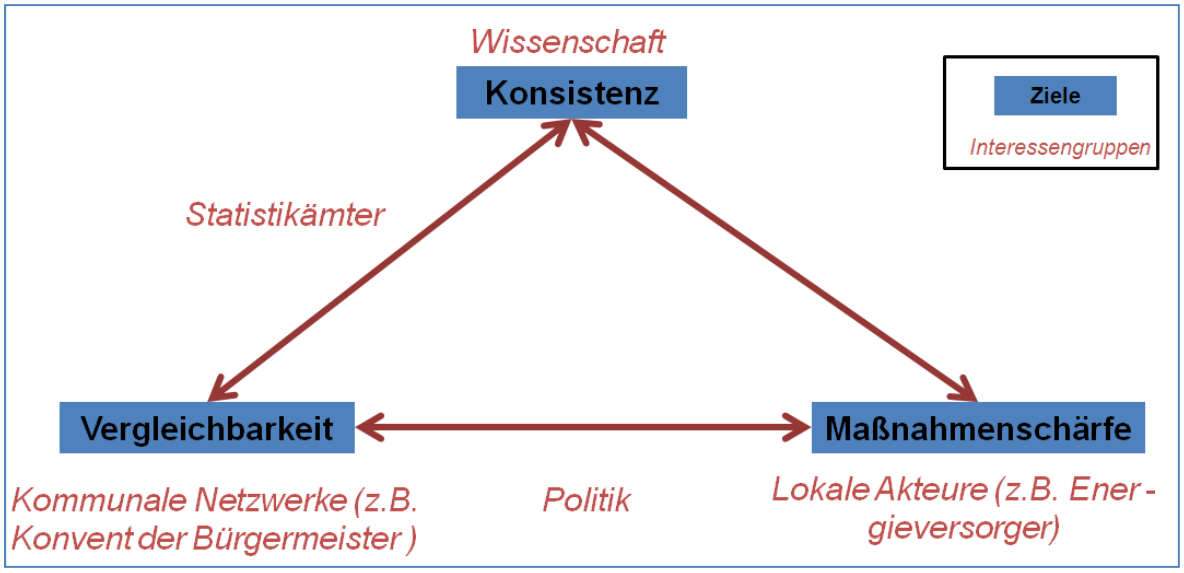


Abbildung 3-1: Zielkonflikte (blau) bei der kommunalen THG-Bilanzierung mit den jeweiligen Akteuren (rot)

Anhand dieser Ansprüche (vgl. Abbildung 3-1) gewünscht entstehen Zielkonflikte, die mit einer einzelnen Methode nur schwer zu lösen sind. Beispielsweise kann die Vergleichbarkeit von Bilanzen nicht gewährleistet werden, wenn in einer Bilanz alle vor Ort stattfindenden Klimaschutzaktivitäten spezifisch dargestellt werden. Zudem kann eine Konsistenz sowohl innerhalb der Methodik der kommunalen Bilanzierung als auch gegenüber den Methoden auf anderen Ebenen (Bund, Länder) bei der Berücksichtigung von allen lokalen Maßnahmen nicht vollständig gegeben sein. Auf wissenschaftlicher Ebene wiederum können Forderungen nach einem Detaillierungsgrad aufkommen, die von der Datenlage auf kommunaler Ebene nicht gedeckt sind. Für Bilanzen, für welche bundesweite Standardwerte bereitgestellt werden, ist die Aussagekraft auf kommunaler Ebene gering.

Auch andere Systematiken versuchen diesen verschiedenen Ansprüchen gerecht zu werden. ICLEI – Local Government for Sustainability – führt im Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) sechs Anforderungen auf, denen eine Treibhausgasbilanz entsprechen sollte: Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz, Genauigkeit

und Messbarkeit. Der Lösungsansatz entspricht einem Kompromiss zwischen den verschiedenen Ansprüchen[14].

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden eine Methodik vorgeschlagen, welche diese Konflikte nicht lösen kann, aber einen ausgewogenen Kompromiss zwischen den verschiedenen Ansprüchen darstellt. Welche Kriterien dabei eine Rolle gespielt haben wird im Folgenden erläutert.

3.2 Kriterien zur Methodikwahl im stationären Bereich

Im stationären Bereich (ohne Verkehr) finden sich drei wesentliche Entscheidungskriterien bei der Entwicklung der Empfehlungen für einzelne Methodikaspekte:

- **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. Neben einer einheitlichen Methodik sollen deswegen möglichst wenige Ausnahmen zugelassen werden, welche die lokalen Eigenheiten bis ins letzte Detail abbilden. Um trotzdem dem Anspruch der Darstellung möglichst aller lokalen Klimaschutzaktivitäten gerecht zu werden, wurden neben der offiziellen Basisbilanz noch weitere, für das lokale Klimaschutz-Monitoring nutzbare, Darstellungsformen entwickelt, mit Hilfe derer die Kommunen ihre lokalen Aktivitäten abbilden können.

- **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 nur aufgrund der Methodik falsche Schlüsse für ihr Klimaschutzhandeln ziehen. Wichtiger Aspekt der Konsistenz war die Festlegung des Bilanzierungsprinzips (vgl. Kapitel 4), an dem sich ein Großteil der folgenden Entscheidungen orientiert hat. Dennoch liegen in einzelnen Fällen Inkonsistenzen im Rahmen der Methodik vor, auf die an der entsprechenden Stelle im Bericht hingewiesen wird.

- **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 nicht möglich oder es entstehen Konflikte in der Darstellung der Aktivitäten, so haben die Aktivitäten Priorität, die für den Klimaschutz relevanter sind. Hier wird dem Gebot gefolgt, zunächst so wenig wie möglich Energie zu verbrauchen, die verbliebene genutzte Energie möglichst effizient zu nutzen und letztendlich den Energieverbrauch mit einer klimafreundlichen Versorgung (erneuerbare Energien, KWK) zu decken. Wird ein Klimaschutzaspekt durch Priorisierung anderer Aspekte in der Basisbilanz nicht oder unvollständig abgebildet, wird versucht, diesen Aspekt in anderer Form dazuzustellen.

[14] http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GPC_PilotVersion_1.0_May2012_20120514.pdf

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

- **Vergleichbarkeit der kommunalen Bilanzen über mehrere Jahre**

  Bilanzen als Klimaschutz-Monitoring Instrument sollen über einen längeren Verlauf den Energieverbrauch und die damit verbundenen THG-Emissionen darstellen. Deswegen soll eine Bilanz auch die Entwicklung zwischen den Jahren konsistent aufweisen und möglichst viele lokale Aspekte berücksichtigen. Gleichzeitig soll deutlich werden, welche überregionalen kaum beeinflussbaren Rahmenbedingungen eine Rolle gespielt haben. Ein Vorschlag zur Darstellung von Zeitreihen von Bilanzen und deren Interpretation befindet sich in Kapitel 5.5.

- **Konsistenz zu anderen Bilanzierungsprinzipien auf kommunaler Ebene**

  Ziel bei der Harmonisierung war es, neben der Vielzahl von bestehenden Vorschlägen zur Bilanzierung keine vollständig neue Methodik zu entwickeln. Die Methodik basiert auf bestehenden Systematiken, welche gegebenenfalls ergänzt wurden. Die dazu herangezogenen Methoden und Systematiken wurden in Kapitel 2 vorgestellt. In den Unterkapiteln zu den einzelnen Empfehlungen wird zudem ein Vergleich zu den bisher vorliegenden Methoden gezogen.

- **(Weitestgehende) Konsistenz zu anderen Ebenen**

  Eine Konsistenz mit der Bilanzierung auf Landes- und Bundesebene wurde in den meisten Bereichen angestrebt und erreicht. In wenigen Fällen war dies allerdings nicht möglich. So ist das Ziel der kommunalen Bilanzierung neben der Energie- und THG-Dokumentation vor allem die Nutzung als ein Monitoring-Instrument. Aufbauend auf Potenzialen und Szenarien sollen Maßnahmenbereiche dargestellt und der kommunale Handlungsspielraum aufgezeigt werden. Daher wird beispielsweise dem lokalen Stromverbrauch verschiedener Verbrauchsgruppen, unabhängig vom Standort der Erzeugungsanlagen, Emissionen zugeordnet. Damit haben auch Maßnahmen zur Stromeffizienz Auswirkungen auf die kommunalen Treibhausgasemissionen. Im nationalen Treibhausgasinventar wiederum sind mit dem Strom- und Fernwärmeverbrauch keine direkten Emissionen verbunden. Stattdessen werden die Emissionen zur Strom- und Fernwärmeerzeugung dem eigenen Sektor Energieversorgung zugeordnet.

- **Darstellung möglichst vieler Klimaschutzaktivitäten**

  Im Rahmen der Workshops mit den Praktikern wurden viele verschiedene kommunale Aktivitäten besprochen, die in einer Bilanz abgebildet sein sollten. Einige Aktivitäten, wie beispielsweise kommunale Beteiligungen bei Kraftwerken außerhalb der Kommune, sind mit den oben genannten Kriterien und in den empfohlenen Methoden jedoch nicht darstellbar. Für diese Maßnahmenbereiche wurde versucht, eigene Darstellungen zu entwickeln und somit auf einen Bezug zur kommunalen Bilanz herzustellen (vgl. Kapitel 5.4).

3.3 Kriterien zur Methodikwahl im Bereich Verkehr

Die Festlegung standardisierter Bilanzierungsregeln für kommunale Treibhausgasbilanzen für den Verkehr muss sich in erster Linie an den Zielen orientieren, die mit der Bilanzierung angestrebt werden. Zentrale Zielstellung einer kommunalen Treibhausgasbilanz im

Verkehr ist eine Beurteilung der kommunalen Ausgangssituation zur Ableitung von geeigneten Klimaschutzmaßnahmen. Das umfasst verschiedene Kriterien:

- **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.

- **Abschätzung von Minderungspotenzialen**

  Die Auswirkungen kommunaler Maßnahmen sollten in der Bilanz darstellbar sein. Nur auf diese Weise sind Potenzialabschätzungen zur möglichen Minderung der Treibhausgasemissionen durch kommunalen Klimaschutz (und ggf. die Festlegung kommunaler Klimaschutzziele) möglich. Die Wirkung lokaler Maßnahmen lässt sich durch nationale Kennwerte nicht zielführend darstellen. Deshalb sind weitgehend kommunenspezifische Informationen zu verwenden.

- **Erfolgskontrolle für umgesetzte Maßnahmen**

  Damit sich die Erfolge durchgeführter Maßnahmen in Bilanzen zukünftiger Jahre wiederfinden, sollte die Erfassung des Verkehrs in der kommunalen Bilanz weitgehend mit kommunenspezifischen Daten erfolgen.

In der Praxis kann die Festlegung der Bilanzierungsmethodik nicht allein über die Bilanzierungsziele erfolgen, sondern muss auch die **Datenverfügbarkeit** in den Kommunen berücksichtigen. Bisher sind kommunenspezifische Verkehrsdaten in geeigneter Datengüte und der notwendigen Differenzierung meist nicht verfügbar oder können nur mit erheblichem Zusatzaufwand ermittelt werden. insbesondere auch vor dem Hintergrund einer regelmäßigen Fortschreibung der Bilanzen in zukünftigen Jahren. Zudem muss das notwendige fachliche Know-How in den kommunalen Verwaltungen in Bezug auf die richtige Verwendung der Verkehrsdaten muss aufgebaut werden.

➔ **Die Methodik zur kommunalen Emissionsbilanzierung im Verkehr muss deshalb einen Kompromiss anstreben zwischen bestmöglicher Abdeckung der Bilanzierungsziele, Berücksichtigung derzeitigen und zukünftigen Datenverfügbarkeit und einem vertretbaren Aufwand zur Bilanzerstellung für die Kommunen.**

Eine konsistente Methodik ist eine wichtige Voraussetzung zur belastbaren Abschätzung von Minderungspotenzialen. Insbesondere bei der Analyse von verkehrsmittelübergreifenden Maßnahmen (z.B. die Verlagerung von Verkehr) müssen alle Verkehrsmittel einheitlich bilanziert werden, damit es nicht zu widersprüchlichen Ergebnissen oder Fehleinschätzungen von potenziellen Emissionsänderungen kommt.

Beispiel: Zur Verlagerung von Pkw-Fahrten wird das ÖPNV-Angebot ausgebaut. Bei territorialer Bilanzierung nehmen entsprechend die Emissionen des ÖPNV zu. Wird nun der Pkw-Verkehr nicht territorial, sondern über nationale Kennwerte erfasst, werden sinkende lokale Pkw-Fahrleistungen nicht in der Bilanz abgebildet. Die in der Bilanz berechneten

Gesamtemissionen des Personenverkehrs steigen an (trotz lokal erzielter Emissionsminderung).

Auch für den Vergleich zwischen verschiedenen Kommunen ist eine einheitliche und konsistente Bilanzierungsmethodik notwendig.

Hilfreich für die Akzeptanz der Bilanzierungsmethodik ist die **Kompatibilität** mit internationalen Empfehlungen für Kommunen, z.B. im Covenant of Mayors (CoM 2010) oder im GPC – Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions (GPC 2012)). Darüber hinaus erleichtert die **Vergleichbarkeit der Methodik bei stationären Sektoren** das Verständnis und die Akzeptanz der vorgeschlagenen Bilanzierungsmethodik für den Verkehr.

Bei verschiedenen Methoden werden in der Bilanz auch Verkehre eingerechnet, wofür die Kommune nicht direkt verantwortlich ist bzw. kaum Einfluss auf die Verursacher der Emissionen hat. Gleichzeitig hat die Kommune allerdings häufig einen Nutzen (z.B. wirtschaftlichen Nutzen), insbesondere von zusätzlicher Verkehrsinfrastruktur, auf der die Verkehre stattfinden (z.B. Autobahnanschluss, Flughafen). Solche Zurechnungsfragen werden unter dem Aspekt der **Bilanzgerechtigkeit** erörtert.

4 Allgemeine Empfehlungen zur kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung

Unter den in Kapitel 3.2 und 3.3 dargestellten Prämissen und Zielkonflikten werden im Folgenden die allgemeinen Grundlagen für eine Methodik bei der kommunalen Bilanzierung vorgestellt. Es werden zunächst das Bilanzierungsprinzip und die Bilanzgrenzen festgelegt (Kapitel 4.1), bevor geklärt wird, inwieweit welche Emissionen von Treibhausgasen in den Bilanzen berücksichtigt werden (Kapitel 4.2). Für die Interpretation wird zudem dargestellt, wie Energieverbrauch und THG-Emissionen aus verschiedenen Quellen bewertet werden können (Kapitel 4.3). Schließlich wird der Begriff der Datengüte eingeführt, anhand derer transparent die datenspezifische Basis einer Bilanz bewertet werden kann (Kapitel 4.4).

Danach werden in Kapitel 5 und Kapitel 6 spezielle Fragestellungen des stationären Bereichs und des Verkehrs erläutert.

4.1 Bilanzierungsprinzip

Bei der Wahl der Methode von Treibhausgasbilanzen für ein bestimmtes Gebiet wird auf verschiedenen Ebenen (IPCC, statistische Stellen) in der Regel der territoriale Ansatz gewählt. Dies bedeutet, dass alle Emissionen innerhalb des betrachteten Territoriums berücksichtigt werden. Dieses Prinzip ist Grundlage der Bilanzierung auf Landes-, Bundes und internationaler Ebene.

Auf kommunaler Ebene wurde in der Vergangenheit aus Praktikabilitätsgründen zumeist auch das Territorialprinzip verfolgt. Allerdings wurde im Bereich der Stromerzeugung vom klassischen Ansatz des Emissionskatasters (Quellenbilanz) zu Gunsten einer Verursacherbilanz abgewichen. Zur Berücksichtigung der THG-Emissionen aus der Stromerzeugung wurde dabei der Stromverbrauch im Territorium mit einem spezifischen Stromemissionsfaktor multipliziert (zu der Frage des Strommixes: vgl. Kapitel 5.2.1).

Im Rahmen der durchgeführten Workshops bestand über die Nutzung dieses Ansatzes Konsens bei den Teilnehmern. Da die Kommune mehr oder weniger großen Einfluss auf die Akteure im Territorium hat (vgl. Kapitel 4.3), sollten zunächst alle Endenergieverbräuche der lokalen Energieverbraucher bilanziert werden. Um die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen darstellen zu können, werden diese mit den spezifischen Emissionsfaktoren multipliziert. Im Strombereich können die damit verbundenen THG-Emissionen dann auch außerhalb des Territoriums anfallen.

Dieses Prinzip wird im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz[15] als **endenergiebasierte Territorialbilanz[16]** bezeichnet: *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 CO_2-Emissionen berechnet.*

Damit wird Scope 1 und 2 (vgl. dazu auch Infobox auf Seite 16) auf internationaler Bilanzierungsebene entsprochen. Eine umfassende Analyse der indirekten Emissionen über den Scope 2 Ansatz (Strom, Wärme/Kälte/Dampf) hinaus wie es im Scope 3 vorgeschrieben wird, erfolgt nur für energetische Produkte, also die Vorketten aus Abbau und Transport von Energieträgern sowie der Bereitstellung von Energieumwandlungsanlagen (z.B.

[15] Siehe: http://www.klimaschutz-in-kommunen.de/links-und-literatur/praxisleitfaden

[16] In statistischen Berichten wird hier auch von der Verursacherbilanz gesprochen (Im Gegensatz zu Quellbilanzen).

PV-Module). Graue Energie, die z.B. in konsumierten Produkten steckt und Energie, die zur Befriedigung der Bedürfnisse der Bürger außerhalb der Stadtgrenzen benötigt wird, werden nicht bilanziert.

Dieses endenergiebasierte Territorialprinzip weicht von der Systematik der bundesweiten Bilanzierungsmethodik im Rahmen der Erstellung des Nationalen THG-Inventars ab. In diesem werden nur die direkten THG-Emissionen aus Wärmeenergieverbrauch der Sektoren berücksichtigt und THG-Emissionen zur Strom- und Fernwärmeerzeugung dem separaten Sektor der Energieversorgung zugerechnet. Inwieweit die Emissionen des Energieversorgungssektors den Akteuren in einer Kommune zugeordnet werden können, wird in Kapitel 5.2.1 erläutert. Auch spezielle Fragestellungen des Verkehrs werden in einem eigenen Kapitel (vgl. Kapitel 6) dargestellt.

In Abbildung 4-1 ist für die Sektoren Private Haushalte, Industrie[17], Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Sonstiges und den Verkehrsbereich eine Endenergiebilanz nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip dargestellt. Dies stellt die kommunale Basisbilanz dar.

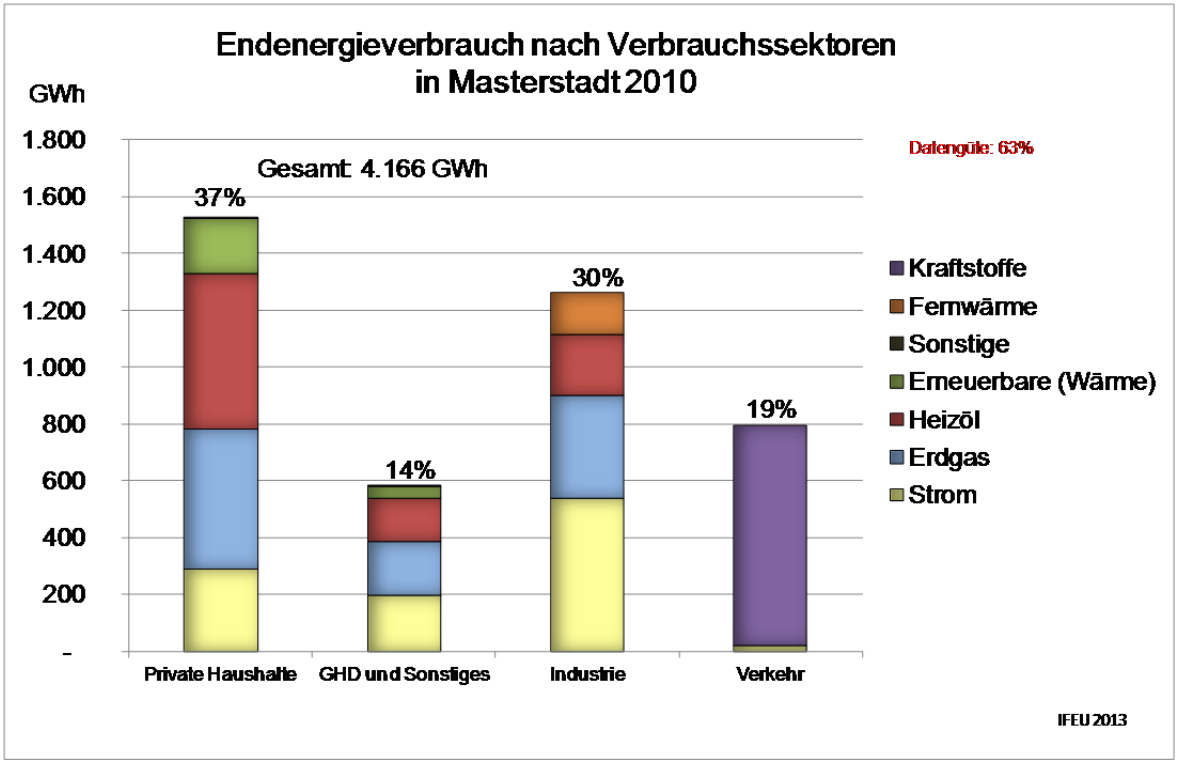


Abbildung 4-1: Beispiel für Basisbilanz Endenergie nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip für „Masterstadt“

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Anhand des neusten Tools von ICLEI (GPC) wurde ebenso wie beim Projekt Klimaschutz-Planer der Versuch unternommen, eine vereinheitlichte Bilanzierungsmethodik zu entwickeln und gleichzeitig den unterschiedlichen Ansprüchen an eine Bilanz gerecht zu werden. Grundlegend sind drei Bilanzierungsgrenzen (Scope 1-3), die für verschiedene Scopes unterschiedliche THG-Emissionen berücksichtigen:

- Scope 1 beinhaltet alle THG-Emissionen aus Quellen innerhalb der Gebietskörperschaft (direkte Emissionen).

[17] Zur Definition der Sektoren vgl. Kapitel 5.1

- Scope 2 beinhaltet zusätzlich alle energierelevanten THG-Emissionen außerhalb der Gebietskörperschaft (indirekte Emissionen), die durch den Energieverbrauch von Strom, Wärme, Dampf und Kälte innerhalb der Gebietskörperschaft entstanden sind.

- Scope 3 beinhaltet alle THG-Emissionen, die außerhalb der Gebietskörperschaft anfallen (indirekte Emissionen), jedoch durch Aktivitäten der kommunalen Akteure entstehen, z.B. Emissionen durch den Konsum von überregionalen Gütern oder den Abbau von Energieträgern.

Je nachdem welche Version des ICLEI-Tools verwendet wird, umfasst es unterschiedliche Scopes (GPC- Pilot Version 1.0, S. 5).

Der Konvent der Bürgermeister schlägt eine ähnliche Vorgehensweise vor, wobei im Grunde alle Scope 1 und 2 Emissionen berücksichtigt werden. Ob einige Emissionsquellen auch Teile der Bilanz sind, entscheidet sich je nachdem, ob diese im Aktionsplan für Nachhaltige Energie (APNE) berücksichtigt sind. Dazu zählen beispielsweise die Abfall- und Abwasserbehandlung.

EcoRegion smart bzw. pro (bei Aufnahme der nicht-energetischen Emissionen) bieten die Möglichkeit, nach der Systematik des Konvent der Bürgermeister zu bilanzieren (SEAP Guidelines, S. 93).

4.2 Berücksichtigung von Äquivalenten und Vorketten

Für die Umwandlung der Endenergiebilanz in eine Treibhausgasbilanz ist zu klären, welche Faktoren der Umrechnung zu Grunde liegen. Dazu werden im Folgenden zunächst allgemeingültige Empfehlungen gegeben.

Durch die Multiplikation von Energieverbrauch bzw. Fahr- und Verkehrsleistungen mit den entsprechenden Emissionsfaktoren lassen sich die Treibhausgasemissionen berechnen. Eine genauere Spezifizierung für die einzelnen Sektoren erfolgt in den Kapiteln 5.2 und 6.1.

Bei der Berechnung mit Emissionsfaktoren sind verschiedene Bewertungsebenen enthalten. So gibt es die Möglichkeit, neben CO_2 auch weitere Treibhausgase (u.a. N_2O oder CH_4) in Form von CO_2-Äquivalenten zu berücksichtigen. Bei der Berücksichtigung von Vorketten (also alle Emissionen, die bei Gewinnung, Umwandlung und Transport des Energieträgers entstehen) werden die gesamten mit der Nutzung der Energie verbundenen Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Ob nun Vorketten und/oder CO_2-Äquivalente in einer kommunalen Bilanz berücksichtigt werden sollen, wurde im Rahmen der Workshops mit Praktikern und Wissenschaftlern kontrovers diskutiert. Das IFEU empfiehlt auf Grundlage der Diskussionen, **sowohl Äquivalente (N_2O oder CH_4[18]) als auch Vorketten[19] bei den Emissionsfaktoren zu berücksichtigen**.

[18] Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe bzw. perfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFC, PFC) und Schwefelhexaflurid (SF_6), 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 (vgl. dazu Kapitel 5.3).

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

Folgende Gründe waren für diese Empfehlung ausschlaggebend:

- CO_2-Äquivalente
  - Ein umfassender Klimaschutz sollte alle klimarelevanten Emissionen berücksichtigen. Eine Fokussierung auf CO_2 deckt zwar einen Großteil der Treibhausgasemissionen ab, knapp 20% bleiben jedoch immer noch unberücksichtigt.
  - Vor dem Hintergrund, dass auch nicht-energetische Sektoren (vgl. Kapitel 5.3) berücksichtigt werden, ist die Einbeziehung von CO_2-Äquivalenten unerlässlich.
  - Eine ex post Berücksichtigung der äquivalenten Emissionen ist kaum möglich. Deswegen sollten diese von Anfang an mitbilanziert werden.
- Vorketten
  - Die Einbeziehung von Emissionen der Stromanwendung (Scope 2) stellt im Grunde bereits die Berücksichtigung von Vorketten dar. Denn hier wird sowohl die Erzeugung als auch der Transport im Emissionsfaktor für Strom berücksichtigt.
  - Bei erneuerbaren Energien sind Vorketten (hier vor allem die Bereitstellung der Infrastruktur) wichtig, um die verschiedenen mit der Nutzung verbundenen THG-Emissionen darstellen und gegenüberstellen zu können (z.T. hoher Materialaufwand in den Vorketten von bei Fotovoltaik)[20].
  - Mit Berücksichtigung der Vorketten wird vom Territorialprinzip abgewichen und es können Doppelzählungen bei einigen Energieträgern entstehen (z.B. der Energieaufwand für Veredelungsprozesse von Kraftstoffen in deutschen Raffinerien). Es ist davon auszugehen, dass diese Doppelzählungen für Deutschland in der Summe marginal gegenüber der gesamten Nutzung von Energieträgern sind. Sie werden deswegen zugunsten der oben beschriebenen Vorteile akzeptiert und für die wenigen vorhandenen Einzelfälle weiter untersucht.

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Alle untersuchten Systematiken und Tools ermitteln neben CO_2 auch weitere Treibhausgase. Systematiken, die auf der Methodik des Weltklimarates (IPCC-Methodik), wie z.B. die ICLEI-Bilanzierungstools oder der des Konvents der Bürgermeister, basieren, bilanzieren sechs Treibhausgase (CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFC, HFC).

Bei der Nutzung von EcoRegion smart können lediglich CO_2-Emissionen berechnet werden (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 31).

Die Bilanzierungssystematiken von ICLEI verwenden die IPCC-Emissionsfaktoren. Die IPCC Standardfaktoren beinhalten die Emissionen, die durch die Verbrennung von Energieträgern auf kommunalem Gebiet oder indirekt durch Verbrennung von Energieträgern zur Erzeugung von Strom entstehen.

Der Konvent der Bürgermeister lässt den Nutzer entscheiden, ob die Emissionsfaktoren der IPCC oder Emissionsfaktoren nach dem Life Cycle Assessment Prinzip gewählt werden. Der Nutzung von Biomasse/Biokraftstoffen und zertifiziertem Ökostrom in kommunalen Gebäuden werden keine

[20] Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die bei der Produktion von Erneuerbare Energien-Anlagen entstehenden Emissionen zur Vorkette zählen (Teilaspekt Scope 3).

Emissionen zugeschrieben. Beim LCA-Ansatz werden die gesamten Vorketten eines Energieträgers betrachtet. Dies beinhaltet auch Transport und Verarbeitung (SEAP Guidelines, S.97).

Die Erstellung der Bilanz in EcoRegion pro erfolgt anhand der Methodik des nationalen Treibhausgasinventars. Bei EcoRegion smart werden nur die CO_2- Emissionen des gesamten Energiesektors berechnet, jedoch nach dem LCA-Ansatz, d.h. mit der gesamten Vorkette (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 31-32).

4.3 Handlungsschwerpunkte anhand der Bilanz erkennen

4.3.1 Kommunen und Klimaschutzziele

Kommunen setzen sich selbst im Zuge eines Beitrittes in ein kommunales Netzwerk (z.B. Konvent der Bürgermeister und Klima-Bündnis[21]) oder im Rahmen der Masterplan 100% Klimaschutz Förderung kommunale Ziele im Klimaschutz. Die Ziele sind meist mit der Verringerung von Treibhausgasemissionen verbunden. Mit der Kommunalrichtlinie aus dem Jahr 2011 wurde der Fördertatbestand Masterplan 100% Klimaschutz eingeführt. Hier werden erstmals Strategien für langfristige Klimaschutzziele festgelegt. Die Ziele der Masterplan-Kommunen sind im NKI-Endbericht folgendermaßen formuliert (Auszug):

Eine Nullemissionskommune (Kommune mit einem Masterplan 100% Klimaschutz) verfolgt das Ziel, innerhalb der politischen Gemarkung durch die Einführung eines systematischen Managementprozesses langfristig ökologisch und ökonomisch sinnvolle Maßnahmen zur

- *Ausschöpfung der Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Energiesparen und zur Entwicklung eines nachhaltigen Lebensstiles,*
- *zur Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere aus regionalen Quellen, und*
- *zur Schließung von Stoffkreisläufen*

das ambitionierte Ziel des Klima- und Ressourcenschutzes umzusetzen. Ziel ist es, THG-Emissionen bis 2050 um 95% gegenüber einem aktuellen Bezugsjahr zu reduzieren. Zusätzlich ist ein endenergiebezogener Zielpfad zu beschreiben (Reduzierung um mindestens 50 %).

Bei der Verfolgung der 100% Klimaschutzstrategie werden die Akteure in den Kommunen soweit wie möglich die energie- und klimaschutzpolitischen Maßnahmen auf übergeordneter staatlicher Ebene nutzen, gleichzeitig aber alle in ihrem eigenen Kompetenzbereich liegenden Maßnahmen einsetzen, um zur angestrebten Minderung der wichtigsten Treibhausgase (CO_2, CH_4 und N_2O) in den von der Kommune beeinflussbaren Bereichen, öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, privaten Haushalten und Verkehr, beizutragen. Soweit sinnvoll, ist aber auch die Industrie in die Bilanzierung zu integrieren. In der Maßnahmenentwicklung und -umsetzung ist der Sektor Industrie aber auf jeden Fall zu berücksichtigen. Während der Einfluss im Bereich der städtischen Einrichtungen sehr hoch ist, sind die Einflussmöglichleiten einer Kommune bei industriellen Emissionen allerdings relativ gering.

Mit diesen Vorgaben werden im kommunalen Klimaschutz erstmals langfristige kommunale Ziele formuliert, die neben einem Treibhausgasminderungsziel auch eine Reduktion des Endenergieverbrauchs berücksichtigen.

[21] Covenant of Mayors: Mindestens 20% weniger CO_2 bis 2020, Klima-Bündnis: 10% weniger CO_2 alle 5 Jahre bzw. als Langfristziel 2,5 Tonnen pro Einwohner.

Ähnlich der Methodik des Konvents der Bürgermeister[22] wird dabei der Industrie eine Sonderrolle zugeteilt und es wird den Kommunen freigestellt, diese in den Zielbezug mit einzubeziehen. Zudem wird vom kommunalen Einflussbereich in den verschiedenen Sektoren gesprochen. Dieser Ansatz soll Grundlage für die folgenden Empfehlungen sein.

In der ersten Umsetzung der Förderrichtlinie ist es den 19 Masterplan-Kommunen freigestellt, auf welche Ziele und Emissionen sie sich konkret beziehen sollen. Zudem haben die Kommunen die Möglichkeit, über klar abgegrenzte Stufen im geringen Umfang auch Ausgleichsmaßnahmen zu berücksichtigen. Bei der Wahl der Maßnahmen haben die Kommunen in dieser Phase ebenfalls freien Handlungsspielraum. Hier sollen Erfahrungswerte beim Umgang und der Zielerreichung mit Langzeitzielen gesammelt werden.

4.3.2 Empfehlungen zu Handlungsschwerpunkten

In Abbildung 4-2 wurde in der fiktiven Masterplan-Kommune die THG-Bilanz der Stadt nach Einflussbereichen der Stadt auf die verschiedenen Sektoren aufgeteilt. Dabei wurde zwischen direkten Einfluss bzw. hohen Einfluss der Kommune, indirekten Einflussbereich bzw. mittleren Einflussbereich und Akteuren und Bereichen, bei denen Kommunen keinen Einfluss haben, unterschieden. Hoher und mittlerer Einfluss bedeutet dabei nicht, dass eine Kommune die Akteure zu energieeffizienteren Energieverbrauch unmittelbar auffordern kann. Der Einfluss der Kommune ist in diesen Bereichen häufig an übergeordnete (nationale oder landesweite) Vorgaben gebunden und kann diese auf verschiedene Weisen ergänzen.

Im stationären Bereich (ohne Verkehr) kann die Kommune über Bauleitplanung, Förderprogramme und Informationsangeboten vor allem kleine und mittelgroße Akteure im privaten Haushaltsbereich bzw. beim Gewerbe und Kleinverbrauch bei ihren Klimaschutzbemühungen unterstützen. Größere Akteure im Industriebereich sind dagegen häufig autark bzw. haben bereits eigene Spezialisten für die Optimierung des Energiebereichs eingestellt und gehen außerdem von deutlich anderen Amortisationserwartungen aus. Zudem sind Industriebetriebe im Gegensatz zum Wohnen und gewerblicher Infrastruktur relativ ortsungebunden. Je nach sektoraler Aufteilung gibt es daher bei den einzelnen Kommunen erhebliche Unterschiede in Bezug auf die Beeinflussbarkeit lokaler Akteure.

Auch die Emissionen aller Verkehrsmittel auf dem Territorium der Kommune sind mehr oder weniger stark von der Kommune beinflussbar. So liegt der Binnenverkehr durchaus auch im kommunalen Einflussbereich. Quell-Ziel-Verkehr, der in der Kommune beginnt oder endet, unterliegen ebenfalls kommunalem Einfluss (über kommunale Akteure und Zielgruppen wie Einwohner, Arbeitgeber, Industrie, Verkehrsunternehmen). Der mögliche Einfluss ist allerdings für die Einzelkommune eingeschränkt und verstärkt sich erst im Kontext gemeinsamer (regionaler) Bemühungen mehrerer Kommunen. Durchgangsverkehr, Fern- und insbesondere Flugverkehr sind dagegen kaum im direkten Einflussbereich der Klimaschutzaktivitäten einzelner Kommunen.

[22] Bei der Methodik des Konvents der Bürgermeister sollen alle am Emissionshandel beteiligten Betriebe (ETS-Betriebe) nicht in der Bilanz berücksichtigt werden.

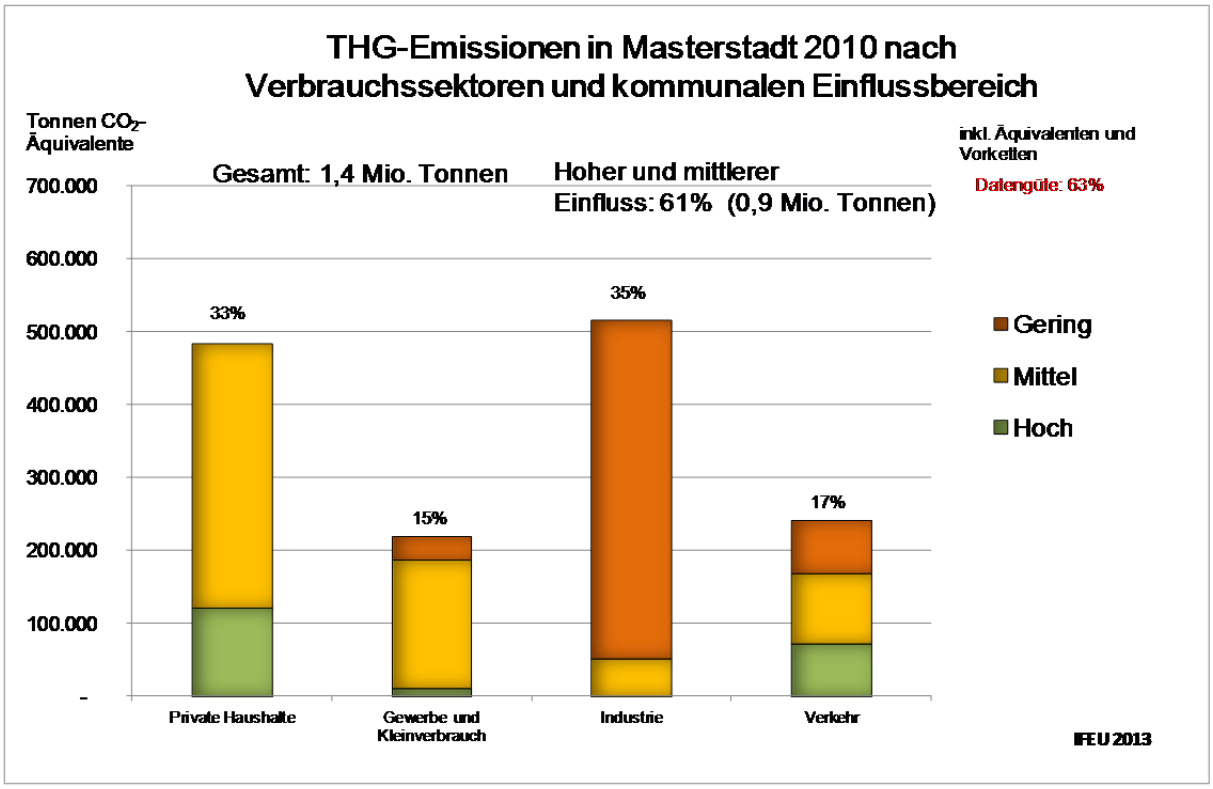


Abbildung 4-2: Beispiel für den kommunalen Einflussbereich im Klimaschutz für verschiedenen Sektoren und deren THG-Emissionen

Die oben dargestellten Sektoren (vgl. Abbildung 4-2) sollen weiterhin bei kommunalen Bilanzen mit den gesamtem zugehörigen Energieverbrauch und THG-Emissionen berücksichtigt werden. Auch für die Zielsetzung empfiehlt das IFEU-Heidelberg, grundsätzlich zunächst die gesamten Emissionen zu berücksichtigen, diese aber nicht zwingend als alleinige Grundlage für die Zielsetzung zu nutzen, sondern auch sektoral-bezogen vorzugehen. Dabei ist zu prüfen, inwieweit einzelne Sektoren oder Teilbereiche einerseits seitens der Kommune beeinflusst werden können, andererseits auch ein Sektor lokal verwurzelt ist und Teil der lokalen Infrastruktur[23] ist.

Für die verschiedenen Bereiche kann dies Folgendes bedeuten:

1. Im stationären Bereich wird der industrielle Sektor weiterhin in der kommunalen Bilanz dargestellt (vgl. Abbildung 4-3). Bei der Zielsetzung kann er unter Umständen ausgeklammert und gesondert in der gleichen Bilanz dargestellt werden (und bleibt Teil von dieser). Bei Industriebetrieben ist davon auszugehen, dass der kommunale Einflussbereich gering ist[24] bzw. die Produktion nicht primär für die lokale Infrastruktur benötigt wird. Zudem ist die Verteilung von Industrie punktuell sehr verschieden und im Vergleich zu anderen Sektoren nicht immer ortsgebunden. Gleiche Zielsetzungen sollten sich deswegen schwerpunktemäßig auf homogene bzw. der lokalen Infrastruktur zugehörige Sektoren konzentrieren. Die Sektoren mit homogenen

[23] Unter lokaler Infrastruktur im stationären Bereich werden Bereiche verstanden, welche in der Kommune dauerhaft verankert und deren Produkte regionalspezifisch, also nur vor Ort in dieser Form benötigt und erzeugt werden.

[24] Beim Covenant of Mayors können Emissionshandelsbetriebe auch bei der Bilanzierung ausgeklammert werden. Eine vollkommene Nicht-Berücksichtigung von einzelnen Verbrauchern wird jedoch nicht empfohlen.

Energieverbräuchen (Private Haushalte, GHD und Sonstiges etc.) fließen in diesem Fall vollständig in die Bilanz und in die Zielsetzung ein[25].

2. Im Verkehr werden in der kommunalen Bilanz alle Verkehrsaktivitäten auf dem Territorium mit einbezogen. Bei der Festlegung von kommunalen Klimaschutzzielen können gegebenenfalls der Straßendurchgangsverkehr sowie Verkehrsmittel mit stark überregionaler Bedeutung aufgrund der geringen kommunalen Einflussmöglichkeiten ausgeklammert werden.

Ein Beispiel für die Darstellung der THG-Bilanz auf Basis der kommunalen Einflussbereiche findet sich für die Masterstadt in der folgenden Darstellung.

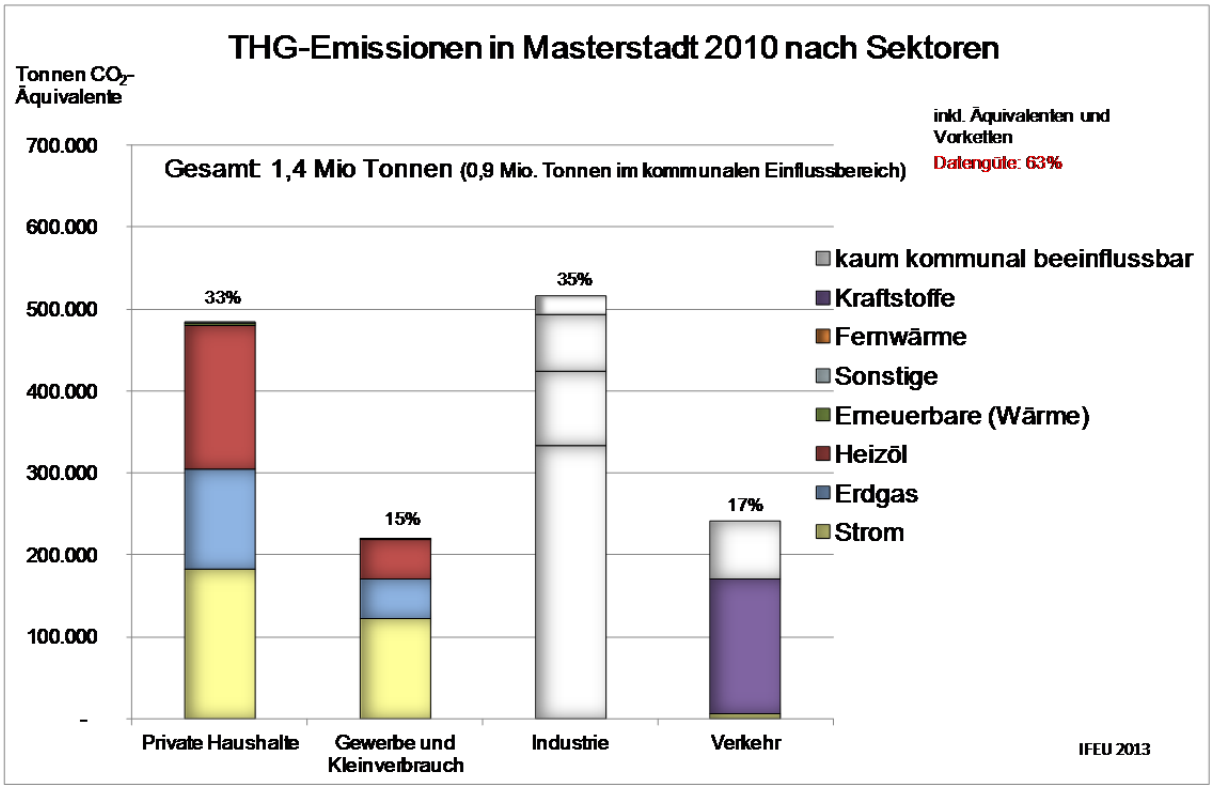


Abbildung 4-3: Beispiel für die Darstellung der kommunalen Einflussbereiche in einer THG-Bilanz

Industriell geprägte Kommunen sollen mit Hilfe dieser Darstellung nicht von Beginn an abgeschreckt werden, Ziele in irgendeiner Form zu formulieren, da die Industrieverbräuche alle bilanziellen Reduzierungsbemühungen zunichte machen würden. Mit dieser Darstellung soll zudem auch dem Eindruck entgegengewirkt werden, dass die Kommune alleine mit ihren Bemühungen steht, bei allen Emittenten in gleicher Weise zu versuchen die THG-Emissionen zu reduzieren[26]. Stattdessen sollte die Kommune sich zunächst bei ihren Aktivitäten auf homogene Sektoren mit dauerhafter Ansiedlung (vor allem Haushalte und Gewerbe) konzentrieren. Industriebedingte Aktivitäten der Kommune und punktuelle Kooperationen mit Industriebetriebe sollen nicht explizit ausgeschlossen und können auch weiterhin in der kommunalen Bilanz abgebildet werden.

[25] Hier wird aufgrund mangelnder Abgrenzungsmöglichkeiten in Kauf genommen, dass größere Gewerbebetriebe in einzelnen Kommunen, auf welche die Kommune vermutlich ebenfalls kaum Einfluss hat, in die Zielsetzung mit einfließen. Dies wird jedoch seltener der Fall sein als im Industriesektor.

[26] Da auch höhere Ebenen (Länder, Bund, EU) im Klimaschutz tätig sein müssen und v.a. im Industriebereich größere Einflüsse haben als Kommunen (Steuern, Emissionshandel, etc.)

Für Masterplan 100% Kommunen würde dies bedeuten, dass sie aufgrund eines größeren lokalen industriellen Einflusses die Gesamtziele einer 95%igen Reduktion der Treibhausgase vielleicht nicht erreichen können. Sollten aber die schwierig zu beeinflussenden Bereiche ausgeklammert werden, könnte das Ziel zumindest für Teilbereiche erreicht werden (vgl. Abbildung 4-4).

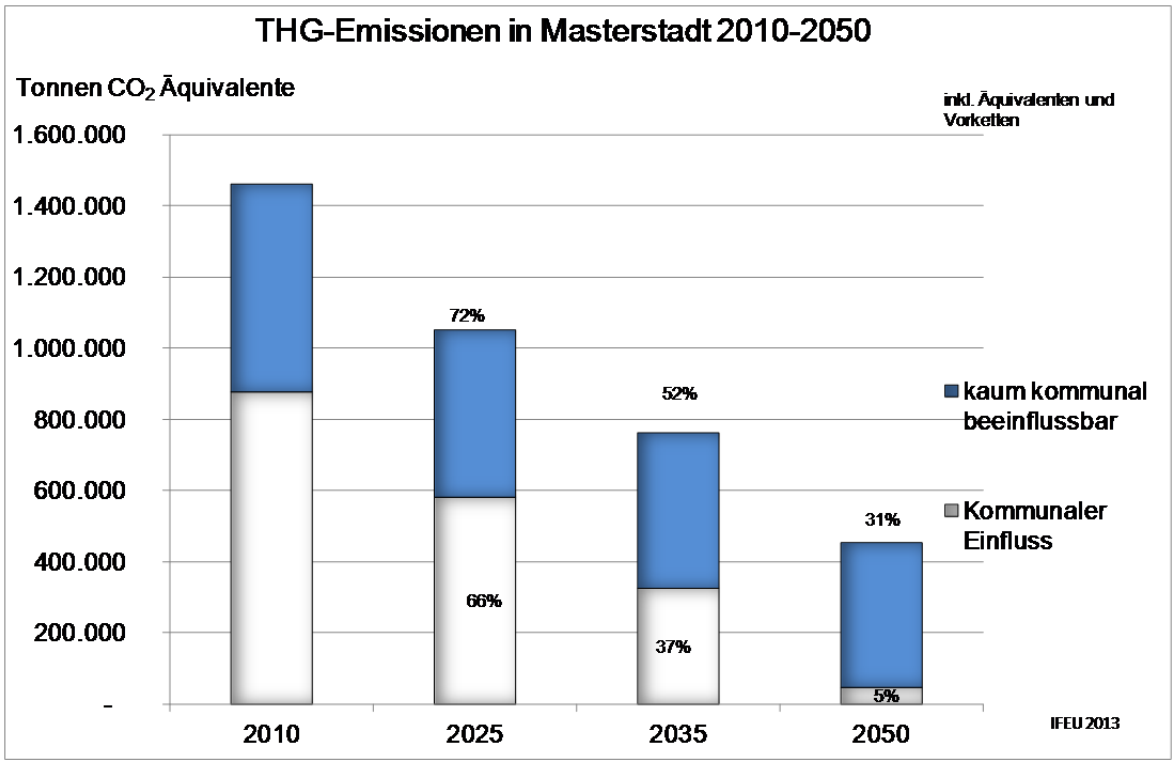


Abbildung 4-4: Beispieldarstellung für die Zielerreichung in Teilbereichen in Masterstadt bis zum Jahr 2050

4.4 Datengüte

Die Güte der verwendeten Daten ist für die Aussagekraft der Bilanzen entscheidend. Eine Kommune sollte im Erstellungsprozess der ersten Bilanz eine möglichst hohe Datengüte erreichen und auf diesem Niveau ihre Bilanzen in Zukunft auch fortschreiben. Datengüte beschreibt hier nicht die Qualität der Daten, sondern bewertet die Aussagekraft und Belastbarkeit der Ergebnisse einer kommunalen Bilanz.

Eine Bilanz, die anhand von bundesweiten Kennzahlen wie Einwohner- bzw. Beschäftigtenzahlen hochgerechnet ist, kann schnell erstellt werden, hat aber eine geringe Aussagekraft. Im Idealfall wird eine Bilanz mit möglichst vielen lokalen primärstatistischen Daten erstellt, um lokale Gegebenheiten und zukünftige Erfolge abzubilden. Die Erstellung einer solchen Detailbilanz, in der nahezu ausschließlich lokale Daten verwendet werden, ist allerdings mit höherem Aufwand verbunden und auch die Daten liegen nicht immer in der gewünschten Form vor.

Zur Ermittlung der Datengüte wird das Vorgehen aus dem Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz empfohlen. Um die eigenen Bilanzen auch für spätere Bearbeiter transparent zu gestalten, wird vorgeschlagen, für die jeweiligen Datenquellen und die jeweiligen Energieverbräuche die Datengüte der jeweiligen Input-Daten festzulegen. Anhand der verschiedenen Anteile der Daten am Endenergieverbrauch kann schnell ermittelt werden, auf welcher Datengüte eine Bilanz basiert. In Tabelle 4-1 wird ein solches Beispiel für den stationären Energieverbrauch einer Kommune aufgezeigt.

Die Wertung der Datengüte A bis D erfolgt 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

Für das in Tabelle 4-1 aufgezeigte Beispiel kann der überwiegende Anteil der Energieverbräuche mit Datengüte A erhoben werden. Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern wurde der Energieverbrauch auch über Kennwerte und Nutz- bzw. 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 wurden in diesem Fall der Bundesdurchschnitt über die Einwohner hochgerechnet (Datengüte D).

Insgesamt ergibt sich so eine anteilige Datengüte von 0,82 (sehr gut = 1; sehr schlecht = 0).

Tabelle 4-1: Beispielberechnung für die Datengüte einer kommunalen Energie- und THG-Bilanz

Daten	Quelle	Datengüte	Wertung Datengüte	Anteil am Endenergieverbrauch	Datengüte anteilig (Wertung x Anteil)
Stromverbrauch	EVU	A	1	30%	0,3
Erdgasverbrauch	EVU	A	1	39%	0,39
Heizölverbrauch Haushalt und Gewerbe	Kennzahlen, Wohn- und Nutzflächen	C	0,25	8%	0,02
Heizölverbrauch Industrie	Daten Statistisches Landesamt und Kennzahlen	B	0,5	20%	0,1
Biomasse	Bundesweiter Kennwert pro Einwohner	D	0	2%	0
Solarthermie	Absorberflächen über BAFA	B	0,5	1%	0,005
Gesamt				100%	0,815

Bevor die Ergebnisse verschiedener Bilanzen verglichen und bewertet werden, sollte geprüft werden, inwieweit dies auf Basis des verschiedenen Dateninputs möglich ist.

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Auch bei anderen Bilanzierungssystematiken findet sich eine Bewertung der zu Grunde liegenden Daten. Bei GRIP werden die eingegebenen Daten in drei Kategorien unterteilt. Die geringste Datengüte (Kategorie 3) wird anhand kumulierter demographischer Daten erzielt, die besten Datengüte durch einzeln erhobene Daten vor Ort. Die jeweilige Datengüte ist anhand der Farben rot, gelb,

grün (schlechte bis gute Qualität) gekennzeichnet.[27] Auch das GPC von ICLEI ermittelt die Datenqualität.

Beim Konvent der Bürgermeister werden keine Angaben über Datengüte und Qualität gemacht.

In EcoRegion kann sich der Nutzer anzeigen lassen, wie viele Daten aus der Startbilanz stammen. Eine Datengüte bzw. -qualität wird jedoch nicht angegeben.

[27] http://getagriponemissions.com/index-cycle.html

5 Empfehlungen zur Bilanzierung im stationären Bereich

Im Folgenden werden auf Basis der Grundannahmen in Kapitel 4 für den stationären Bereich verschiedene spezielle Fragestellungen erläutert und entsprechende Empfehlungen gegeben. Dazu werden zunächst die Verbrauchssektoren definiert (Kapitel 5.1). Danach wird dargestellt, mit welchen Faktoren die Endenergiebilanz aus Kapitel 4.1 umgerechnet werden soll (Kapitel 5.2). In Kapitel 5.3 werden weitere Sektoren bzw. Aktivitäten betrachtet und Empfehlungen gegeben, inwieweit diese in eine Bilanz eingebunden werden können. Der Umgang von Klimaschutzaktivitäten, die nach den vorgestellten Grundbausteinen kein Teil der Basisbilanz darstellen, ist Thema von Kapitel 5.4. Vor dem Hintergrund der Ziele im kommunalen Klimaschutz und deren Berechenbarkeit werden auch Empfehlungen zum Umgang von Korrekturmöglichkeiten der Bilanzergebnisse (Kapitel 5.5) gegeben.

5.1 Definition von Verbrauchsektoren

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. GHD / Sonstiges
3. Industrie / Verarbeitendes Gewerbe
4. Kommunale Einrichtungen

Die Definition der Verbrauchssektoren kann nicht abschließend gelöst werden, da die Definitionen der Verbrauchssektoren bei den verschiedenen Datenbereitstellern (Energieversorgungsunternehmen, Statistische Landesämter etc.) unterschiedlich ist. Die folgenden Definitionen stellen daher eine Empfehlungen bei Anfragen an die verschiedenen Datenbereitsteller 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 Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie 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 Verwaltungsgebäude und kommunaler Schulen und Kindertagesstätten. Eine Differenzierung dieser drei Gruppen ist anzustreben.

Kommunale Straßenbeleuchtung: Für die Entwicklung von verschiedenen Indikatoren wird der Stromverbrauch der kommunalen Straßenbeleuchtung separat ermittelt. Bei der Darstellung in der Bilanz wird dies dem Sektor GHD/Sonstiges zugeordnet.

Kommunale Infrastruktur: Alle Einrichtungen in kommunaler Hand der zu bilanzierenden Kommune, welche nicht zu Verwaltungsgebäuden, Schulen, Kindertagesstätten oder der Straßenbeleuchtung zu rechnen sind, werden in diesem Sektor erfasst. Dazu zählen Energieverbräuche von Kläranlagen, Friedhöfen, Brunnen usw.. Dabei werden kommunale Gebäude, die den Zweck Wohnen haben, dem Sektor private Gebäude zugeordnet. Die kommunale Infrastruktur wird für die Betrachtung einzelner Indikatoren benötigt. Bei der Darstellung der Bilanz wird sie dem Sektor GHD/Sonstiges zugeordnet.

GHD/Sonstiges: In diesem Sektor fallen alle Energieverbräuche aller bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie dem Verarbeitenden Gewerbes mit weniger als 20 Mitarbeitern) sowie die verschiedenen Elemente kommunaler Infrastruktur (vgl. oben).

5.2 Quellen für Emissionsfaktoren

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit von Bilanzen wird empfohlen, einheitliche Emissionsfaktoren zu nutzen. Als Datenquelle für die Emissionsfaktoren könnten GEMIS- (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) oder ecoinvent-Daten herangezogen werden. Folgende Aspekte sollten durch die Datenbanken weitestgehend abgedeckt sein:

- Es liegt eine Datenbasis von 1990 bis heute vor.
- Faktoren gelten für den Endenergieverbrauch (Zeitpunkt der Nutzung) und sind unterteilbar in reines CO_2, CO_2-Äquivalente und Vorketten.
- Die Berechnung der Emissionsfaktoren ist transparent und nachvollziehbar.
- Faktoren wurden schon einmal ge-reviewed oder werden regelmäßig anhand verschiedener Qualitätskriterien geprüft.
- Die Emissionsfaktoren liegen für unterschiedliche Anwendungen (Haushalte, Industrie und Erzeugung) vor.
- Für folgende Energieträger sollten im Energiebereich Emissionsfaktoren vorliegen[28]: Heizöl, Fernwärme (Durchschnittswert Deutschland), Erdgas, Umweltwärme, Sonnenkollektoren, Biogase, Abfall, Flüssiggas, Pflanzenöl, Braunkohle, Steinkohlen.

Nach Abstimmung mit den Experten wurde beschlossen, für Wärmeemissionsfaktoren die Daten aus der GEMIS-Datenbank zu nutzen, da hier die oben beschriebenen Bedingungen erfüllt werden und in der Vergangenheit die größten Erfahrungswerte vorliegen. Für verschiedene Prozesse nicht vorliegende Werte wurden mit anderen Quellen ergänzt. Folgende Werte ergeben sich demnach an Emissionsfaktoren zur kommunalen Bilanzierung von Endenergieverbräuchen[29]:

[28] Die Energieträger sind dem derzeit gängigen Bilanzierungs-Programm EcoRegion entnommen. Für eine Fortführung der bisher erstellten Bilanzen sollten deswegen Emissionsfaktoren für mindestens diese Energieträger vorliegen. Eine weitere Differenzierung (u.a. nach Anwendungen) wird angestrebt.

[29] Es gilt zu beachten, dass sich Emissionsfaktoren aufgrund neuer Daten oder neuer Erhebungsmethoden gegebenenfalls geringfügig verändern können.

Tabelle 5-1: Emissionsfaktoren für Erzeugung und industrielle Prozesse (t/MWh) in CO_2-Äquivalenten

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	**Quelle**	**Genaue Prozess-bezeichung**
Erdgas	0,233	0,234	0,233	Gemis 4.9	Gas Kessel DE (Endenergie)
Heizöl	0,308	0,309	0,313	Gemis 4.9	Öl leicht Kessel DE
Steinkohle	0,447	0,440	0,438	Gemis 4.9	Kohle Kessel WSF DE (Endenergie)
Braunkohle	0,474	0,474	0,470	Gemis 4.9	Braunkohle Kessel (Wirbelschichtfeuerung)
Abfall	0,111	0,111	0,111	Eigene Berechnung	
Biomasse	0,028	0,034	0,023	Gemis 4.9	Holz HS Waldholz Heizung 50 kW 2010
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

Tabelle 5-2: Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO_2-Äquivalenten

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	**Quelle**	**Genaue Prozess-bezeichung**
Erdgas	0,252	0,253	0,247	Gemis 4.9.	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,320	0,320	0,319	Gemis 4.9.	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,026	0,026	0,027	Gemis 4.9.	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,277	0,277	0,267	Gemis 4.9.	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,450	0,431	0,432	Gemis 4.9.	Kohle Brikett Heizung DE(Endenergie)
Braunkohle	0,434	0,433	0,431	Gemis 4.9.	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,047	0,045	0,025	Gemis 4.9.	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 5-3: Emissionsfaktoren ohne Brennstoffinputinformationen in t/MWh in CO_2-Äquivalenten für KWK-Wärme

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	**Quelle**	**Genaue Prozess-bezeichung**
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) (angepasst an UBA- 2013)
Biogas	0,052	0,052	0,056	UBA 2009, UBA 2013	Biogas-Gülle-BHKW-500kW 2010 (IST)

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Auch die bestehenden Systematiken und Tools nutzen meist GEMIS oder ecoinvent als Quelle für die Emissionsfaktoren. Oftmals ist es dem Nutzer frei gestellt, welche Faktoren in der Bilanz verwendet werden. Die Nutzung standardisierter Faktoren wird jedoch empfohlen, um die kommunalen Bilanzen vergleichbar zu machen.

5.2.1 Emissionsfaktoren für Strom

Je nach Ziel der Bilanzierung liegen aktuell in den Kommunen unterschiedlichen Berechnungsmethoden für den Stromemissionsfaktor zu Grunde. In der Diskussion mit Praktikern und Wissenschaftlern wurde deutlich, dass bei der Bilanzierung von Strom der Bundesmix genutzt werden sollte. Die kommunalen Vertreter äußerten darüber hinaus den Wunsch, dass lokale Bemühungen im Stromerzeugungsbereich anhand eines Territorialmix Strom berücksichtigt werden sollten.

Folgende Argumente finden sich, zunächst mit dem Bundesmix Strom zu rechnen:

- Die Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen ist gewährleistet (sowohl beim Status quo, als auch bei der Entwicklung von Zielen und Szenarien)
- Eine bundesweite Konsistenz wäre gegeben (Doppelzählungen der lokalen Anlagen werden vermieden).
- Anlagen zur überregionalen Versorgung auf kommunalem Gebiet verändern nicht die Emissionen des lokalen Stromverbrauchs (positiv wie negativ), da sie nicht Teil der Bilanz sind.

Tabelle 5-4: Zeitreihe Strom Bundesmix (Quelle: IFEU-Strommaster[30]) in t/MWh in CO_2-Äquivalenten

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

Es wird deswegen empfohlen, die kommunalen Treibhausgasbilanzen mit einem jährlich angepassten einheitlichen Bundesstrommix zu berechnen und dies als offizielle Bilanz der Kommune auszuweisen. Als Datengrundlage wird dafür der aus einem ökobilanzbasierten Tool (Strommaster) berechneten Strommix des IFEU-Heidelberg empfohlen (vgl. Tabelle 5-4), der von 1990 bis heute jährlich vorliegt und aktuell einen Review-Prozess durchläuft. Grundlage für diese Empfehlung bildet neben der Transparenz der Berechnung die Konsistenz mit der hier aufgeführten Methodik (vgl. exergetische Allokation in Kapitel 5.2.2)[31].

Hintergrundinformation: Berechnung des Bundesmixes Strom durch den Strommaster des IFEU Heidelberg

Die Berechnung von Stromnetzen erfolgt mit Hilfe eines Basisnetzes, dem die grundsätzlichen Energieträger- und Kraftwerksarten als einzelne Module (z.T. wiederum mehrschichtige Subnetze) zu Grunde liegen. Der Energieträgermix und wesentliche technische Kenngrößen der Energieanlagen sind durch Netzparameter frei einstellbar (Vorwahlmöglichkeiten über Inputvektoren).

Die Systemgrenze des Gesamtmoduls umfasst:

- die Kraftwerksprozesse zur Stromerzeugung mit Stein- und Braunkohle, Erd-, Koks-, und Hochofengas, Biomasse, sowie Kern-, Wasser- und Windkraft.
- die Brennstoffvorketten (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Kokerei- und Hochofengas, Kernbrennelemente, Biomasse)
- Die Verteilung des Stroms bis zum Verbraucher mit entsprechenden Leitungs- und Umspannverlusten.

Die Input- und Outputströme stellen nahezu ausschließlich Elementarströme dar. Alle vor- oder nachgelagerten Ketten sind, sofern nicht wegen Bagatellität vernachlässigt, in dem Stoffstrom des Moduls enthalten. So auch die Deponierung oder Verbrennung von Abfällen. Die im Modul auftretenden Abfall-Outputströme sind als Stoffströme, die in eine Verwertung gehen (z.B. als Baustoffe) zu verstehen. Die Lasten der Verwertung, aber auch die Nutzen, sind daher nicht abgebildet.

[30] 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.

[31] Eine Begründung, warum nicht auf den Emissionsfaktor Strom des UBA zurückgegriffen wird, findet sich im Anhang 9.2.4.

Nicht berücksichtigt sind Aufwendungen der Herstellung von Kapitalgütern. Deren Aufwendungen sind jedoch über Netzparameter optional zuschaltbar und umfassen dann die Bereitstellung der bedeutendsten Baustoffe (Stahl in verschiedenen Legierungsstufen, div. NE-Metalle, Kunststoffe, Zement, Beton, Bitumen u.a.) sowie die Energieaufwendungen zur Fertigung der Anlagen (Daten nach ecoinvent).

Das Netz beinhaltet auch die in gekoppelter Form erzeugte Fernwärme, deren Anteile pro Kraftwerksart ebenfalls einstellbar sind. Durch Allokation nach den exergetischen Verhältnissen erfolgt eine Zurechnung der Lasten auf die Produkte Strom und Fernwärme. Der (Primärenergie-)Beitrag aus der Abfallverbrennung wird der Abfallentsorgung zu alloziert und stellt damit Energiebereitstellung zum ökologischen „Null-Tarif“ dar.

Die Beiträge der regenerativen Energieträger Wasser und Wind erfordern in der Vorkette und Erzeugung ausschließlich „KEA, regenerativ“ als Input. Pumpspeicherwasserkraftwerke werden nicht unter die primär Strom erzeugenden Einrichtungen gefasst, sondern als Zwischenspeicherung von Grundlaststrom (mit entsprechenden Verlusten bei der mehrfachen Umwandlung) betrachtet. Andere Aufwendungen oder Emissionen wurden vernachlässigt. Die Primärenergienutzungsgrade werden mit jeweils 100% angesetzt.

Beim Transport von den Kraftwerken zum Verbraucher erfährt der Strom Umspann- und Leitungsverluste. Die Höhe dieser Verluste hängt vom Spannungsniveau des nachgefragten Strom ab (nach Pehnt (2003) 2,5% bei Hoch-, 4,1% bei Mittel- und 6,1% bei Niedrigspannung). Als mittlerer Netzmix werden angesetzt:

1. Hochspannung 20%
2. Mittelspannung 30%
3. Niedrigspannung 50%

Folgt man den bisher dargestellten Vorschlägen, erhält man eine Treibhausgasbilanz, wie sie in Abbildung 5-1 dargestellt ist. Diese bildet die Basisbilanz für Treibhausgase auf Grundlage der Endenergiebilanz (vgl. Abbildung 4-1).

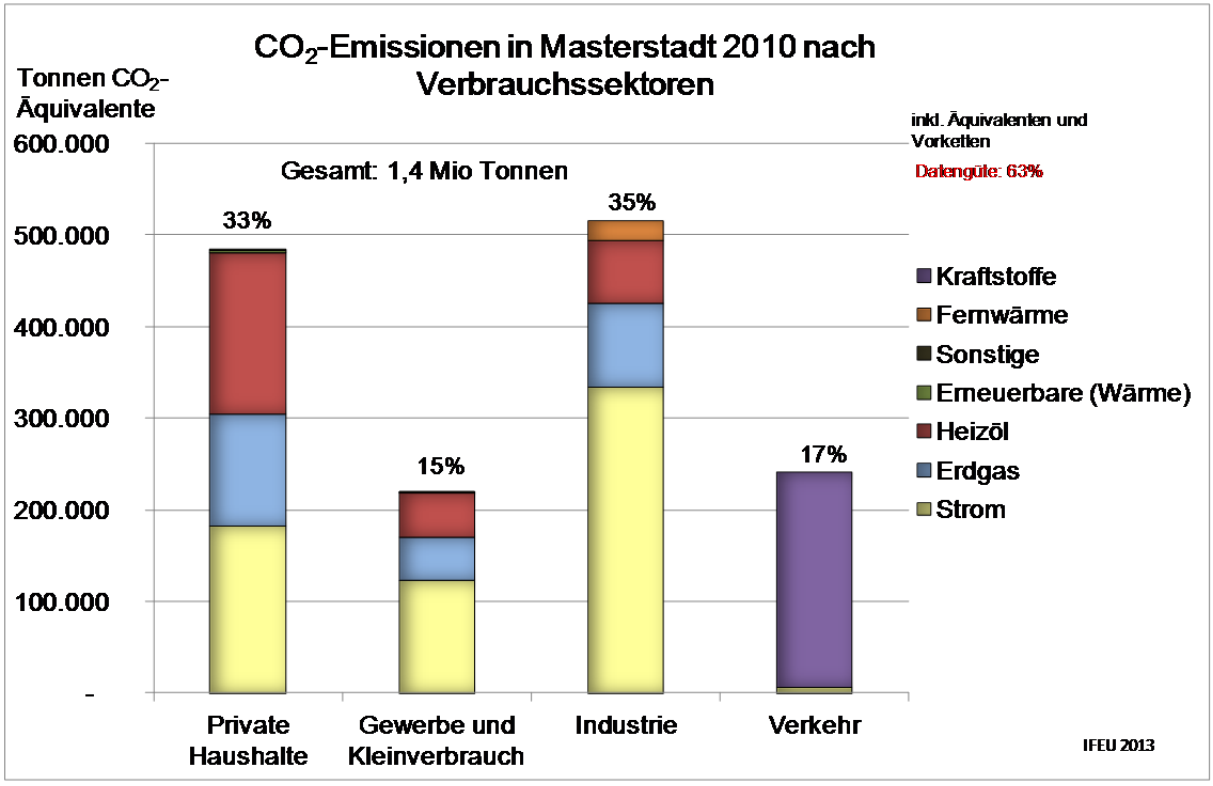


Abbildung 5-1: Beispiel für eine THG-Bilanz endenergiebasierte Territorialbilanz für „Masterstadt“

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Der Konvent der Bürgermeister empfiehlt die Verwendung eines landesspezifischen bzw. europäischen Emissionsfaktors für Strom, da die in einer Gemeinde verbrauchte Energie meist aus verschiedenen Anlagen innerhalb und außerhalb der Region stammt und die genaue Aufteilung nach Herkunft und Energieträgern eine aufwendige Aufgabe wäre (SEAP Guidelines, S. 103). Der Konvent der Bürgermeister liefert in der Bilanzierungsvorschrift deshalb Standardemissionsfaktoren für den nationalen Strommix. Als Quelle für Deutschland dient das Umweltbundesamt (SEAP Guidelines, S. 104).

Bei EcoRegion (smart und pro) ist es dem Nutzer möglich, einen regionalen oder nationalen Strommix zu verwenden. Der nationale Strommix beruht, wenn nicht anders von Nutzer deklariert, auf Daten des UTCE (kontinentaleuropäischen Verbundnetzes).

5.2.1.1 Berechnung des Territorialmixes Strom

Neben der Berechnung mit dem Bundesmix wurde noch die Berücksichtigung lokaler Anlagen in Form eines territorialen Mixes seitens der kommunalen Vertreter gewünscht. Die Berechnung eines Territorialmixes hängt wiederum 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 5-4) 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 Anlagen 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 Kapitel 5.4 beschrieben.
- Für Kommunen bedeutet dies, dass die lokale Stromerzeugung auch in den Szenarien nicht berücksichtigt wird. 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.

Tabelle 5-5: Stromerzeugung ohne Brennstoff(input) (t/MWh) in CO_2-Äquivalenten zur Berechnung des Territorialmixes

Zeiträume	2000-2004	2005-2009	2010-2014	**Quelle**	**Genaue Prozessbezeichung**
Windenergie	0,017	0,017	0,009	Gemis 4.9	Wind KW DE 2010 Binnenland und Wind KW-Park klein DE 2000
Geothermie	0,218	0,218	0,218	Gemis 4.9	Geothermie-KWK-SMB-DE
Wasserkraft	0,004	0,004	0,003	Gemis 4.9	Wasser KW groß DE
PV-Anlagen	0,128	0,128	0,061	Gemis 4.9	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)

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

In der Bilanzierungsmethodik des Konvents der Bürgermeister werden nur Anlagen erfasst, die durch die Kommune beeinflussbar sind. Daher werden Anlagen, die unter das Emissionshandelsgesetz fallen (ETS-Anlagen) und mehr als 20 MW Leistung produzieren, nicht in die Berechnung des Territorialmixes aufgenommen, außer sie sind in kommunaler Hand und Maßnahmen an den Anlagen sind Teil des APNE. In die Berechnung des lokalen Strommixes fließt zudem noch der Ökostrom ein, der in kommunale Liegenschaften genutzt wird (SEAP Guidelines. S.105-107).

Bei EcoRegion (smart und Pro) setzt sich der regionale Mix aus der regionalen Stromproduktion zusammen. Wenn zusätzlicher Strom importiert wird, wird dieser unter Berücksichtigung des dazugehörigen Strommix hinzugerechnet. Die Zusammensetzung des lokalen Strommix kann jederzeit von den Nutzern manuell verändert werden (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 68 / S. 208).

5.2.1.2 Darstellung lokaler Strom- und Wärmeerzeugung

Ob und inwieweit der Territorialmix in einer kommunalen Bilanz dargestellt werden sollte, wurde von Praktikern und Wissenschaftlern unterschiedlich beurteilt. Das IFEU-Heidelberg empfiehlt neben der Aufschlüsselung im Rahmen der Benchmark-Indikatoren auch eine endenergiebasierte Gegenüberstellung der lokalen Erzeugung und des lokalen Verbrauchs. Bei der Darstellung der Treibhausgaswirkung lokaler Anlagen wird analog zum Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz eine Darstellung der gesamten THG-Emissionen mit dem Bundes- als auch dem territorialen Mix berechnet. Hier soll jedoch keine zweite THG-Bilanz mit einem zweiten Wert der Emissionen dargestellt werden,

sondern die Einsparungen/Steigerung der THG-Emissionen in Relation zu Basisbilanz dargestellt werden.

Auf drei unterschiedliche Weisen werden die lokalen Anlagen demnach in den Darstellungen berücksichtigt und die Bilanz detaillierter dargestellt:

- Abbildung 5-2: Nutzung des kommunalen Benchmarks[32], in dem der Anteil der erneuerbaren Energien sowohl im Wärme- als auch im Strombereich berücksichtigt wird. Zudem können dort auch Unterziele im Klimaschutz (z.B. Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung) dargestellt und bis zum Jahr 2050 verfolgt werden.

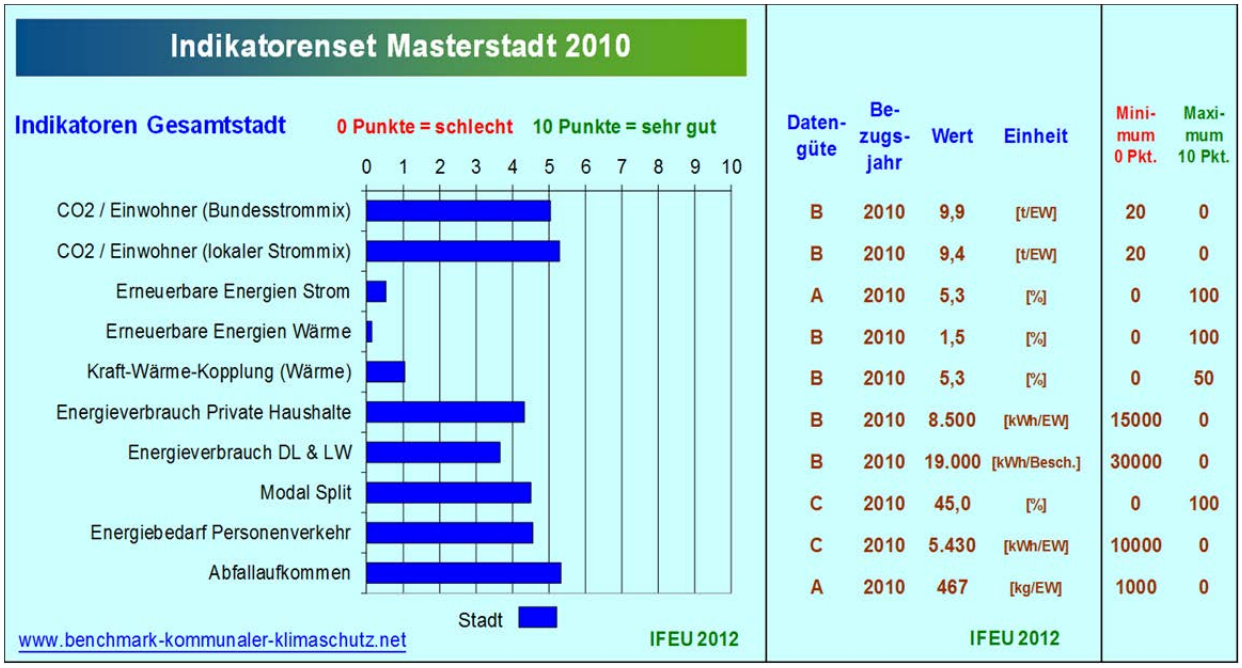


Abbildung 5-2: Beispiel für die Darstellung eines Indikatorensets einer Beispielkommune[33]

- Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4: Darstellung der regionalen Energieerzeugung im Strom- und Wärmebereich im Verhältnis zu den jeweiligen lokalen Verbräuchen. Mit diesem Überblick zu den Anteilen der „regionaler Energieversorgung[34]“ können Kommunen, die sich eine Versorgung aus 100% erneuerbare Energien als Ziel gesetzt haben, erkennen, welchen Anteil sie bereits erreicht haben. Zudem kann auch eine Übererfüllung (z.B. 200% Anteil Erzeugung am Verbrauch) dargestellt werden.

[32] http://www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.de/Home.172.0.html

[33] In Zukunft wird der zweite Indikator CO_2/Einwohner (lokaler Strommix) voraussichtlich durch den Indikator „Beinflussbare CO_2-Emissionen pro Einwohner“ ersetzt (vgl. Kapitel 4.3))

[34] Dazu würden in diesem Fall erneuerbare Energien (Strom, Wärme), d. h. Strom aus konventionellen Kraftwerken sowie Nah- und Fernwärme zählen. Nach aktuellem EEG zählen dazu auch Anlagen, die Biogaszertifikate zukaufen und somit mit Erdgas aus dem Netz EEG-Zuschüsse erhalten.

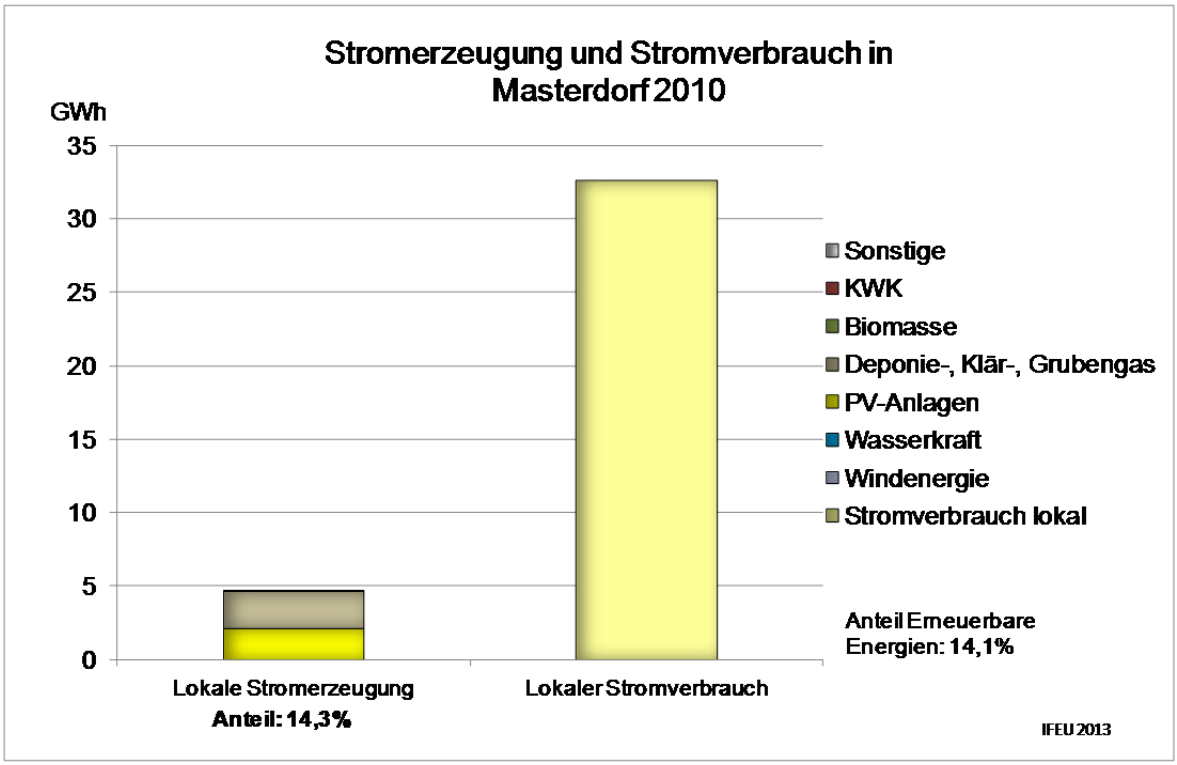


Abbildung 5-3: Abbildung der lokalen Strombereitstellung (Beispiel Masterdorf)

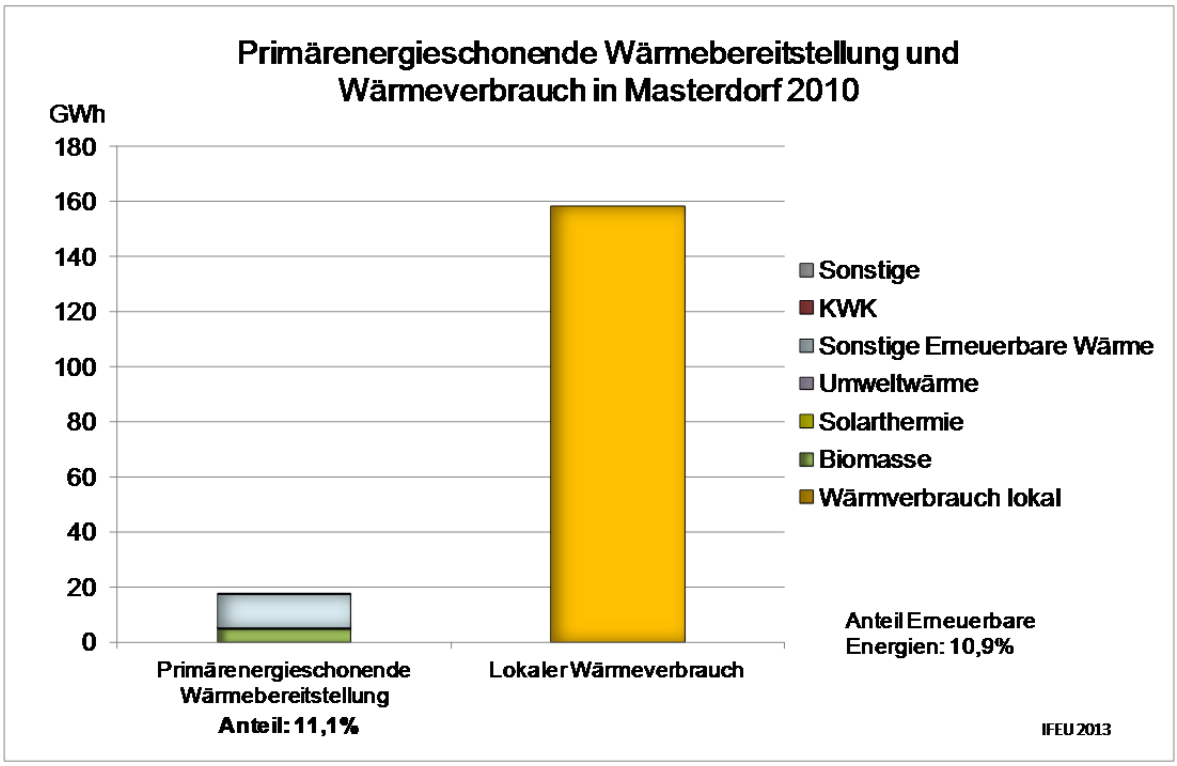


Abbildung 5-4: Darstellung der lokalen Wärmebereitstellung (Beispiel Masterdorf)

- Abbildung 5-5: Die THG-Wirkung lokaler Stromerzeugungsanlagen wird dargestellt, indem die THG-Emissionen in einer separat berechneten Bilanz aller Sektoren mit territorialem Strommix den THG-Emissionen der Basisbilanz gegenübergestellt werden. Dabei wird die prozentuale Abweichung der beiden Bilanzen ausgewiesen. Dadurch können die lokalen Bemühungen zur Verbesserung des nationalen Strommixes dargestellt und in Relation zum Bundesmix gesetzt werden[35]. Ambitionierten Kommunen wird empfohlen, dass die Territorialmix-Bilanz gegenüber der Bundesmixbilanz niedriger liegt, also die lokalen Anlagen besser als der aktuelle Bundesmix sind. So wird deutlich, dass diese Kommunen mit ihren Anlagen auch ihren Beitrag zu den nationale Klimaschutzzielen leisten.

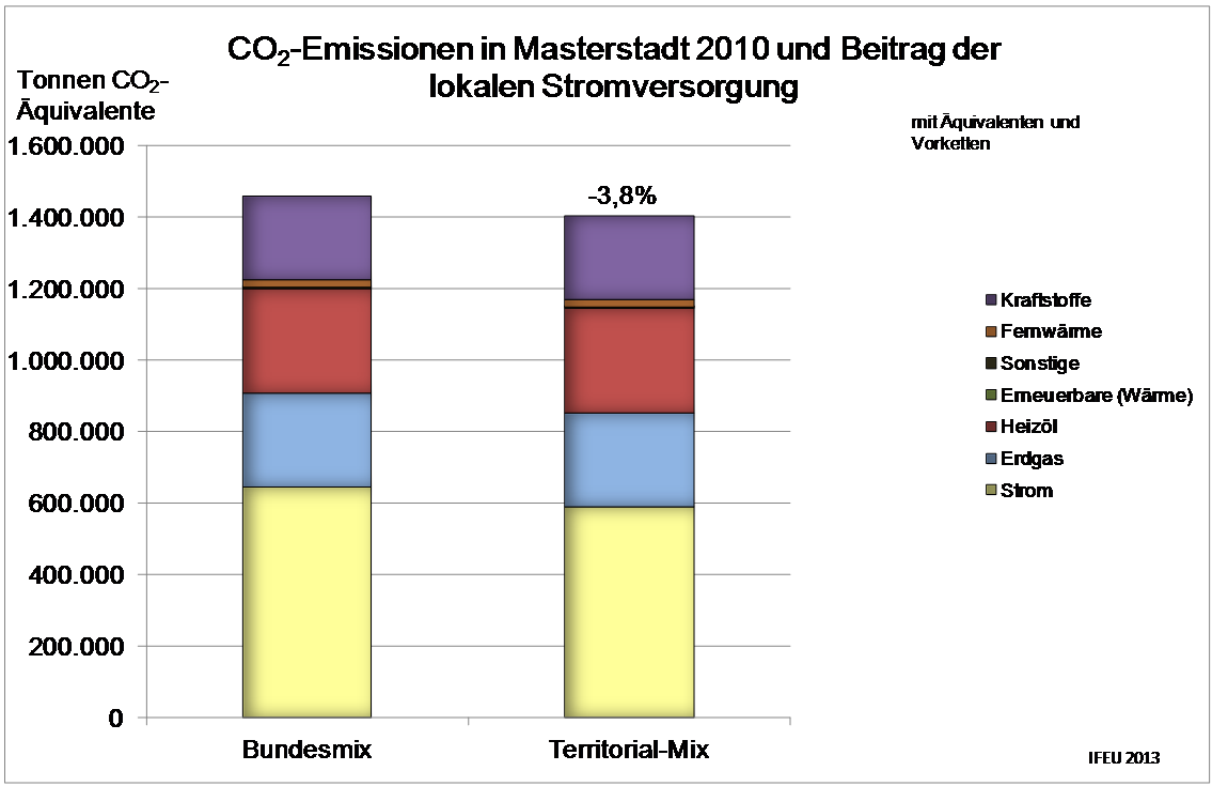


Abbildung 5-5: Beispiel für die Darstellung des territorialen Mixes in einer mit dem Bundesmix berechneten Bilanz

5.2.2 Allokation von Koppelprodukten

Prinzipiell schlägt das IFEU zur Allokation von Koppelprodukten bei KWK-Prozessen die exergetische Methode (auch Carnot-Methode genannt) vor. Bei der Exergiemethode (vgl. Pehnt 2010) wird ähnlich der Dresdener Methode 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 Abwärmenutzung und Low-Ex-Systeme mit Kaskadennutzung. Es können daher z.B. auch den Wärmeströmen aus der Industrie, die nicht aus KWK-Prozessen stam-

[35] Zudem werden so Quantifizierungsprobleme des Klimaschutzbeitrags umgangen (z.B. durch die Nutzung des Vermeidungs-/Verdrängungsmixes, der z.B. bei Kohlekraftwerke nur schwierig zu bewerkstelligen wäre).

men, oder der Wärmeentnahme aus dem Rücklauf eines Fernwärmesystems Emissionsfrachten eindeutig zugeordnet werden.

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. Bei der exergetischen Methode werden daneben keine weiteren Faktoren berücksichtigt.

Der Allokationsfaktor für die Stromauskopplung ergibt sich dann aus:

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

Äquivalent ergibt sich der thermische Allokationsfaktor zu (Pehnt 2010):

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

Folgende Abbildung zur Kaskadennutzung zeigt den Carnot-Faktor in Abhängigkeit zur zu Grunde liegenden (Mittel-)Temperatur des Mediums.

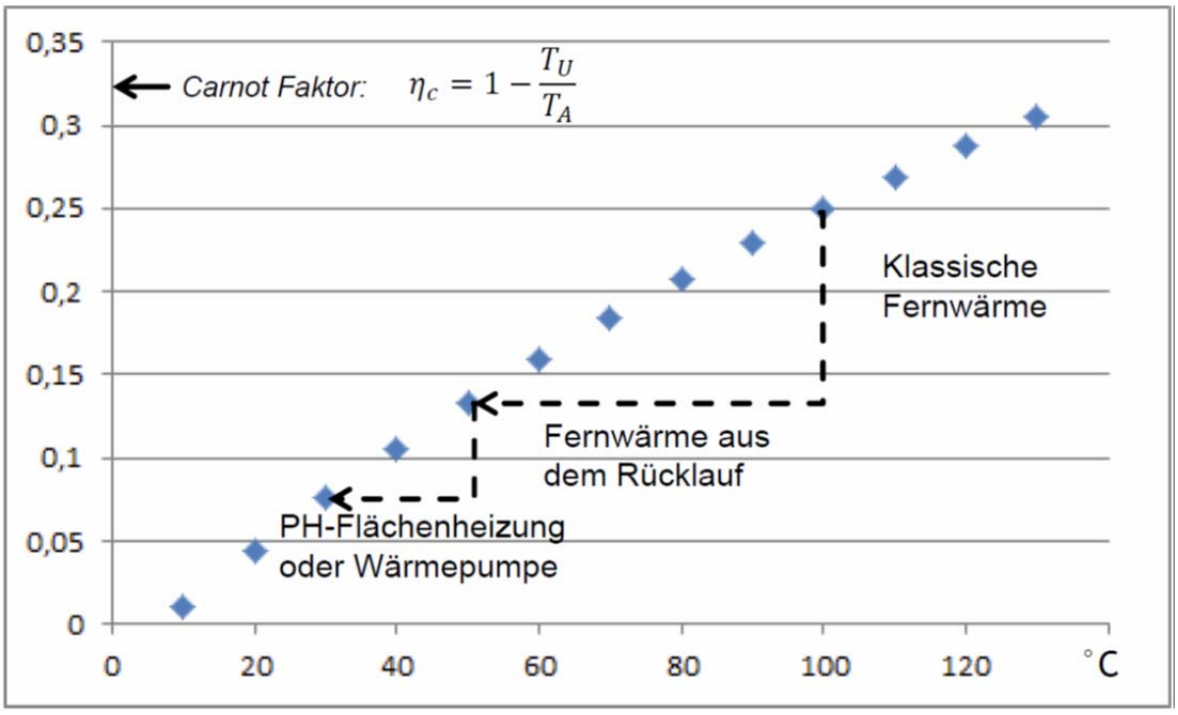


Abbildung 5-6: Abhängigkeit des Carnot-Faktors von der Temperatur des Mediums

Folgende Grafik zeigt die Emissionsfaktoren Strom und Wärme der exergetischen Allokationsmethode in Abhängigkeit vom Stromwirkungsgrad der Anlage an. Dabei wurde vereinfacht analog (Mauch 2010) eine gasgefeuerte KWK mit einem CO_2-Emissionsfaktor

von 200g/kWh$_{EE}$ für den Brennstoff Erdgas angenommen[36]. Darunter wird diese mit einer Auswahl weiterer Allokationsmethoden verglichen.

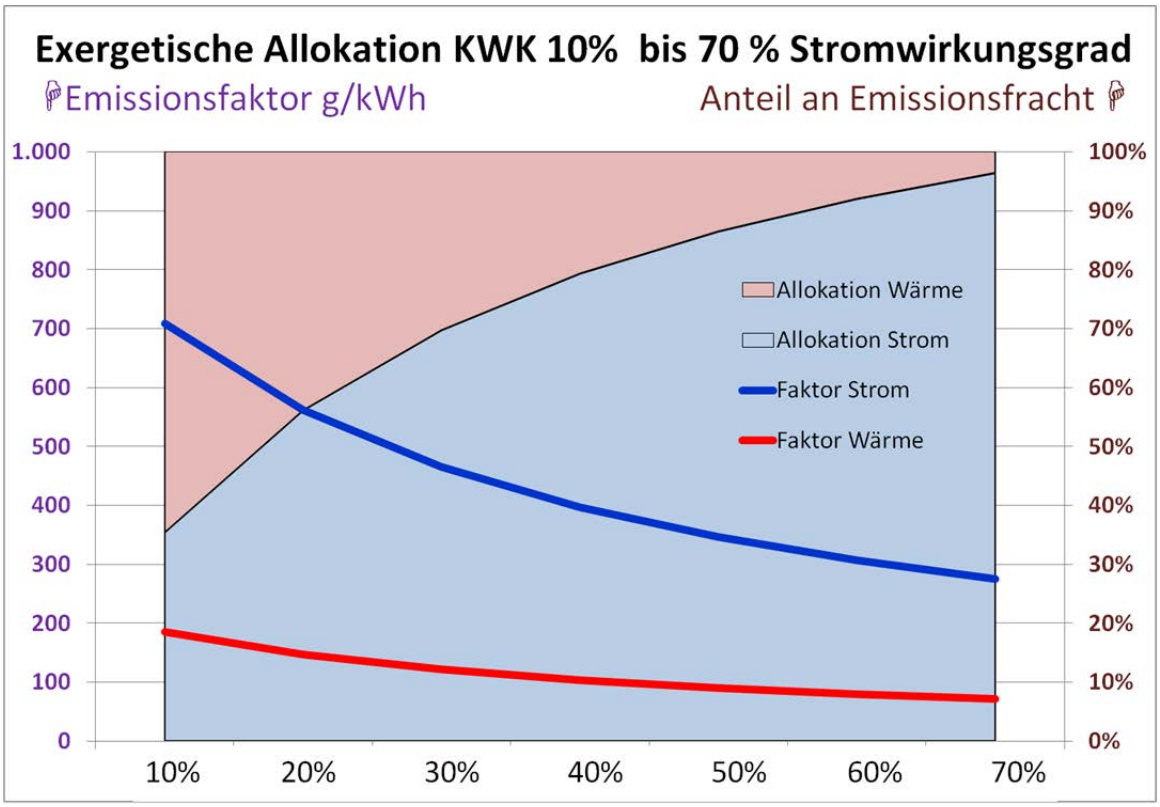


Abbildung 5-7: Zusammenhang zwischen Wirkungsgrad und Allokation (Exergetisch)

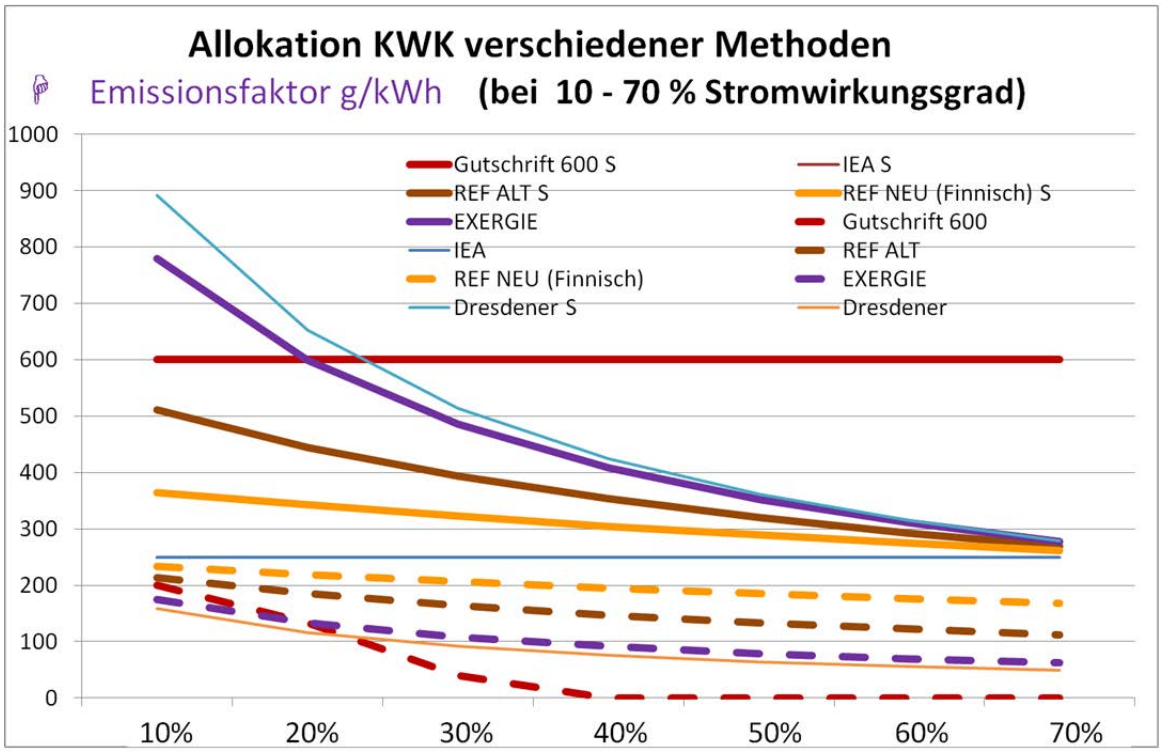


Abbildung 5-8: Vergleich verschiedener Allokationsmethoden

[36] Das IFEU rechnet sonst mit Emissionsfaktoren einschließlich Vorketten und äquivalenten Emissionen.

Bis auf die Stromgutschriftenmethode führen alle Methoden zu positiven Emissionsfaktoren.

- Die kalorische Methode bewertet Strom und Wärme gleichwertig und ist daher nicht konform mit realen Kraftwerksprozessen.
- Die finnische Methode, die u.a. über die EU-Dienstleistungsrichtlinie eingebracht wurde, begünstigt die Stromseite zu Ungunsten der Wärmeseite. Wie auch andere Referenzmethoden (z.B. Referenz Alt) verändert sich außerdem der Emissionsfaktor mit der Änderung des Referenzsystems. Dadurch kann ähnlich der Gutschriftenmethode eine heute installierte Anlage bei gleichen Parametern aber verändertem Referenzsystem in 10 Jahren andere Emissionsfaktoren erhalten als heute.
- Gegenüber den anderen Methoden (außer der Gutschriften-Methode) liegen die Emissionsfaktoren der Dresdner Methode bzgl. der Wärmeseite am niedrigsten und der Stromseite am höchsten. Allerdings liegen EXERGIE-Methode und Dresdener Methode eng beisammen.
- Bei der vom IFEU-Heidelberg verwendeten rein exergetischen Allokation wird der Carnot-Wirkungsgrad auf die Umgebungstemperatur bezogen und mit der mittleren Fernwärmetemperatur gerechnet. Dadurch können zum Beispiel auch Kaskadensysteme abgebildet werden. Dies ist notwendig um LowEx-Systeme, wie z.B. die Rücklaufeinspeisung, bewerten und positiv darstellen zu können (vgl. Abbildung 5-8). Bei der Dresdner Methode würde eine Rücklaufeinspeisung nur über den Fernwärmemehrverbrauch (falls vorhanden) in die Berechnung eingehen. Bei gleicher Abnahme würde ein klassisches Fernwärmesystem dieselben Emissionsfaktoren zugeordnet bekommen wie ein optimiertes LowEx-System.

Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW) erwägt derzeit, eine exergetisch basierte Methode einzuführen.

5.3 Treibhausgasemissionen nicht energetischer Sektoren

Aus dem Energieverbrauch resultierende THG-Emissionen machen in Deutschland 80% der gesamten THG-Emissionen aus. Im nationalen Treibhausgasinventar werden die Emissionen jährlich im Rahmen der Kyotoverpflichtungen ermittelt und veröffentlicht. Es zeigt sich, dass vor allem industrielle Prozesse, Landwirtschaft und auch noch Abfall (und Abwasser) zu den verbleibenden 20% der THG-Emissionen beitragen

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 werden[37]. 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.

Es ist ersichtlich, dass die Treibhausgasemissionen in den verschiedenen Sektoren zwischen den Kommunen stark variieren können (z.B. bei industriell geprägten Standorten und landwirtschaftlich geprägten Kommunen).

[37] z.B. bei GRIP (http://www.euco2.eu/resources/Brosch$C3$BCre-Deutsch-Kurzfassung.pdf)

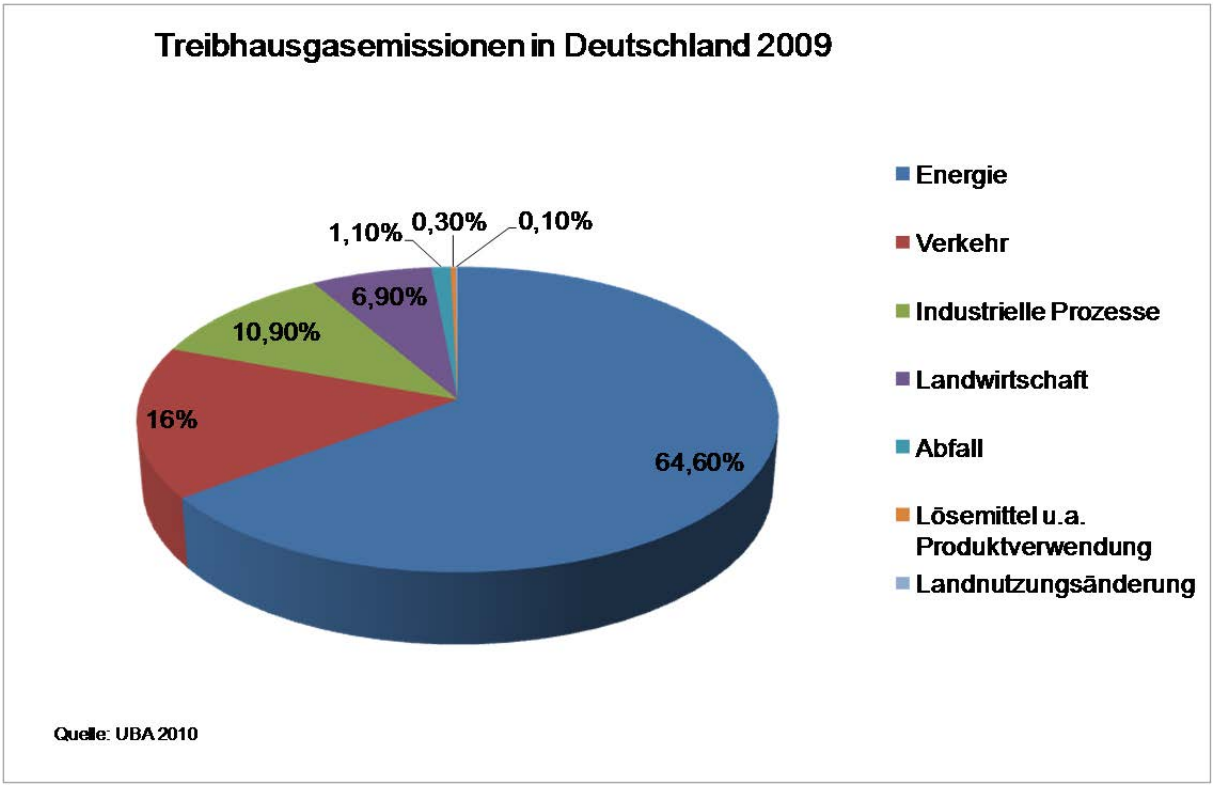


Abbildung 5-9: Verteilung der THG-Emissionen in Deutschland

5.3.1 Empfehlungen zum Umgang mit nicht-energetischen Sektoren

Aus Sicht des IFEU sollten THG-Bilanzen möglichst viele der folgenden Eigenschaften enthalten, damit eine Bilanz eine Aussagekraft besitzt und für den Ersteller Feedback und Informationen zur Situation vor Ort gibt:

- Die Bilanz ist fortschreibungsfähig (mindestens alle 3 Jahre Datenverfügbarkeit).
- Daten liegen weitestgehend auf Gemeindeebene vor.
- Bilanzierung kann Grundlage für eine Maßnahmenbewertung sein.
- Die Methodik ist konsistent (keine Doppelungen, kein weiteres Bilanzierungsprinzip).

Überschlägig lassen sich aus den Workshops heraus verschiedene Merkmale für die aktuellen Möglichkeiten der Bilanzierung nicht energetischer THG-Emissionen festhalten:

1. Ein großer Teil der oben beschriebenen Bereiche spielt bereits in der energetisch-basierten Bilanz eine Rolle. Bei der Müllverbrennung werden beispielsweise der Stromerzeugung entsprechend dem nicht-biogenen Anteil des Abfalls THG-Emissionen zugeordnet.
2. Auch landwirtschaftliche Produkte werden für Kraftstoffe und Biogasanlagen genutzt. Bei der Berechnung der damit verbundenen THG-Emissionen sind die Vorketten für den Anbau bereits enthalten. Eine Vermeidung von Doppelzählungen ist methodisch möglich, aber aufwendig[38].

[38] Diese Überschneidungen sind weder in den Vorschlägen des Praxisleitfadens Kommunaler Klimaschutz noch in den folgenden Vorschlägen berücksichtigt. Sollten diese Doppelzählungen vermieden werden, müsste geklärt werden, welchen Anteil der lokalen Stoffkreisläufe z.B. lokale Biogasanlagen oder in den PKWs genutzten Kraftstoffe haben. Dies ist mit den aktuell vorliegenden Daten noch nicht möglich.

3. Für die Bilanzierung von nicht-energetischen Sektoren können nur Aussagen auf Basis bundes-, landes- oder bestenfalls kreisweiter Werte getroffen werden. Im Expertenworkshop wurde deutlich, dass Daten zum Teil nur im 10 Jahres-Rhythmus auf Kreisebene vorliegen.

Mit diesem Sockelbetrag und wenig vorliegenden lokalen Daten können nur bedingt lokale Bemühungen zur Verringerung der THG-Emissionen in der Bilanz dargestellt werden. Die Bilanz als Controlling-Instrument verliert damit an Relevanz. Deswegen sollten nicht-energetische THG-Emissionen nicht Teil der Basisbilanz sein.
Für die kommunale Bilanzierung wird deswegen empfohlen, bei der Erstellung der Bilanz nur eine überschlägige Ermittlung der nicht-energetischen THG-Emissionen in einer Nebenbilanz (vgl. Abbildung 5-10) zu ermitteln. Dies empfiehlt sich vor allem für Landkreise, für welche die Datenlage derzeit größenteils ausreicht. Diese Erhebung und Darstellung dient zunächst zur Information und wird im Gegensatz zur kommunalen Basisbilanz (vgl. Kapitel 4) nicht Teil der kommunalen Klimaschutzziele.

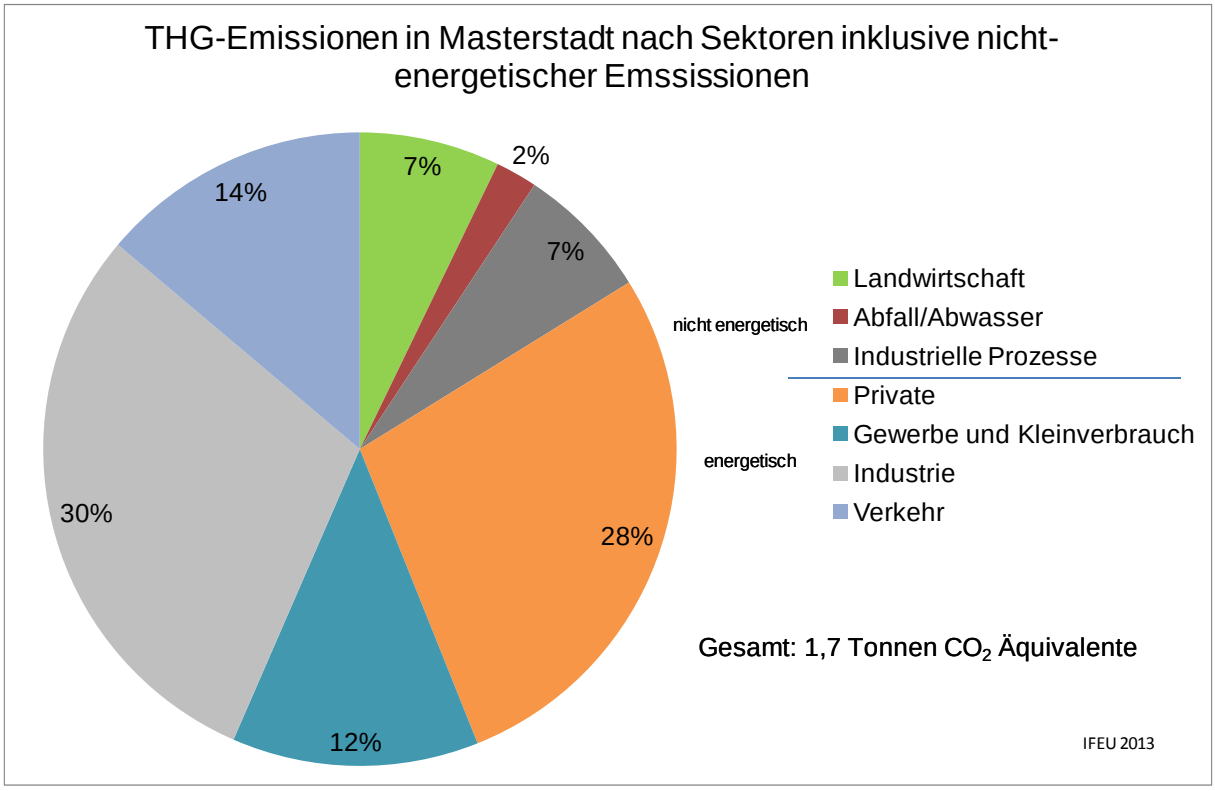


Abbildung 5-10: Beispiel für eine Berücksichtigung von nicht-energetischen Emissionen einer Nebendarstellung der Basisbilanz

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Alle untersuchten Systematiken und Bilanzierungstools beinhalten auch nicht-energetische Emissionen. Eine Ausnahme bildet EcoRegion smart. Hier werden nur energiebedingte Emissionen berechnet. Der in den Systematiken am häufigste bilanzierte Bereich nicht-energetischer Emissionen ist Abfall & Abwasser.

GRIP bilanziert die nicht energetischen Emissionen aus Industrie, Landwirtschaft sowie Abfall und Abwasser (THG-Bilanzen für 18 europäische Metropolregionen, S. 20-21).

Beim Konvent der Bürgermeister werden lediglich Abfall und Abwasser bilanziert, jedoch nur unter der Bedingung, dass hierzu Maßnahmen im SEAP bestehen (SEAP-Guidelines, S. 97).

Die CO_2-Grobbilanz beinhaltet lediglich die nicht energetischen Emissionen aus Landwirtschaft und Abfall.[39]

Bilan Carbon bilanziert nur Abfall. Ebenso das GPC von ICLEI.

Bei EcoRegion pro können alle der genannten Bereiche bilanziert werden, besonders detailliert ist der Bereich Landwirtschaft (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 145).

5.3.2 Berechnung der THG-Emissionen für nicht-energetische Sektoren

5.3.2.1 Landwirtschaft

Im zweiten Expertenworkshop wurde über mögliche messbare Klimaschutzaktivitäten im Bereich Landwirtschaft gesprochen. Zudem wurde die Datenlage für die Bilanzierung von Landwirtschaft auf kommunaler Ebene thematisiert. Quintessenz aus der Diskussion in der Arbeitsgruppe war, dass belastbare Daten auf Basis der Agrarstrukturerhebungen, welche alle 10 Jahre erfolgt, nur auf Kreisebene vorliegen. Selbst auf Landkreisebene ist es anhand der vorliegenden Daten schwierig, Klimaschutzstellschrauben wie Fruchtwechsel, Düngermitteleintrag oder verschiedene Fütterungsformen in einer standardisierten Bilanz darzustellen.

Deswegen schlägt das IFEU zur Ermittlung der THG-Emissionen für den Klimaschutz-Planer ein vereinfachtes Verfahren vor, in dem auf Daten des Thünen-Instituts zurückgegriffen wird. Das Thünen-Institut ermittelt jährlich im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft die nicht-energetischen Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft. Im Rahmen dieser Berechnung wurden zunächst einmalig für das Jahr 2008 die Emissionen für Lachgas und Methan aus Tierhaltung und Landnutzung für die Landkreisebene regionalisiert. Datenbasis hierfür war die Erfassung von Tier- und Flächenzahlen anhand derer Landkreiswerte ermittelt werden[40]. Diese sollen nun jährlich in einem von Thünen-Institut entwickelten Emissionsrechner bereitgestellt werden. Anhand einer Importfunktion in den Klimaschutz-Planer könnten diese Daten übernommen werden. Diese Daten, welche durch die Regionalisierung die Datengüte C besitzen, können auf Wunsch der Gemeinde mit den eingegebenen Flächen und Tierzahlen auch auf Gemeindeebene grob berechnet werden .

Wälder als Kohlenstoffsenken werden nicht berücksichtigt (weder im Bestand noch bei Landnutzungswechsel), da Treibhausgasemissionen aus anthropogenen Handeln bilanziert werden sollen und nicht natürliche Senken[41]. Ebenfalls wird Holz nicht als Kohlenstoffspeicher berücksichtigt, da hier mit einer emissionsfreien Verbrennung von Biomasse die positiven Effekte doppelt berechnet würden.

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

GRIP konzentriert sich auf zwei Bereiche der Landwirtschaft: Tierhaltung und den Einsatz von organischen und anorganischem Dünger (THG-Bilanzen für 18 europäische Metropolregionen, S. 20-21).

[39] Vgl. http://co2rechner.klimabuendnis.at/expert/Startn.aspx

[40] Mehr Informationen zur vom Thünen-Institut angewendeten Methodik unter: http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Publikationen/Thuenen%20Report/Th%C3%BCnen_Report_1_Haenel%20et%20al_komplett_Internet_01.pdf

[41] Dies ist im Rahmen der Kyoto-Berichterstattung in Deutschland seit 2007 auf Bundesebene zwar möglich (und macht etwa 0,5% der THG-Emissionen aus), ist für den kommunalen Klimaschutz aber nicht zielführend, da gegebenenfalls waldreiche Kommunen wenig Motivation sehen, ihre anthropogen-erzeugten THG zu reduzieren. Zudem werden auch andere natürliche Senken (Ozeane) nicht berücksichtigt.

Bei EcoRegion pro kann der Nutzer eine Vielzahl an landwirtschaftlichen Daten eingeben, z.B. Anzahl der Tiere, Landnutzungsfläche und -änderung, Reisanbaufläche etc. Anhand von nationalen Daten kann eine erste Bilanzierung erfolgen. Diese kann durch die Eingabe regionaler Daten verfeinert werden. Meist werden jedoch keine Informationen zur Datenbeschaffung der einzelnen Bereiche geliefert (EcoRegion Benutzerhandbuch S.145-175).

5.3.2.2 Abfall und Abwasser

Im zweiten Expertenworkshop wurde zunächst in der Arbeitsgruppe erörtert, inwieweit welche Prinzipien für die Bilanzierung von Abfall und Abwasser in Frage kommen. Die Experten der Arbeitsgruppe waren sich dabei einig, dass für eine sinnvolle Darstellung der Emissionen aus diesen Bereichen weder ein ökobilanzieller Ansatz (inkl. Gutschriften) gewählt werden, noch die Konsistenz mit der bislang gewählten Bilanzierungssystematik im Vordergrund stehen sollte. Stattdessen sollte ein Ansatz gewählt werden, der Vergleichbarkeit und Maßnahmenschärfe abbildet. Eine Bilanzierung macht vor allem aufgrund der Zuständigkeiten und Datenverfügbarkeit (z.B. Abwasserzweckverbänden) auf Landkreisebene Sinn, bei der gegebenenfalls mittels Kennzahlen auf die Gemeindeebene herunter gerechnet werden kann.

Seitens des IFEU wurden zwei Ansätze vorgeschlagen. Der erste Ansatz ist territorial auf Anlagen bezogen, während der zweite Vorschlag sich territorial auf die durch die Verursacher erzeugten Abfall[42]- bzw. Abwassermengen bezieht. Bilanziert werden in beiden Fällen lediglich die nicht energetischen Emissionen. Daraus folgt, dass im Abfall/Abwasserbereich folgende Aspekte **nicht** bilanziert werden:

- Emissionen aus Abfall- oder Abwasserbehandlungsanlagen, die Energie erzeugen und ins Stromnetz einspeisen, werden nicht bilanziert, da deren Emissionen bereits über den endenergiebasierten Territorialansatz berücksichtigt werden. Dies betrifft Anlagen zur Behandlung von Hausmüll, Müllverbrennungsanlagen (MVA oder Mitverbrennung aufbereiteter Ersatzbrennstoffe), Bioabfallvergärungsanlagen und Klärschlammverbrennungsanlagen. Die aus dem Eigenenergieverbrauch dieser Anlagen resultierenden Emissionen werden jedoch gemäß dem Territorialprinzip der Kommune zugeordnet, in deren Territorium die Anlage errichtet und betrieben wird.
- Ebenfalls nicht quantifiziert werden Emissionen aus der Behandlung von Sperrmüll und Wertstoffen, da bei deren Entsorgung ebenfalls anteilig Energie erzeugt wird (Ersatzbrennstoff aus Sperrmüll und thermische Nutzung von Sortier- und Aufbereitungsresten v.a. aus der Entsorgung von Leichtverpackungsabfällen) und keine „Optimierungserfordernis“ für die stofflich verwerteten Anteile besteht.

Das IFEU schlägt für die verbleibenden nicht-energetischen Emissionen einen abfall- bzw. abwasserspezifischen Ansatz vor, in dem für die durch den Verursacher anfallenden Mengen (analoges Vorgehen zur Bilanzierung des Stromverbrauchs) die mit der Entstehung verbundenen Emissionen verknüpft werden. Dieses Vorgehen erweist sich nicht nur pragmatischer, sondern motiviert auch Kommunen ohne entsprechende Aufbereitungsanlagen, in den jeweiligen Verbänden für klimaschutzrelevante Maßnahmen zu plädieren.

Verbleibende nicht-energetische Emissionen der Abfallwirtschaft sind die ausschließliche Kompostierung von Bio- und Grünabfall und die Anwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft. Die Bilanzierung für die Kompostierung von Bio- und Grünabfall kann anhand von Kennzahlen und Emissionsfaktoren für verschiedene Technikausführungen (of-

[42] Für die kommunale Bilanz relevant sind: Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, getrennt erfasste organische Abfälle sowie getrennt erfasste Wertstoffe.

fen, geschlossen) und für Frisch- oder Fertigkompost erfolgen[43]. Auch die Anwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ist über Kennzahlen abbildbar (Stickstoffgehalt, Emissionsfaktor nach IPCC). Die Informationen zur Verwertungsart sind gegebenenfalls seitens der Kommune beim zuständigen Abwasserzweckverband oder Abfallwirtschaftsverband abzufragen.

Für die Ermittlung nicht-energetischer Emissionen im Abwasserbereich werden die daraus resultierenden N_2O-Emissionen einer Kommune anhand der Einwohnerzahl mit der durchschnittlichen Pro-Kopf-Eiweißzufuhr (2008: 36,1 kg/EW), dem Stickstoffanteil im Eiweiß (0,16 kgN/kg Eiweiß) und dem N_2O-Emissionsfaktor (EF = 0,01 kg N_2O-N pro kg produziertes Abwasser) ermittelt, welche miteinander multipliziert werden müssen[44].

Mit dem beschriebenen Ansatz kann eine Doppelbilanzierung vermieden werden. Allerdings wird mit der ausschließlichen Bilanzierung der nicht-energetischen Behandlungsanlagen die Möglichkeit zur Ableitung von Maßnahmen und die Vergleichbarkeit stark eingeschränkt.

Deswegen wurde vom IFEU vorgeschlagen, dass Kommunen zusätzlich zur Bilanzierung ausgewählte qualitative Kenngrößen erheben und darstellen sollten. Relevant sind das spezifische Abfallaufkommen von Hausmüll, hausmüllähnlichem Gewerbeabfall, getrennt erfassten trockenen Wertstoffen und getrennt erfassten Bio- und Grünabfällen[45]. Diese Zahlen sollten mit den entsprechenden Bundeswerten als Benchmark verglichen werden. Ziel ist eine möglichst umfassende getrennte Wertstofferfassung. Zudem sollten die Kommunen den Behandlungsweg der Abfälle darlegen.

Ein Spezialfall ergibt sich in der Bilanzierung von bestehenden Deponien bzw. in der Vergangenheit deponierten organischen Abfällen[46]. Hier wird ein anlagenbezogener Ansatz vorgeschlagen, da ein verursacherbezogener Ansatz ex post Zuordnungsschwierigkeiten ergibt und Kommunen bei den Standorten folgende Optimierungsmöglichkeit haben, auf die auch im Leitfaden hingewiesen werden sollte: Bestehende, stillgelegte Deponien gasen weiterhin Methan aus (erwartungsgemäß noch 20-40 Jahre), das technisch nur zum Teil gefasst werden kann. Durch Deponiebelüftung kann der Methanbildungsprozess umgangen werden, so dass in bestimmtem Umfang diffuse Methanemissionen durch diese Maßnahme vermieden werden. Diese Maßnahme wird aktuell auch im Teilkonzept kommunale Klimaschutzmaßnahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert. Die Förderquote kann bis zu 50% betragen, vorausgesetzt über eine „Potenzialanalyse“ wird ein THG-Minderungspotenzial von 50% nachgewiesen.

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Bei GRIP werden die Emissionen, die aus der Entsorgung entstehen, bilanziert, z.B. aus den Zersetzungsprozessen verrottbaren Mülls oder aus Haushalts- oder Industrieabwässern.

Beim Konvent der Bürgermeister beziehen sich die nicht-energetischen Emissionen aus Abwasser (wie CH_4 und N_2O-Emissionen) auf die Abwasserbehandlung. Energiebedingte Emissionen durch Kläranlagen werden in der Kategorie Gebäude, Anlagen/Einrichtungen betrachtet (SEAP-Guidelines, S. 97). Im Bereich Abfall beziehen sich die nicht-energetischen Emissionen auf Emissionen (z.B. CH_4) aus Deponien. Emissionen durch Abfallbehandlungsanlagen sind in der Kategorie Gebäude, Anlagen/Einrichtungen enthalten.

[43] Derzeit ist im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz noch ein Wert von 17 kg CO_2-Äquivalent pro Tonne Abfall (feucht) dargestellt (vgl. Vogt u.a. 2010). Dabei sind jedoch auch Gutschriften durch energetische Nutzung oder als Dünger in der Landwirtschaft enthalten.

[44] Die Annahmen für die Daten wurden dem NIR 2010 entnommen.

[45] Bisher nur spezifisches Gesamtaufkommen abgefragt.

[46] Deponieverbot für nicht vorbehandelte Abfälle in Deutschland seit 2005.

Bei EcoRegion pro können Treibhausgase, die bei der Aufbereitung und Entsorgung von Abfall und Abwasser entstehen, bilanziert werden Die Startbilanz wird anhand von Mengengerüstdaten und den Emissionsfaktoren der IPCC berechnet (EcoRegion Benutzerhandbuch S. 167).

5.3.2.3 Industrielle Prozesse

Mit der Berechnung der Emissionen aus industriellen Prozessen sollen Emissionen erfasst werden, die nicht durch die Verbrennung von Produkten, sondern im Rahmen von industriellen Prozessen bzw. Anwendungen emittiert werden. Im Rahmen des nationalen Treibhausgasinventars machten diese Treibhausgasemissionen im Jahr 2009 etwa 11% der gesamten Treibhausgasemissionen aus. Da diese Emissionen auf kommunaler Ebene schwierig zu erfassen sind[47], sollen deswegen für die Pilotphase des Klimaschutz-Planers ein Immissionsschutz-geleiteter sowie ein pragmatischer Ansatz getestet werden:

- Im Rahmen des Projekts wird geprüft, inwieweit auf Bundes- bzw. Länderebene regionalisierte Daten aus genehmigungspflichtigen Anlagen nach der 4. bzw. der 11. BImSchV vorliegen: Im Rahmen von bestehenden landesweiten Emissionskatastern könnten beispielsweise ab 2008 alle vier Jahre klimarelevante Emissionen für erklärungspflichtige Anlagen erfasst und dargestellt werden[48].

  Derzeit gibt es am UBA drei laufende Vorhaben zu Regionalisierung von Luftschadstoffen (Luft 2030, PRTR (vgl. auch die beschriebenen Aktivitäten des Thünen-Instituts zur Landwirtschaft) ZSE-Regionalisierungssoftware[49]). Inwieweit letztendlich anlagenscharf nicht-energetische Emissionen ermittelt werden können, ist aktuell nicht abschätzbar.

- Anhand des Nationalen Treibhausgasinventars können im pragmatischen Ansatz die nicht-energetischen Emissionen für verschiedene Wirtschaftszweige pro sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten ermittelt werden. Dazu würden die im Treibhaugasinventar dargestellten Emissionen in den verschiedenen Bereichen auf die SV-Beschäftigten aus folgende Branchen bezogen werden:

- Glas, Glaswaren, Keramik
- Verarbeitung von Steinen und Erden
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Metallerzeugung und Bearbeitung

  Nachteil an diesem Ansatz ist, dass keine weitere Differenzierung der Branchen bzw. der wirklichen Aktivitäten möglich ist[50]. Reale lokale Emissionen würden bei dieser Berechnung zu gering bewertet werden und in anderen Kommunen, in denen keine emittierende Produktion vorhanden ist (aber SV-Beschäftigte in einer anderen Branche arbeiten), würden nicht-energetische Emissionen ausgewiesen. Zudem würden die in Kapitel 4.2 angesprochenen Treibhausgase HFC, PFC und

[47] Im nationalen Inventarbericht werden die Mengen über die Menge der Endprodukte und entsprechende Emissionsfaktoren ermittelt.

[48] z.B. http://www.ekat.baden-wuerttemberg.de/kreis_v1.php?Stoff=N2O&Kreisnr=436

[49] „Luftqualität 2020/2030: Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von Klimastrategien“ FKZ 3710 43 219,): FE-Vorhaben "Datenvalidierung/ Methodenentwicklung zur verbesserten Erfassung und Darstellung der Emissionssituation im PRTR", Räumliche Verteilung nationaler Emissionsjahreswerte", FKZ 3711 63 240-2

[50] z.B. bei der Herstellung von mineralischen Produkten: Zementproduktion, Kalkbrennen, Verwendung von Kalkstein und Dolomit, Sodaproduktion, Verwendung von Bitumen bei der Dachdeckung, Straßenasphaltierung, Glasherstellung und Keramikproduktion

SF_6 nicht berücksichtigt werden, da es sich hier um spezielle Branchen handelt, in denen die Ermittlung eines Sockelbetrages über die sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten nicht darstellen lässt.

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Die Bilanzierungssoftware GRIP setzt voraus, dass die in der Region vorhanden Industrieanlagen Überwachungsauflagen unterliegen. Somit können die nicht-energetischen Industrieemission anhand von Daten der Informationsbehörden, die angefragt werden müssen, ermittelt werden (THG-Bilanzen für 18 europäische Metropolregionen, S. 16).

Bei EcoRegion pro dienen nationale Daten zur Ermittlung der Emissionen, die nicht aus der Verbrennung von Industrieträgern stammen. Der Nutzer kann diese durch regionale Daten ergänzen (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 154).

5.4 Umgang mit verschiedenen Klimaschutzaktivitäten

Nach den bisherigen Erläuterungen können in der Basisbilanz bzw. dem Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz bei einer Fortführung verschiedene (lokale) Klimaschutzbemühungen berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 5-6, linke Spalte).

Tabelle 5-6: Berücksichtigte Aktivitäten in der Basisbilanz

Wird in Basisbilanz dargestellt	Darstellung (aber nicht Basisbilanz)	Nachrichtlich
Energieverbrauchsreduktion a. Effizienz b. Suffizienz c. Strukturell bedingt	Verbesserung der lokalen Stromerzeugung	Ökostrombezug / Biogasbezug
Verbesserung des Wärmemixes 1. Energieträgerumstellung 2. Effiziente FW-Bereitstellung	Landwirtschaftliche (Klimaschutz-) Aktivitäten	Beteiligungen bzw. Anlagen außerhalb der Kommune
Verbesserung des Bundesstrommixes	(Klimaschutz-) Aktivitäten im Bereich Abfall / Abwasser	Kompensation (keine Grafik)
Vermeidung und Verlagerung von Verkehr durch Aktivitäten in den Kommunen	Verbesserung bei (nicht energetischen) industrielle n Prozessen	Energieeffizienzverbesserung im Verkehr durch kommunale Aktivitäten (z.B. Spritspartraining, ÖPNV-Flotten)
Vermeidung und Verlagerung von Verkehr durch Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene		
Bundesweite Verbesserung von Energieeffizienz und spezifischen Emissionen im Verkehr durch Fahrzeugtechnik und alternative Energieträger		

Anhand der Tabelle wird deutlich, dass nicht auf dem Territorium stattfindende physikalische Prozesse oder Investitionsströme in der Basisbilanz keine Berücksichtigung finden. Dass lokale Klimaschutzbemühungen auch außerhalb der Kommune eine Rolle spielen sollten, ist in einer globalisierten Welt unerlässlich. Im zweiten Expertenworkshop kamen die Wissenschaftler zu dem Schluss, dass aus Konsistenzgründen diese externen Aktivitäten (z.B. Kompensation und Beteiligung an externen Anlagen) nicht bei der kommunalen Energie- und Treibhausgasbilanz gegengerechnet werden sollten. Minderungseffekte würden beispielsweise sonst doppelt bewertet[51]. Dies gilt analog auch für den Bezug von Ökostrom bzw. Biogas (Zudem stellt sich hier die Frage nach der zusätzlichen Emissionsreduzierung dieser Maßnahmen.). Unabhängig davon, ob dies nun reale oder ideelle Klimaschutzbemühungen sind, sollten sie außerhalb der Basisbilanz nach einem klar formulierten Standard und klaren Regeln beurteilt und dokumentiert werden.

- Ökostrom: Nur bei kommunalen Einrichtungen mit entsprechenden Bezugsnachweis, unterteilt in: Ökostrom mit eigenem Siegel (Grüner Strom Label und OK Power Label TÜV Nord/TÜV Süd), zertifizierter Ökostrom (RECS-Zertifikate), nicht eingespeister Eigenstrom (z.B. aus eigenen Klärgas BHKWs), sonstiger Strombezug.

Klimaschutz durch Ökostrom?

In den verschiedenen Workshops wurde das Thema Ökostrom intensiv mit den Teilnehmern diskutiert. Ökostrom gilt bei vielen Akteuren als ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz. Drei verschiedene Aspekte haben sich aus den Diskussionen ergeben:

1. Händlermix statt Bundesstrommix oder Regionalmix in der kommunalen Bilanz: Dieses Thema wurde im Rahmen der Ökostrom-Diskussion kurz besprochen. So stellte sich die Frage, ob beispielsweise der jährliche Einkaufsmix der lokalen Stadtwerke als Strommix der kommunalen THG-Bilanz genutzt werden könnte. Dieser Vorschlag wurde aus unterschiedlichen Gründen verworfen. Zunächst gilt der Mix des lokalen Energieversorgers nur für die Kunden des Energieversorgers. Für andere Kunden müsste der Strommix der von ihnen präferierten Energieversorger genutzt werden. Diese Daten liegen nicht vor, so dass eine konsistente Systematik nicht möglich wäre. Zudem handelt es sich hier nicht um einen physischen Bezug sondern um einen betriebswirtschaftlichen. Je nach Einkauf am Energiemarkt kann sich dieser jährlich ändern und zu Sprüngen in den Bilanzen zwischen verschiedenen Jahren führen. Strom würde dann nicht einheitlich bewertet werden und ein Vergleich sowohl zwischen den Bilanzen einzelner Jahre einer Kommune als auch zwischen Kommunen nicht ermöglichen. Für einzelne Akteure kann nachrichtlich der Hinweis erfolgen, dass Ökostrom bezogen wurde (vgl. oben für die kommunalen Einrichtungen). Eine Differenzierung nach der „Qualität“ des Ökostroms wäre dabei zudem wünschenswert.
2. Die Wirkung von Ökostrom auf den Klimaschutz und die Energiewende sind aktuell differenziert zu betrachten. Eine im März 2014 vom Umweltbundesamt veröffentlichte Studie zeigt, dass der Konsum von Ökostrom kaum bzw. nur einen geringen Beitrag leisten kann. Hintergrund ist der, dass EEG-Strom, welcher 80% der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland ausmacht, nicht als Ökostrom verkauft werden darf. Der Bedarf wird über nicht EEG-Anlagen (zumeist alte Wasserkraftanlagen) sowie erneuerbaren Strom aus dem Ausland über Herkunftsnachweise gedeckt. Quintessenz der Studie ist, dass aktuell das Angebot die Nachfrage bei weitem übersteigt und mit dem Bezug von Ökostrom aus bestehenden Anlagen ein Ausbau von erneuerbaren Energien weder im Inland noch im Ausland vorangetrieben wird. Mit einer Veränderung des EEG und einer verstärkten Nutzung

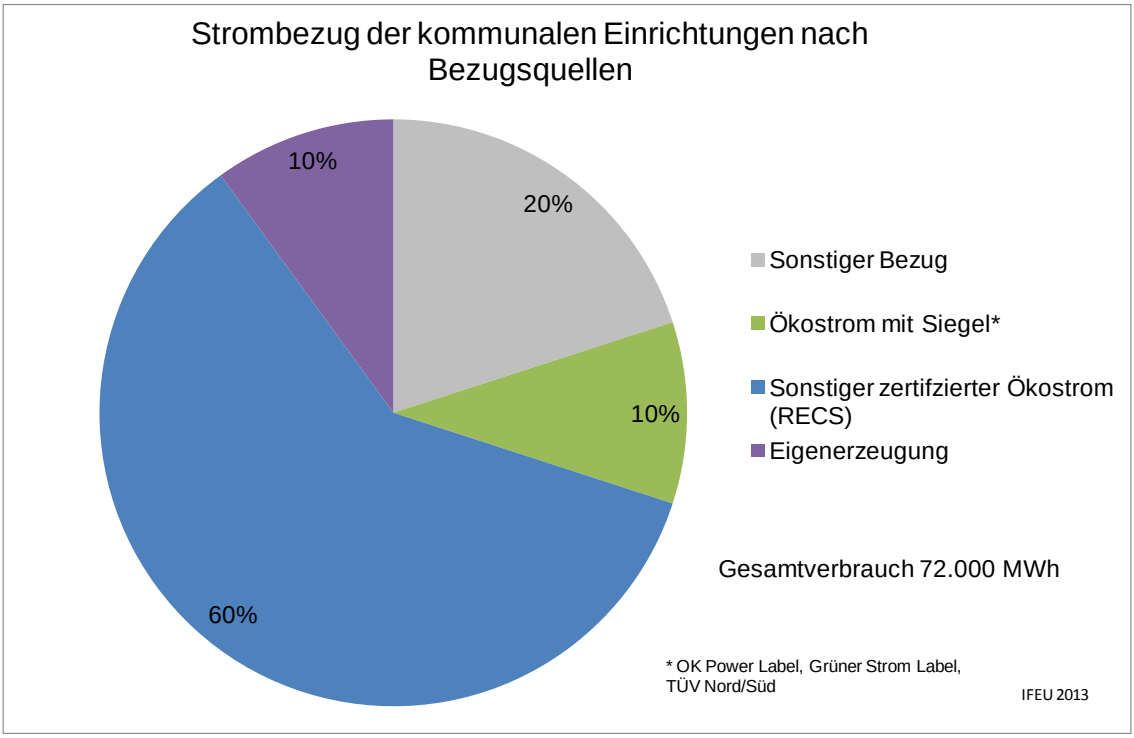
[51] Einerseits in der Kommune, in der die Klimaschutzmaßnahme erfolgt, andererseits in der Kommune, die sich die Maßnahme im Rahmen der lokalen Treibhausgasemissionen anrechnen lassen möchte.

der Eigenvermarktung und Eigenversorgung könnte sich die Rolle von Ökostrom in Zukunft jedoch ändern.

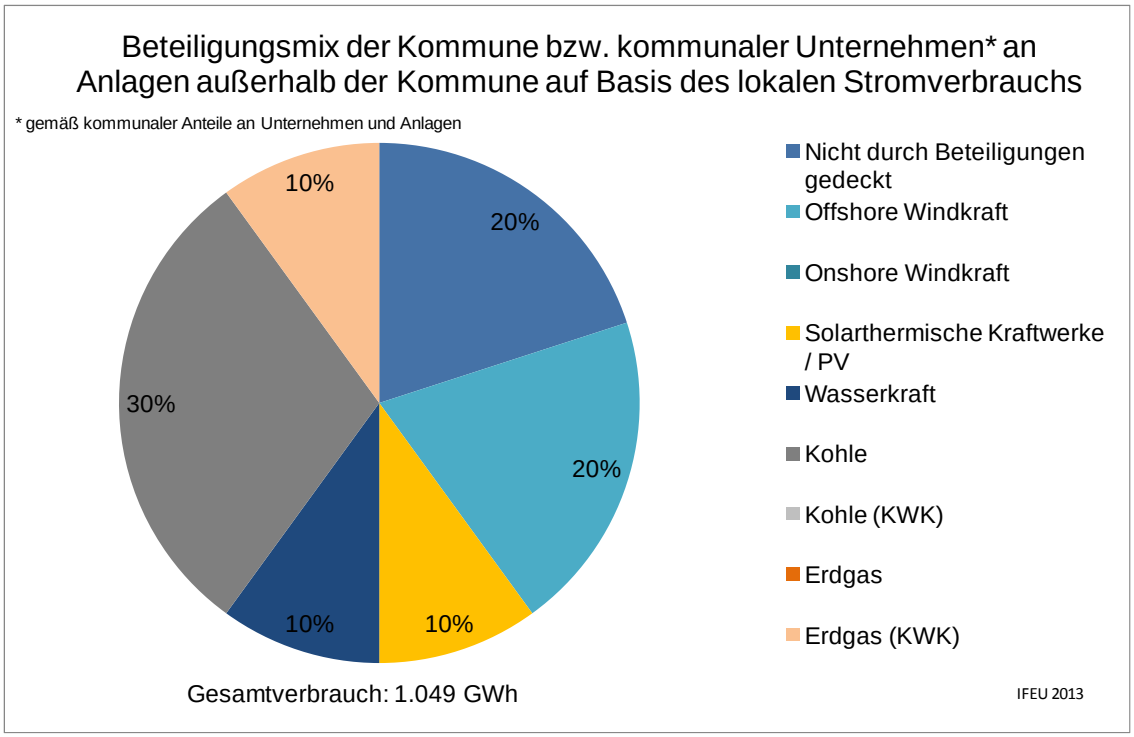
3. Grundsätzlich sollte bei Ökostromprodukten auch zwischen den verschiedenen Angeboten unterschieden werden. Neben Angeboten, welche v.a. von den günstigen Herkunftsnachweisen profitieren, und welche nicht zum Ausbau von erneuerbaren Energien beitragen, gibt es Modelle, bei denen der Kunde durch seinen Tarif Veränderungen im Energiesystem initiieren kann. Einige Anbieter garantieren beispielsweise dem Kunden, dass durch einen geringen Preisaufschlag beim Stromtarif mit den zusätzlichen Geldern in den Ausbau von erneuerbaren Energien investiert wird. Neue Ökostrom-Geschäftsmodelle versuchen sogar, den Ausbau erneuerbarer Energien mit anderen Zielen, wie z.B. soziale Projekte zu verbinden (vgl. www.klimaschutzplus.org).

- Beteiligungen außerhalb der Kommunen: Entsprechender Nachweis über Beteiligung, produzierte Strommengen bei kommunalen Betrieben: Nachweis über kommunale Beteiligung an dem an der Anlage beteiligten Unternehmen.
- Kompensation: Nur Projekte nach dem Gold-Standard (nachrichtlich, keine Abbildung), nachdem alle lokalen Potenziale ausgeschöpft sind. Dies wird jedoch noch in der aktuellen Praxisphase getestet.

Ein Vorschlag für die Darstellung findet sich in den Abbildungen 5-11. Dort werden die Aktivitäten ins Verhältnis zu den jeweiligen Stromverbräuchen (Kommunale Einrichtungen und Gesamtstromverbrauch) gesetzt[52].



[52] Sollte die Erzeugung der lokalen Beteiligungen den Stromverbrauch der Kommune übertreffen, wird der Mix der Anlagen dargestellt und in Prozent das Verhältnis zum Gesamtverbrauch separat informiert.



Abbildungen 5-11: Beispieldarstellung für Ökostrombezug in kommunalen Einrichtungen und Beteiligungen außerhalb der Kommune

Dass das Konsumverhalten der Endverbraucher eine wichtige Rolle für den Klimaschutz spielt, ist unbestritten. In einer kommunalen Bilanz ist dieses jedoch nicht abbildbar, da Doppelzählungen u.a. mit der lokalen Industrie erfolgen würden, aber auch globale Zusammenhänge (Import- Exportfragen) berührt werden, die sich auf kommunaler Ebene mit den vorliegenden Daten ebenfalls nicht abbilden lassen. Da die Maßnahmen vor allem das individuelle Verhalten betreffen, empfiehlt sich in diesem Fall hier die Nutzung des CO_2-Bürger-Rechners, der kostenlos vom Umweltbundesamt angeboten wird (vgl. http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/).

5.5 Korrekturmöglichkeiten / Zeitliche Darstellung

Zuletzt stellt sich die Frage, inwieweit eine Vergleichbarkeit von Bilanzen unter sich ändernden Rahmenbedingungen über mehrere Jahre in einer Kommune möglich ist. Folgende Faktoren können eine Bilanz deutlich verändern und lokale, durch Maßnahmen erzielte Minderungseffekte, verschleiern:

- Witterung
- Konjunktur
- Ab- und Zuwanderungen von Betrieben
- Ab- und Zunahme der Bevölkerung
- Veränderung des Verbrauchsverhaltens (neue Anwendungen, Trend zur Vergrößerung des Wohnraums)

Offizielle Energie- und THG-Bilanzen werden auf Landes- und Bundesebene nicht korrigiert. Für Analysen kann dies erfolgen, stellt aber nicht die offizielle Bilanz, z.B. im Rahmen der Kyotoverpflichtungen, dar. Auf kommunaler Ebene war bislang lediglich die Witterungskorrektur Teil vieler Bilanzen. 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 Bilanzjahres multipliziert. Das Ergebnis ist der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch.

Tabelle 5-7: Anteile der witterungskorrigierten Wärmeenergieanteile für verschiedene Energieträger (Quelle: Arge Energiebilanzen, eigene Annahmen)

	Strom	Erdgas	Fern-wärme	Heizöl	Holz	Solar	Umwelt-wärme	Kohle	Sonstige
Haushalte	8%	83%	91%	86%	94%	13%	97%	100%	80%
GHD/Sonstiges	7%	86%	82%	80%	74%	20%	70%	100%	70%
Industrie	5%	12%	18%	18%	17%	17%	17%	2%	3%

In den Workshops wurde zu diesen Korrekturmöglichkeiten kontrovers diskutiert, da diese die Realität verzerren und die gewünschte Korrektur nie vollständig den Effekt neutralisieren kann. Somit wird zwar eine Glättung der Bilanz erzielt, die dann aber nur bedingt mehr Aussagekraft besitzt. Es wurde sich schließlich dafür ausgesprochen, die Rahmenbedingungen parallel zur Bilanz darzustellen und diese der Interpretation des Lesers zu überlassen.

Das IFEU-Heidelberg folgt diesen Empfehlung und stellt die Rahmenbedingungen in einem Entwicklungsdiagramm relativ zu einem Ausgangsjahr dar (vgl. Abbildung 5-12). Für die Berücksichtigung der Witterung wird ebenfalls ein relativer Wert der witterungskorrigierten Bilanz aufgezeigt. Hiermit soll vermieden werden, dass neben dem Wert der Basisbilanz ein weiterer THG-Wert kommuniziert wird und nicht mehr deutlich wird, welcher Wert nun die offizielle Bilanz darstellt.

Als Rahmenbedingungen wurden für die Gegenüberstellung formuliert (Analog kann dies auch endenergiebasiert erfolgen):

- Witterung (dargestellt in THG Emissionen einer witterungskorrigierten Gesamtbilanz sowie einer Bilanz für die privaten Haushalte)
- Einflussbereich der Kommune (als THG-Emissionen ohne die kaum beinflussbaren Bereiche innerhalb der Kommune). Damit werden industriell bedingte Einflüssen (Zu- und Abwanderungen, Kurzarbeit etc.) berücksichtigt
- Konjunktur (als relative Entwicklung des BIPs im jeweiligen Kreises zum Basisjahr)
- Einwohner (als relative Entwicklung zum Basisjahr)
- Private Haushalte (Als THG-Emissionen nicht witterungskorrigiert)
- Private Haushalte witterungskorrigiert (Als THG-Emissionen)
- Veränderung des Verbrauchsverhaltens (als relative Entwicklung der Wohnflächen zum Basisjahr)

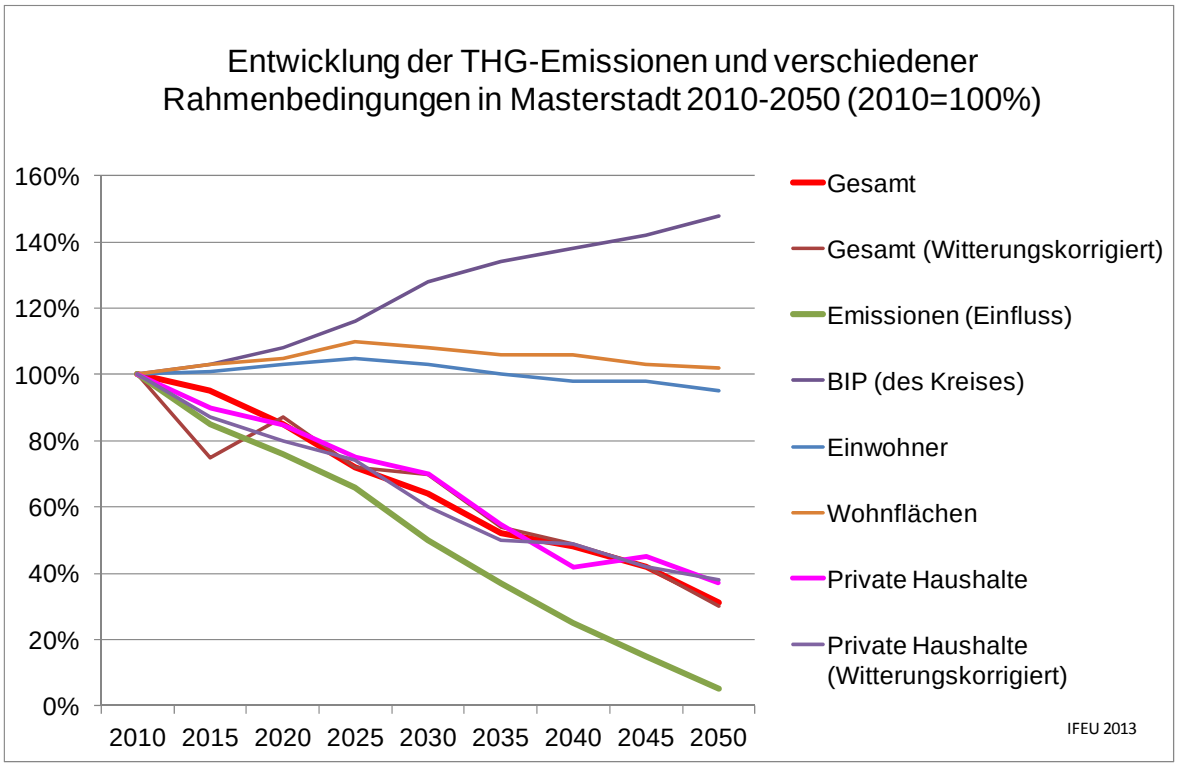


Abbildung 5-12: Relative Entwicklung der THG-Emissionen und Rahmenbedingungen in Masterstadt

Vergleich zu anderen Methoden kommunaler Bilanzierung

Beim Konvent der Bürgermeister wird dem Nutzer frei gestellt, eine Temperaturreinigung durchzuführen. Wenn eine Temperaturkorrektur durchgeführt wird, erfolgt diese anhand einer vorgeschrieben Gleichung über den tatsächlichen Wärmebedarf sowie dem Heizbedarfsindex. Andere Korrekturmöglichkeiten sind nicht im Bilanzierungsprinzip enthalten (SEAP-Guidelines, S.122-123).

EcoRegion bietet dem Nutzer die Möglichkeit, eine Klimakorrektur der Bilanz vorzunehmen (EcoRegion Benutzerhandbuch, S. 195).

5.6 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 anderer Stelle.

Grundsätzlich ist die Erhebung konsistenter Daten bei der Erstellung der Erstbilanz 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 Datenerhebungsprozedere erläutert werden?
- Gibt es seitens des Landes Unterstützungsangebote zur Datenerhebung (z.B. zentrale Bereitstellung verschiedener Daten)?
- Wer sammelt die Kontaktdaten der Datenquellen nach den im Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz aufgeführten Datenquellen (dort ab S. 229)?

Wichtige Datenquellen sind demnach:

Datenquelle	Inhalt	Berücksichtigte Sektoren	Datengüte
Netzgesellschaft	Energieverbrauch Strom und Erdgas für Gesamtkommune	Alle	A
Energieversorger	Wärmeverbrauch Fern- und Nahwärme	Alle	A
Eigenerhebungen 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	• Private Haushalte • GHD	B
Förderprogramme	Ermittlung für verschiedene Energieträger anhand von den Förderungen im Zeitrahmen des Förderprogramms für Gesamtkommune	Je nach Förderprogramm. Meist jedoch • Private Haushalte • GHD	B
Gebäudekennzahlen	Wärmeerzeugung aus nicht leitungsgebundene Energieträger (keine Aufteilung)	• Private Haushalte • GHD	C
Heizölverbrauch über Kennzahlen	Berechnung des Wärmeverbrauchs (Heizöl)	• Private Haushalte • GHD	C-D
Ermittlung des Energieverbrauchs der Industrie über Kennzahlen	Berechnung des Wärmeverbrauchs in der Industrie	• Industrie	C-D
Sektorspezifische Auswertungen: Kommune	Strom- und Wärmeverbrauch kommunale Gebäude	• Kommune	A
Sektorspezifische Auswertungen: Industrie	Strom und Wärmeverbrauch nach Energieträgern für alle Energieträger	• Industrie	A

6 Empfehlungen zu Bilanzierung im Sektor Verkehr

Zunächst werden die methodischen Grundlagen der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen im Verkehr erläutert und anhand von Beispielen aus der Praxis veranschaulicht. Dazu wurde im Vorfeld im Rahmen zweier Arbeiten die aktuelle Bilanzierungspraxis von Kommunen in Deutschland genauer untersucht. Weiterhin werden die Auswirkungen der Methodenfestlegungen und der Verwendung kommunenspezifischer Daten für das Bilanzierungsergebnis anhand von Beispielen betrachtet.

Anschließend wird ein Kriterien-Set entwickelt, das es ermöglichen soll, verschiedene Bilanzierungsmethoden objektiv miteinander zu vergleichen. Da die Datenverfügbarkeit einen entscheidenden Einfluss auf die Möglichkeiten einer Bilanzierung und die Ergebnisqualität hat, wird dieses Thema in einem eigenen Kapitel ausführlich diskutiert. Auf diesen Grundlagen werden abschließend Empfehlungen für zukünftige einheitliche Regeln zur kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Verkehr formuliert.

6.1 Methodische Grundlagen zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs von Kommunen

6.1.1 Berechnung von Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr

Die Höhe von Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr ist abhängig von der Höhe der Verkehrsaktivitäten, vom spezifischen Endenergieverbrauch des eingesetzten Verkehrsmittels pro Verkehrsaktivität und von den spezifischen Treibhausgasemissionen durch die eingesetzten Endenergieträger. Die Emissionsberechnung erfolgt nach der Formel:

$$Treibhausgasmenge = Verkehrsaktivität \times spez.\ Endenergieverbrauch \times Emissionsfaktor$$

Die **Verkehrsaktivität** umfasst die Fahrleistung (Fzg-km) bzw. Verkehrsleistung (Personen-km, Tonnen-km) der Verkehrsmittel. Die Höhe der Verkehrsaktivitäten und die Anteile verschiedener Verkehrsmittel (Modal-Split) können je nach Kommune erheblich variieren, da sie von zahlreichen kommunenspezifischen Einflüssen abhängen (z.B. Einwohnerzahl, Verkehrsinfrastruktur, wirtschaftliche Situation).

Der **spezifische Endenergieverbrauch** beschreibt den Energiebedarf pro Verkehrsaktivität (MJ/Fzg-km, MJ/Pkm, MJ/tkm). Dieser ist u.a. von Fahrzeuggröße, Antriebstechnologie und Auslastung sowie den Einsatzbedingungen (z.B. Geschwindigkeit, Fahrdynamik) abhängig.

Der **Emissionsfaktor** (g CO_2-Äquivalente/MJ) ist abhängig vom eingesetzten Endenergieträger (v.a. Benzin, Diesel, Strom).

6.1.2 Ausgangssituation bei der Erstellung kommunaler Treibhausgasbilanzen

Eine Treibhausgasbilanz für den Verkehr einer Kommune entspricht der Summe aller Treibhausgasemissionen durch Verkehrsaktivitäten, die einer Kommune zugerechnet werden. Die Berechnungsparameter (vgl. Vorkapitel) sind dabei in unterschiedlichem Maße kommunenspezifisch. Grundsätzlich wäre eine vollständige kommunenspezifische Anpassung sämtlicher Parameter für eine Treibhausgasbilanz wünschenswert. Das ist jedoch in den meisten Kommunen wegen Datenverfügbarkeit und Aufwandsgründen nicht möglich.

Für die Festlegung gemeinsamer Bilanzierungsregeln für alle Kommunen in Deutschland sollte daher gelten: ***Je stärker die kommunenspezifischen Unterschiede eines Parameters, umso wichtiger ist die Anwendung von Bilanzierungsregeln, welche Anpassun-***

gen an die kommunenspezifische Situation ermöglichen. Bei Parametern mit geringen Unterschieden ist dagegen die Verwendung nationaler Kennwerte sinnvoll.

- Die ***Höhe der Verkehrsaktivitäten und der Modal-Split*** zwischen den Verkehrsmitteln sind grundsätzlich stark kommunenspezifisch: je nach Größe einer Kommune, ländliche/städtische Lage, wirtschaftliche und demografische Situation, Attraktivität der Verkehrssysteme (Kfz, ÖPNV, Rad…), lokale Verkehrspolitik etc. Außerdem existieren unterschiedliche Herangehensweisen zur Zurechnung von Verkehrsaktivitäten zu einer Kommune (Verkehr auf dem Territorium, Verkehr der Einwohner …).
- Der ***spezifische Endenergieverbrauch der Verkehrsmittel*** hängt überwiegend von den nationalen und europäischen Rahmenbedingungen ab (z.B. verfügbare Kfz-Technologien, CO_2-Grenzwerte). Kommunale Einflussmöglichkeiten sind prinzipiell vorhanden, aber sehr begrenzt (z.B. Optimierung kommunaler Fuhrparks und ÖPNV-Flotten, Werben für kraftstoffsparendes Fahren, Verkehrsflussoptimierungen). Dementsprechend sind auch Unterschiede zwischen den Kommunen eher gering.
- Die ***energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren*** können durch Kommunen nicht beeinflusst werden.

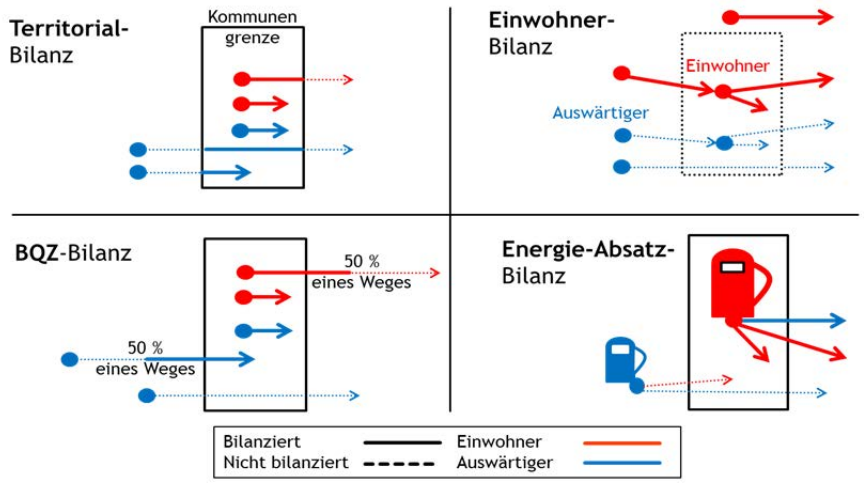
Für einheitliche Bilanzierungsregeln für die kommunale Treibhausgasbilanzierung im Verkehrssektor muss demnach vorrangig geklärt werden, **welche Verkehrsaktivitäten nach welchen Regeln in kommunalen Bilanzen erfasst werden** sollen. Ergänzend sind auch mögliche *Anpassungen der Energieverbrauchsfaktoren an die kommunenspezifische Situation* zu erörtern.

6.1.3 Systemgrenzen

In Deutschland werden unterschiedliche Methoden angewandt, um Verkehrsaktivitäten einer Kommune zuzurechnen. Die lokal angewandten Methoden können einerseits auf Einschätzungen basieren, für welche Verkehrsaktivitäten eine Kommune verantwortlich ist (Verursachung, Handlungsbereich). Andererseits erfolgen Festlegungen häufig in Abhängigkeit von der lokalen Datenverfügbarkeit in den Kommunen. Bisher gibt es in Deutschland keine offiziellen Vorgaben, welche Systemgrenzen anzuwenden sind. Im Wesentlichen finden derzeit vier Definitionen Anwendung (vgl. Abbildung 6-1):

1. **Territorialbilanz**: Alle Verkehrsaktivitäten und deren Energieverbrauch innerhalb der Gemarkungsgrenzen werden in der Bilanz erfasst.
2. **Einwohner-Bilanz**: Verkehrsaktivitäten der Einwohner innerhalb und außerhalb der Kommune werden erfasst. Tlw. erfolgt die Abgrenzung auch über den Pkw-Bestand. Die lokale Bevölkerung (bzw. der Pkw-Bestand) wird mit kommunenspezifischen oder nationalen Kennziffern zum Mobilitätsverhalten bzw. der Fahrzeugnutzung (z.B. Verkehrsleistung pro Einwohner, Fahrleistung pro Pkw) verknüpft. Im Güterverkehr erfolgt die Bilanzierung v.a. über nationale Kennzahlen (Transportleistung pro Einwohner), teilweise auch über den Lkw-Bestand. Die Einwohnerbilanz wird mitunter auch als „***Verursacherbilanz***“ bezeichnet (Verursacher = Einwohner bzw. Kfz-Halter in der Kommune).
3. **“BQZ”-Bilanz**: Es werden alle Verkehrsaktivitäten erfasst, die durch Funktionen der Kommune (Wohnen, Arbeiten, Produktion, Versorgung, Freizeit…) verursacht werden. **B**innenverkehre werden vollständig, **Q**uell-/**Z**ielverkehre (Start oder Ziel außerhalb der Kommune) werden anteilig der Kommune zugerechnet. Auch die BQZ-Bilanz kann als “***Verursacherbilanz***” bezeichnet werden. Sie erfasst die Kommune mit ihren verkehrserzeugenden Funktionen als Start und/oder Ziel von Verkehrsaktivitäten.

4. **Energieabsatz-Bilanz**: Alle Verkehrsaktivitäten mit in der Kommune abgesetzter Energie (Kraftstoff, Strom) werden erfasst, unabhängig vom Verbrauchsort. Dieser Ansatz findet allerdings nur in den Stadtstaaten mit eigenen Energiestatistiken Anwendung.

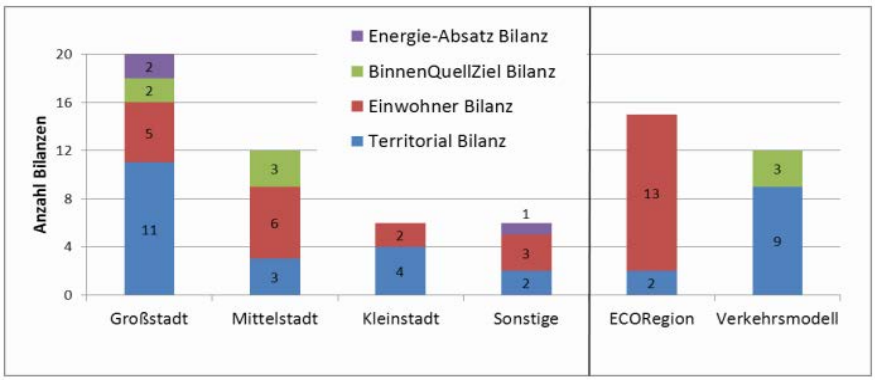


Quelle: (Heuer 2012) | IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-1: Definition von Systemgrenzen in kommunalen Treibhausgasbilanzen für den Verkehr

Derzeitige Praxis in untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen

Eine Analyse der aktuellen Bilanzierungspraxis von 34 deutschen Kommunen in (Heuer 2012) hat gezeigt, dass von den untersuchten Kommunen derzeit überwiegend Territorial- und Einwohner-Bilanzen erstellt werden (vgl. Abbildung 6-2). Territorialbilanzen wurden häufig auf Basis vorliegender Daten von kommunalen Verkehrsmodellen berechnet. Die erfassten Einwohnerbilanzen basieren weitgehend auf nationalen Kennwerten (Jahresfahrleistung pro Kfz, Verkehrsleistung pro Einwohner…) und nur teilweise auf kommunenspezifischen Daten (z.B. Kfz-Bestand). In einigen Bilanzen werden auch wechselnde Systemgrenzen für verschiedene Verkehrsmittel angewandt, insbesondere bei Verwendung des aktuell von Kommunen häufig eingesetzten Bilanzierungstools ECO-Region (ECOSPEED 2012). In ECO-Region werden jeder Kommune in einer Startbilanz nationale Einwohnerdurchschnittswerte zugerechnet, die je nach Datenlage mit kommunenspezifischen Daten beliebiger Systemgrenzen ersetzt werden können.



Daten: (Heuer 2012) | IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-2: Systemgrenzen in kommunalen Treibhausgasbilanzen für den Verkehr in Deutschland

6.1.4 Verkehrsmittel

Zur Definition der in einer kommunalen Treibhausgasbilanz erfassten Verkehrsaktivitäten gehört weiterhin die Festlegung, welche Verkehrsmittel in der Bilanz erfasst werden. Grundsätzlich können in kommunalen Treibhausgasbilanzen sämtliche motorisierten Verkehrsmittel des Personen- und Güterverkehrs erfasst werden (vgl. Tabelle 6-1).

Tabelle 6-1: Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr

	Straße	**Schiene**	**Wasser**	**Luft**
Personen-verkehr	Motorisierte Zweiräder	Straßen-, Stadt- und U-Bahn	(Fahrgastschiff)	Flugzeug
	Pkw	Schienenpersonennahverkehr		
	Linienbus	Schienenpersonenfernverkehr		
	Reisebus			
Güter-verkehr	Lkw <3,5 t (LNFz)	Schienengüterverkehr	Binnenschiff	Flugzeug
	Lkw (>3,5t)		(Seeschiff)	

Welche Verkehrsmittel in einer kommunalen Bilanz erfasst werden sollen, hängt von den mit der Bilanz verbundenen Fragestellungen ab, aber auch von den Systemgrenzen:

- Soll die Bilanz „vollständig“ sein (=alle Verkehrsmittel) oder v.a. solche Verkehrsmittel mit Relevanz für kommunale Klimaschutzaktivitäten erfassen?
- Die Bedeutung von Verkehrsmitteln im Personenfernverkehr ist in einer Territorialbilanz häufig gering, da die Emissionsbeiträge üblicherweise eher klein und Minderungspotenziale für die Bilanz durch kommunale Maßnahmen gering sind. Dagegen können z.B. bei einer Einwohnerbilanz unter Einbezug sämtlicher Fahrten der Einwohner Fernfahrten eine höhere Bedeutung auch für die Treibhausgasbilanz haben, insbesondere wenn die Kommune diese Fernfahrten auch im Fokus kommunaler Klimaschutzaktivitäten sieht.

Derzeitige Praxis in untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen

In der derzeitigen Bilanzierungspraxis in Deutschland ist die Erfassung sehr uneinheitlich.

In den meisten kommunalen Bilanzen in Deutschland wird der komplette Straßenverkehr sowie der lokale und regionale ÖPNV bilanziert (vgl. Tabelle 6-2, linke Tabellenspalte).

Hingegen werden Verkehrsmittel mit hauptsächlich überregionaler Bedeutung (rechte Tabellenspalte) nur teilweise in den Bilanzen erfasst. Insbesondere Flugverkehr, Binnenschifffahrt sowie Schienengüterverkehr werden häufig nicht einbezogen.

Bei den in (Heuer 2012) untersuchten Bilanzen wurden Verkehrsmittel des Fernverkehrs, soweit sie in der Bilanz enthalten waren, v.a. mittels nationaler Einwohnerkennwerte erfasst (Verwendung von ECORegion), d.h. ohne kommunenspezifischen Bezug.

Tabelle 6-2: Erfassung von Verkehrsmitteln in kommunalen Treibhausgasbilanzen

Mehrheitlich bilanzierte Verkehrsmittel	Teilweise bilanzierte Verkehrsmittel
Straßenverkehr (Personen und Güter)	Schienenpersonenfernverkehr (Bahn, Reisebus)
Linienbus	Schienengüterverkehr
Stadt-, Straßen-, U-Bahn	Binnenschifffahrt
Schienenpersonennahverkehr	Flugverkehr

6.1.5 Differenzierung der Verkehrsaktivitäten nach räumlichem Bezug und Ursachen

Die einer Kommune zugerechneten Verkehrsaktivitäten können in verschiedener Weise differenziert werden, um Aussagen zum räumlichen Bezug (Start-Ziel) und den Ursachen der Fahrten zu erhalten. Solche Differenzierungen sind wichtige Hilfestellungen zur Analyse der Ursachen für die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen, zur Identifizierung wichtiger Handlungsfelder für kommunale Klimaschutzaktivitäten sowie zur Ableitung maßnahmenspezifischer Minderungspotenziale. Wesentliche Differenzierungsmöglichkeiten für den Personenverkehr sind Abbildung 6-3 veranschaulicht.

Die ***Verkehrsarten*** beschreiben die Start-Ziel-Relationen von Fahrten im Bezug zur Kommune und damit grundsätzlich auch den Umfang kommunaler Einflussmöglichkeiten. Eine solche Differenzierung ist insbesondere zur Beurteilung hilfreich, welcher Anteil der gesamten Treibhausgasemissionen in einer Bilanz vollständig oder teilweise im Handlungsfeld für kommunale Klimaschutzmaßnahmen liegt.

- *Binnenverkehr* läuft vollständig innerhalb der Kommune ab und liegt damit vollständig im kommunalen Handlungsfeld.
- *Quell-/Zielverkehr* hat Start oder Ziel in der Kommune, führt jedoch über die Kommunengrenzen hinaus und ist daher nur teilweise durch kommunale Maßnahmen beeinflussbar.
- *Durchgangsverkehr* geht durch das kommunale Territorium, hat aber weder Start noch Ziel in der Kommune und ist durch kommunale Aktivitäten kaum beeinflussbar.
- *Außenverkehr der Einwohner* umfasst deren Fahrten außerhalb der Kommune (ohne Start bzw. Ziel in der Kommune), z.B. Ausflüge während des Urlaubs. Sie sind durch kommunale Klimaschutzaktivitäten kaum beeinflussbar.

In einer Territorialbilanz treten Binnen-, Quell-Ziel- und Durchgangsverkehre mit ihrem Wegeanteil innerhalb des Territoriums der Kommune auf. Eine Einwohnerbilanz enthält Binnen- und Quell-/Zielfahrten der Einwohner mit ihrer kompletten Weglänge (auch über die Grenzen der Kommune hinaus) sowie prinzipiell auch den Außenverkehr der Einwohner. Eine BQZ-Bilanz wiederum umfasst Binnen- und Quell-/Zielfahrten von Einwohnern ebenso wie von auswärtigen Besuchern (z.B. Einpendler). Üblicherweise werden Quell-/Zielfahrten der Kommune mit 50% der Weglänge angerechnet.

Mithilfe einer weitergehenden Differenzierung des Personenverkehrs nach ***Wegezwecken*** (z.B. Arbeitsweg, Freizeitfahrten, Einkauf & Versorgung) können Kommunen zusätzlich hilfreiche Informationen erlangen, um Klimaschutzmaßnahmen zielgruppenspezifisch zu entwickeln und somit auch verbesserte Potenzialanalysen zu ermöglichen.[53]

Derzeitige Praxis in untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen

Eine Differenzierung nach Verkehrsarten und Wegezwecken in einer kommunalen Treibhausgasbilanz erfordert eine sehr hohe Datenverfügbarkeit und bedeutet entsprechend für einzelne Kommunen einen hohen Aufwand. In den in (Heuer 2012) und (IFEU 2012) analysierten Treibhausgasbilanzen wurden von einigen Kommunen die Verkehrsaktivitäten nach ihrer Herkunft in Binnen-, Quell-, Ziel- und Transitverkehr unterschieden. In wenigen Einzelfällen erfolgte darüber hinaus eine näherungsweise Differenzierung nach Wegezwecken. Die überwiegende Mehrzahl der Bilanzen enthielt jedoch keinerlei Differenzierungen der erfassten Verkehrsaktivitäten nach Verkehrsarten oder Wegezwecken.

[53] Im Wirtschafts- bzw. Güterverkehr wären prinzipiell ebenfalls weitergehende Differenzierungen (z.B. nach Wirtschaftsbereichen) denkbar.

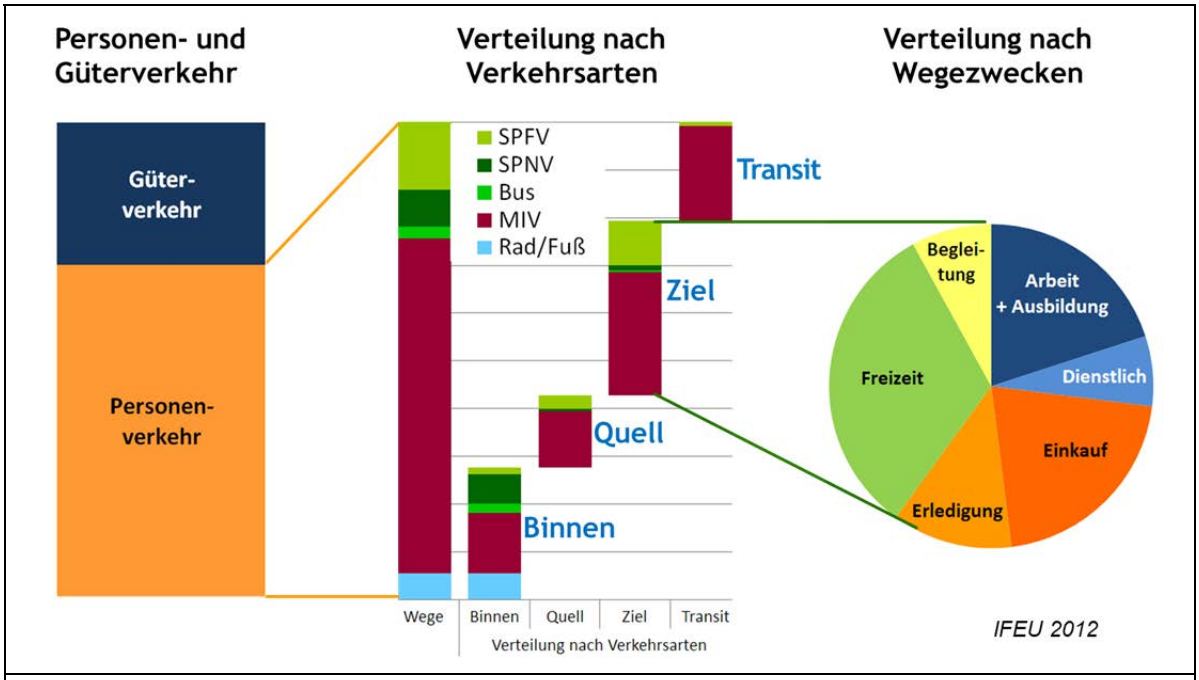


Bild: (IFEU 2012)

Abbildung 6-3: Differenzierungsmöglichkeiten der Verkehrsaktivitäten einer Kommune (schematisch)

6.1.6 Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren

Spezifische Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren für den Verkehr sind in Deutschland weitgehend harmonisiert. Abgestimmte deutschlandmittlere Faktoren für den Straßenverkehr stehen über das „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ HBEFA (INFAS 2010) und dem „Transport Emission Model“ TREMOD[54] (IFEU 2012a) unter Berücksichtigung nationaler gewichteter Flottenzusammensetzungen und Verteilungen von Verkehrssituationen zur Verfügung. TREMOD bietet weiterhin auch für Schienen-, Wasser- und Luftverkehr harmonisierte nationale Emissionsfaktoren. Neben direkten Emissionsfaktoren für alle im Verkehr eingesetzten Endenergieträger umfasst TREMOD auch die Emissionen aus den Vorketten zur Energiebereitstellung.

TREMOD ist aufgrund seiner Komplexität nur durch ausgewählte Institutionen direkt nutzbar. Wichtige TREMOD-Ergebnisse sind jedoch im wissenschaftlichen Hintergrundbericht dokumentiert. Energieverbrauchs- und Treibhausgasemissionsfaktoren sind über verschiedene Publikationen öffentlich verfügbar, z.B. über den Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ (DIFU 2010). Auch das kommunale Treibhausgasbilanzierungstool ECO-Region (ECOSPEED 2012) verwendet beim Verkehr Emissionsfaktoren aus TREMOD.

6.1.7 Lokalspezifische Anpassung der Emissionsberechnungen

Für den Straßenverkehr stehen neben national gewichteten mittleren Emissionsfaktoren auch hoch differenzierte Emissionsfaktoren für alle Fahrzeugschichten und vielfältigen Verkehrssituationen über HBEFA zur Verfügung. Damit besteht für Kommunen prinzipiell die Möglichkeit, die Genauigkeit der Treibhausgasbilanz für den Straßenverkehr mit lokalspezifischen Anpassungen zu erhöhen: einerseits für lokal abweichende Zusammenset-

[54] TREMOD ist Grundlage für die Emissionsberichterstattung der Bundesregierung. Mit dem Modell können die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte sowie einzelfahrzeugspezifische verbrauchs- bzw. emissionsrelevante Parameter für die Bezugsjahre 1960-2030 berücksichtigt werden. TREMOD wird fortlaufend aktualisiert und an aktuelle Entwicklungen im Verkehr angepasst.

zungen der Fahrzeugflotten, andererseits für die Zusammensetzung der Verkehrsabläufe. Der damit verbundene Zusatzaufwand für die Bilanzierung ist allerdings deutlich höher als bei Verwendung mittlerer Emissionsfaktoren und vor allem sinnvoll, falls

a) eine sehr spezielle lokale Situation bekannt ist (z.B. haben Regionen mit Automobilindustrie tendenziell jüngere Kfz-Flotten),
b) die Treibhausgasbilanz auch Grundlage zur Bewertung lokaler Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Straßenverkehr sein soll (z.B. Verkehrsflussverbesserungen, lokale Förderung von besonders energieeffizienten Kfz…).

Derzeitige Praxis in untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen

Anpassungen der lokalen Kfz-Flottenzusammensetzung betreffen z.B. den Dieselanteil im Pkw-Verkehr sowie lokal abweichende Größenklassen- und Altersstruktur der Kfz-Flotten (Pkw-Bestand, Lkw-Bestand, ÖPNV-Flotte). Bei den in (Heuer 2012) und (IFEU 2012) untersuchten Treibhausgasbilanzen wurden Anpassungen der Berechnungen an lokale Kfz-Flottenzusammensetzungen nur in Einzelfällen vorgenommen und beschränkten sich dabei auf den Dieselanteil im Pkw-Verkehr.

Anpassungen der Emissionsberechnungen an das lokale Verkehrsgeschehen können sich auf eine Differenzierung der Berechnungen für verschiedene Straßentypen beschränken (z.B. Autobahn, Außerorts, Innerorts) oder auch detailliert verschiedene Verkehrssituationen (gefahrene Geschwindigkeiten, Verkehrsdynamik) abbilden. Bei den untersuchten Bilanzen wurde nur in Territorialbilanzen auch nach Straßentypen differenziert. Eine darüber hinaus differenzierte Analyse unter Einbezug individueller Verkehrssituationen ist nur in wenigen großen Städten mit Emissionsbilanzierung auf Basis lokaler Verkehrsmodelle, die auch straßenfeine Modellierungen von Verkehrsflussparametern enthalten.

6.1.8 Vorketten zur Energiebereitstellung und CO_2-Äquivalente

Die spezifischen Treibhausgasemissionen pro Energieeinsatz hängen von den genutzten Endenergieträgern ab, welcher je nach Verkehrsmittel (Pkw, Bahn…) und Antriebstechnologie (Benzin, Diesel, Elektro…) variiert. Bisher wird der motorisierte Verkehr in Deutschland zum größten Teil durch fossile, mineralölbasierte Kraftstoffe angetrieben. Erst in den letzten zehn Jahren ist der Anteil alternativer Kraftstoffe, insbesondere Biokraftstoffe, stärker angestiegen. Schienenverkehr erfolgt überwiegend mit Elektrotraktion. Für die Zukunft wird eine erhebliche Zunahme von Elektromobilität auch im Straßenverkehr erwartet.

Bei der Berechnung von Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr muss zwischen direkten Emissionen während der Fahrzeugnutzung (***tank-to-wheel***) und vorgelagerten Emissionen der Energieträgerbereitstellung (***well-to-tank***) unterschieden werden (vgl. Abbildung 6-2).

Bei fossilen Kraftstoffen entsteht der überwiegende Teil der Treibhausgasemissionen direkt während der Kraftstoffverbrennung im Fahrzeug. Dagegen entstehen bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen keine direkten Emissionen. Treibhausgase werden ausschließlich in der Vorkette zur Stromerzeugung emittiert, insbesondere bei Verwendung kohlenstoffhaltiger Energieträger (Kohle, Gas). Die Berücksichtigung aller Treibhausgasemissionen durch den Fahrzeugbetrieb sowie ein objektiven Vergleich zwischen Fahrzeugen mit unterschiedlichen Antriebskonzepten (z.B. zur Berechnung von Verlagerungspotenzialen) ist daher nur bei Einbezug direkter UND vorgelagerter Emissionen (→ ***well-to-wheel***) möglich.

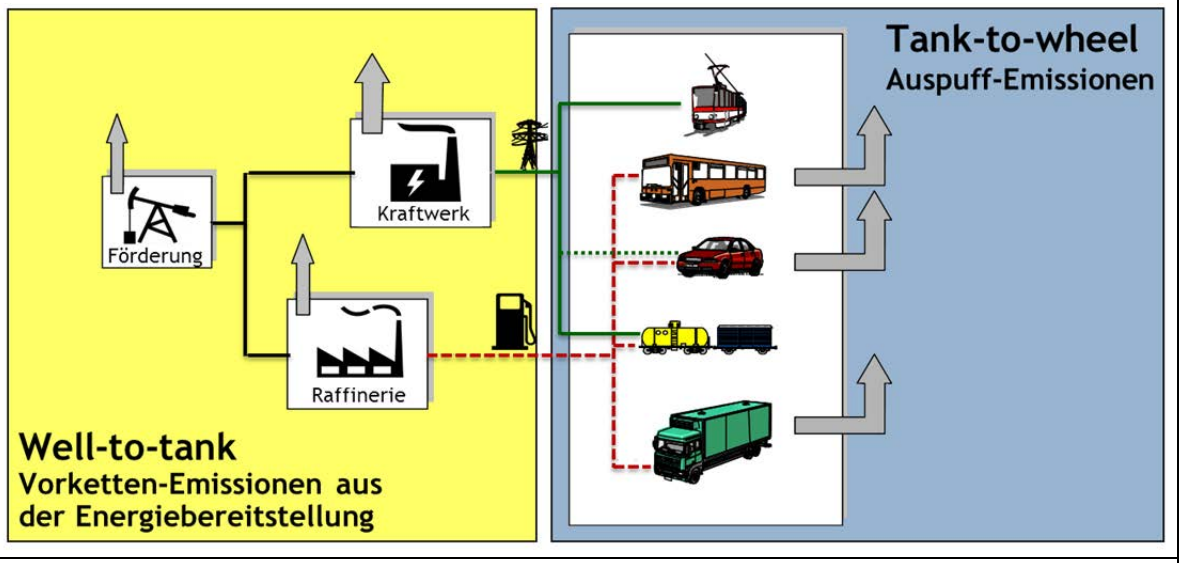


Bild: (IFEU 2012)

Abbildung 6-4: Herkunft von Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr (schematisch)

Treibhausgasemissionen durch den Verkehr bestehen derzeit zu etwa 99% aus CO_2. Außerdem werden in geringem Umfang auch Methan und Distickstoffoxid („Lachgas“) emittiert. Diese Treibhausgase unterscheiden sich in ihrer Klimawirksamkeit. Zum Vergleich der Wirkung verschiedener Treibhausgase wird das Treibhausgaspotenzial verwendet, welches angibt wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zum Treibhauseffekt beiträgt. Als Vergleichswert dient dabei Kohlenstoffdioxid. Auf diese Weise kann die Summe aller Treibhausgasemissionen unter Gewichtung ihres Treibhausgaspotenzials in CO_2-Äquivalenten vereinheitlicht dargestellt werden (vgl. Tabelle 6-3).

Tabelle 6-3: Treibhausgaspotenziale von CO_2, Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O)

CO_2	CH_4	N_2O
1	25	298
Quelle: (IPCC 2007)		

Derzeitige Praxis in untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen

Die in (Heuer 2012) und (IFEU 2012) untersuchten kommunalen Treibhausgasbilanzen für den Verkehr zeigen erhebliche Unterschiede beim Einbezug von Vorkettenemissionen und den erfassten Treibhausgasen. Während in einigen Bilanzen direkte und Vorkettenemissionen sämtlicher Verkehrsmittel einbezogen wurden, erfassen anderer Bilanzen Vorketten nur für elektrischen Schienenverkehr (inkl. ÖPNV), nicht jedoch für fossile Kraftstoffe. Ebenso wurden in einigen Kommunen nur CO_2-Emissionen aus dem Verkehr erfasst, nicht jedoch Emissionen anderer Treibhausgase.

6.1.9 Beispiele zur Vergleichbarkeit kommunaler Bilanzen

Beispielhafte Vergleichsrechnungen zeigen, dass für eine interkommunale Vergleichbarkeit von Treibhausgasbilanzen für den Verkehr v.a. die Frage der Systemgrenzen und der einbezogenen Verkehrsmittel eine wichtige Rolle spielen.

Systemgrenzen

Eine Treibhausgasbilanzierung für den Verkehr auf dem Territorium einer Kommune kann zu deutlich höheren oder niedrigeren Ergebnissen führen als Einwohner-bezogene Berechnungen mit kommunen**un**spezifischen nationalen Kennwerten. In Abbildung 6-5 sind beispielhaft mit Koblenz und Esslingen/Neckar die Emissionen zweier Städte ähnlicher Ein-

wohnerzahl dargestellt: Während in Koblenz die territorialen Fahrleistungen und damit verbundenen Emissionen deutlich über den nationalen Einwohnerkennwerten liegen, sind sie in Esslingen erkennbar niedriger. Ursachen dafür können vielfältig sein (z.B. überregionale Autobahn im Territorium, lokale Verkehrserzeuger wie Industrie) und sind nur mittels weitergehender Differenzierungen in der Bilanz ermittelbar.

Bei Verwendung lokaler Pkw-Bestandszahlen ergeben sich kaum Unterschiede zur Berechnung mit nationalen Einwohnerkennwerten, solange die lokalen Pkw-Zahlen mit national gemittelten Fahrleistungen je Pkw verknüpft sind (Abbildung 6-5, rechte Balken). Allerdings kann eine Bilanzierung für den Straßengüterverkehr über den lokalen Lkw-Bestand mit nationalen Fahrleistungen/Lkw (wie z.B. in ECORegion angewandt) zu erheblichen Unterschieden gegenüber nationalen Einwohnerdurchschnittswerten (Lkw-Fahrleistung pro Einwohner) führen, insbesondere in kleineren Gemeinden mit hohem Lkw-Bestand (z.B. durch eine Logistikfirma).

Eine Einwohnerbilanz mit lokalen Mobilitätsdaten könnte ebenfalls deutlich von den nationalen Kenndaten abweichen, da Großstädter tendenziell kürzere Wege zurücklegen und der Umweltverbund (ÖPNV, Rad, Fuß) einen größeren Wegeanteil hat als bei der Bevölkerung im ländlichen Raum. Da aus den vorangegangenen Untersuchungen keine Bilanzen unter Verwendung kommunenspezifischer Mobilitätsdaten vorlagen, konnte dieser Fall nicht anhand eines Beispiels näher betrachtet werden.

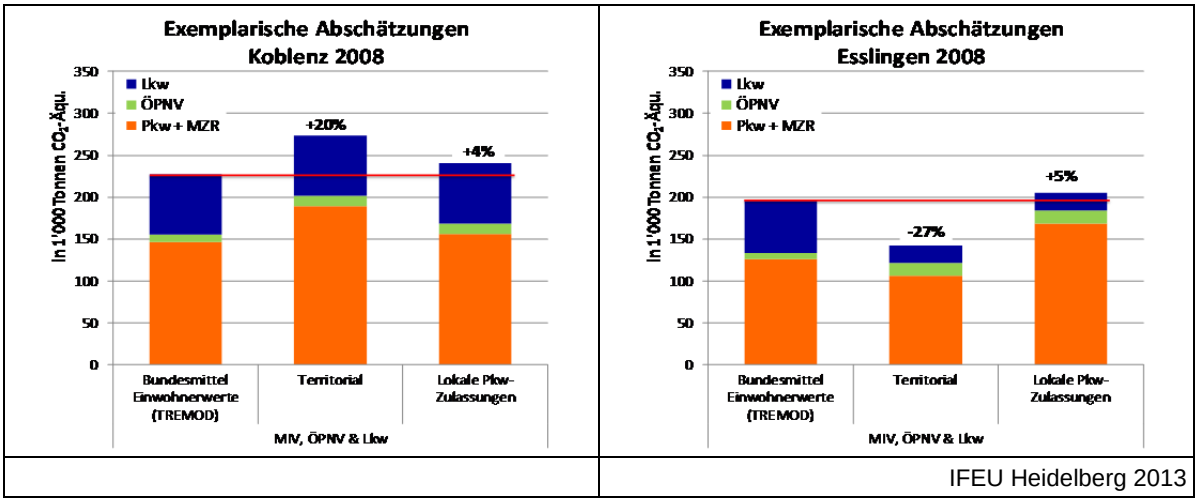


Abbildung 6-5: Exemplarische Darstellung der Auswirkungen von unterschiedlichen Systemgrenzen auf die Höhe der Treibhausgasemissionen in der Bilanz

Verkehrsmittel

Das Beispiel Frankfurt/M. (vgl. Abbildung 6-6, rechte Balken) belegt, dass der Einbezug verschiedener Verkehrsmittel erhebliche Bedeutung für die Gesamthöhe der in einer kommunalen Treibhausgasbilanz berechneten Emissionen haben kann. Der Stadt Frankfurt/M. werden im Beispiel die Emissionen im Schienenfern- und Schienengüterverkehr auf dem Territorium sowie der Starts und Landungen aller Frankfurter Fluggäste zugerechnet. Gegenüber der Territorialbilanz ohne Fernverkehrsmittel sind die Gesamtemissionen um 74% höher. Ähnlich kann insbesondere bei kleinen Kommunen auch ohne Flugverkehr die Erfassung des Schienenfernverkehrs, z.B. bei einer durchgehenden ICE-Strecke, das Bilanzergebnis verändern.

Bei einer Einwohnerbilanz mit nationalen Kennwerten sind die Auswirkungen auf das Bilanzergebnis geringer, aber immer noch relevant für die Höhe der Gesamtbilanz und die ermittelten Emissionsbeiträge verschiedener Verkehrsmittel.

Die dargestellten Beispiele belegen, dass Treibhausgasbilanzen zwischen Kommunen nur miteinander vergleichbar sind, wenn alle Kommunen einheitliche Bilanzierungsregeln für die Systemgrenzen und den Einbezug von Verkehrsmitteln anwenden.

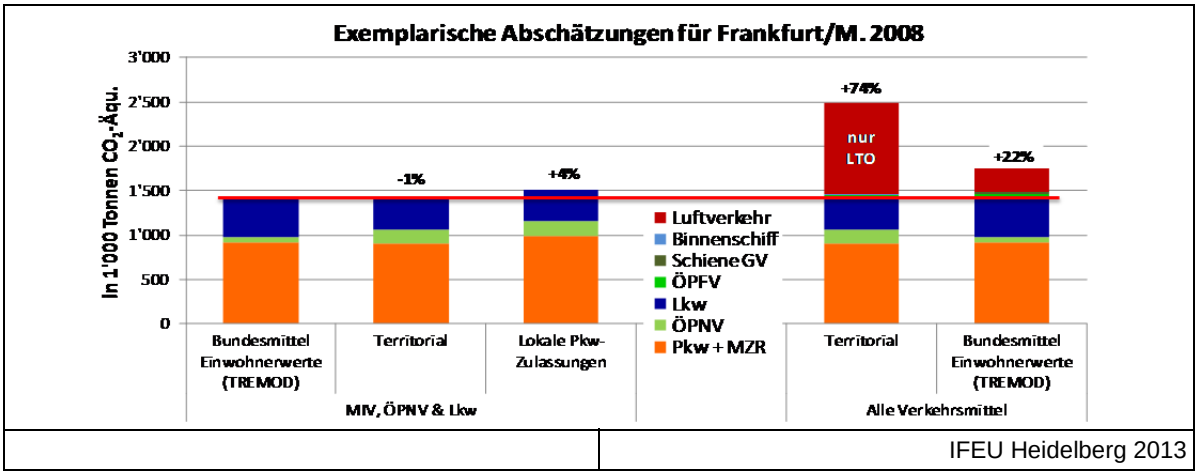


Abbildung 6-6: Exemplarische Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Systemgrenzen und Verkehrsmittel auf die Höhe der Treibhausgasemissionen in der Bilanz

Lokale-Kfz-Flottenzusammensetzung

Im Rahmen des Vorhabens wurde beispielhaft der Einfluss des in den Berechnungen verwendeten Dieselanteils bei Pkw auf das Bilanzergebnis untersucht. Wie die Gegenüberstellung in Abbildung 6-7 zeigt, haben selbst sehr hohe Dieselanteile in der Pkw-Flotte (z.B. in Wolfsburg) bzw. sehr niedrige Anteile (z.B. Frankfurt/Oder) nur geringe Änderungen des Bilanzergebnisses gegenüber der Verwendung nationaler Durchschnittswerte zur Folge. Eine Anpassung dieser lokalspezifischen Parameter hat deutlich geringeren Einfluss auf die Bilanz als die Festlegungen zu Systemgrenzen und berücksichtigten Verkehrsmitteln.

Bei der Berechnung der Emissionen des Lkw-Verkehrs kann die Größenklassenverteilung hohe Relevanz haben, insbesondere wenn die Berechnungen auf dem statistischen Lkw-Bestand einer Kommune basieren. Die Kfz-Statistik umfasst Lkw vom Lieferwagen (<3,5t zGG) bis hin zum 40-Tonner für den Fernverkehr. Wenn der lokale Lkw-Bestand eine stark abweichende Größenklassenverteilung gegenüber der deutschen Gesamtflotte aufweist (z.B. Logistikanbieter mit großer Lkw-Flotte in Kleinstadt), können Emissionsberechnungen mit über viele Größenklassen gemittelten Emissionsfaktoren (wie z.B. in ECO-Region) zu signifikanten Fehleinschätzungen der CO_2-Emissionen aus dem Lkw-Verkehr führen.

Auch lokale ÖPNV-Flotten variieren erheblich zwischen den Kommunen. Für die Gesamtbilanz ist das aufgrund des geringen ÖPNV-Beitrags unerheblich, kann aber interessant sein für Maßnahmen zur Verbesserung der spezifischen Emissionen des lokalen ÖPNV.

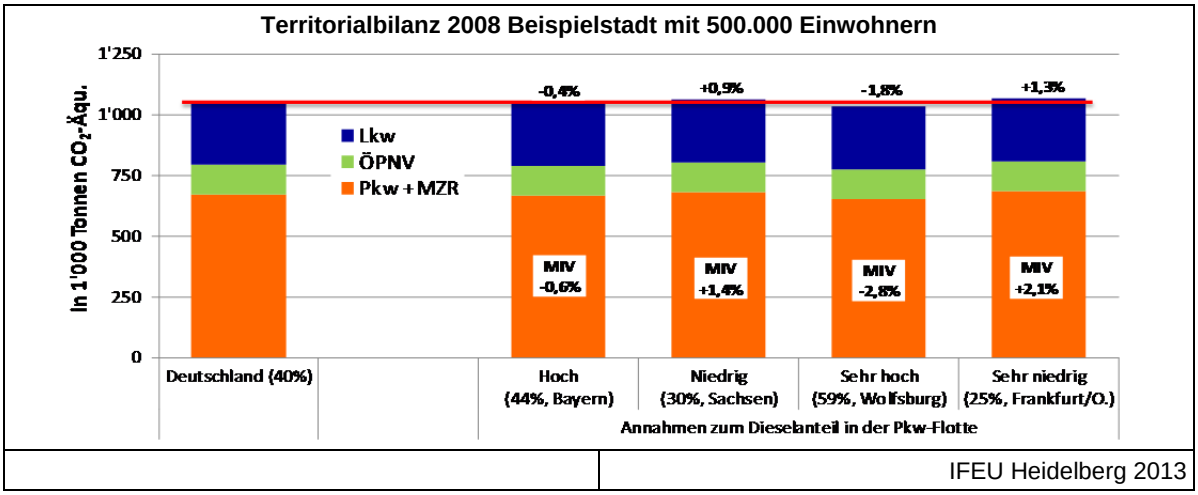


Abbildung 6-7: Auswirkungen unterschiedlicher Dieselanteile in der kommunalen Pkw-Flotte auf die Höhe der Treibhausgasemissionen in der Bilanz

6.2 Datenquellen für kommunenspezifische Verkehrsdaten

Die größte Herausforderung für die kommunale Treibhausgasbilanzierung im Verkehr besteht in der Ermittlung geeigneter Basisdaten zu den Verkehrsaktivitäten für alle Kommunen[55]. Nur wenn Daten in einheitlicher Systematik für alle berücksichtigten Verkehrsmittel allen Kommunen regelmäßig zur Verfügung stehen, kann auch eine periodische Treibhausgasbilanzierung deutschlandweit nach einheitlichen Bilanzierungsregeln erfolgen. Daher erfolgten im Vorhaben als Grundlage für die Empfehlung deutschlandweit harmonisierter Bilanzierungsregeln auch Auswertungen zur derzeitigen Datenverfügbarkeit in Kommunen und zu Möglichkeiten einer zukünftigen zentralen Datenbereitstellung für alle Kommunen in Deutschland.

Bisher verwenden Kommunen in Deutschland überwiegend in der Kommune direkt vorhandene Verkehrs- und Mobilitätsdaten (z.B. aus Verkehrsplanungsmodellen), z.T. auch verfügbare Verkehrsdaten von übergeordneten Stellen (z.B. gemeindefeine Fahrleistungen beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg). Soweit entsprechende Verkehrsdaten nicht direkt kommunenspezifisch vorliegen, werden sie bisher nur in wenigen Kommunen auf Basis deutschlandweiter Verkehrsuntersuchungen abgeleitet (z.B. Auswertung von Verkehrsmengenkarten und Mobilitätsuntersuchungen). Vielfach berechnen Kommunen (bzw. von den Kommunen beauftragte Gutachter) Verkehrsmengen (Fahr-, Verkehrsleistungen) nur über die Verknüpfung von wenigen statischen kommunenspezifischen Daten (v.a. Einwohnerzahl, Kfz-Bestand) mit mittleren nationalen Kenndaten (z.B. Verkehrsleistung pro Einwohner, Jahresfahrleistung pro Kfz).

In einem Experten-Workshop im November 2012 wurden ausgewählte Verkehrsdaten mit deutschlandweitem Bezug vorgestellt, welche kommunenspezifisch oder zumindest kommunentypspezifisch differenziert werden können und so eine mögliche Quelle zur Bereitstellung kommunenfeiner Verkehrsdaten sein können. Auf dieser Grundlage kombiniert mit weiteren Recherchen wurde eine Übersicht von deutschlandweit verfügbaren Datenquellen erarbeitet, die bereits heute von den Kommunen zur Ermittlung kommunenspezifischer Verkehrsdaten genutzt werden könnten bzw. eine regelmäßige zentrale Datenbereitstellung für alle Kommunen ermöglichen würden. Neben der Höhe der Verkehrsmengen wurden auch

[55] Im Unterschied zu den Verkehrsdaten gibt es bei den (kommunenspezifisch deutlich weniger variierenden) Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren bereits eine harmonisierte Datenbasis in Deutschland, die auch im Klimaschutz-Planer eingesetzt werden kann.

mögliche Differenzierungen der Daten hinsichtlich Ortsbezug und Ursachen des Verkehrs betrachtet.

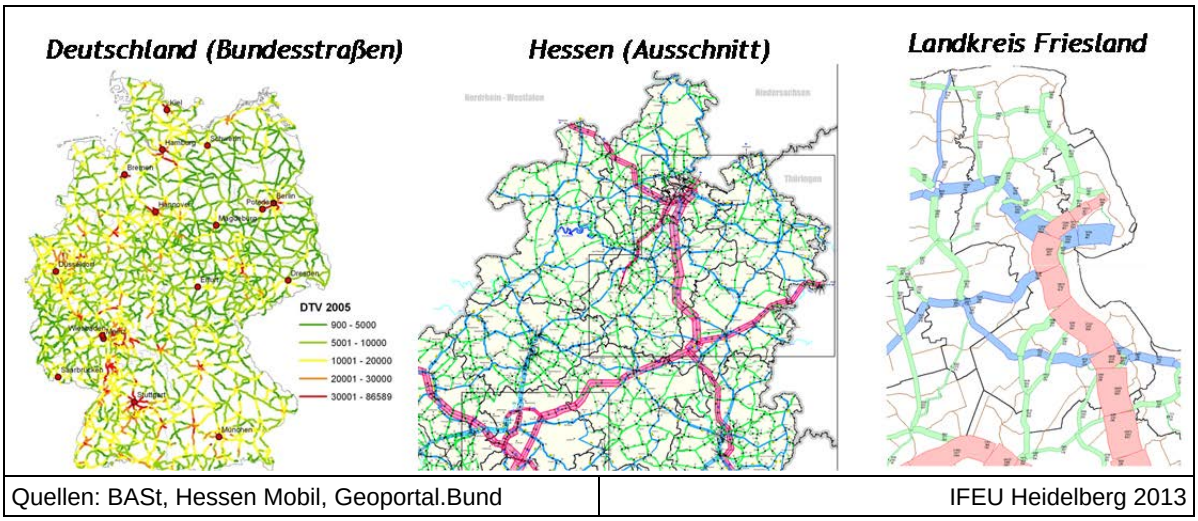
6.2.1 Straßenverkehr

In Deutschland gibt es eine Vielzahl von Datenerhebungen und Modellierungen zum Straßenverkehr, aus denen notwendige Verkehrsdaten für Treibhausgasbilanzierungen des Verkehrssektors von Kommunen ermittelt werden können. Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer“ konnten nicht alle grundsätzlich möglichen Verkehrsdatenquellen für Kommunen zusammengestellt werden. Jedoch wurde eine Übersicht ausgewählter Datenquellen erstellt, die bereits heute regelmäßig verfügbar sind und zur Ableitung kommunenspezifischer Verkehrsdaten für alle Kommunen verwendet werden können. Ebenso wurden erweiterte Möglichkeiten zur zukünftigen Verbesserung der kommunenspezifischen Datensituation und eine mögliche zentrale Bereitstellung von Verkehrsdaten für alle Kommunen untersucht.

Straßenverkehrszählungen

Zentrale Grundlage für Verkehrsdaten für den Straßenverkehr sind Verkehrszählungen. In Deutschland gibt es insgesamt ca. 3.000 automatische Dauerzählstellen von Bund und Ländern, v.a. auf Autobahnen und Bundesstraßen, die jährlich stundenfein den Kfz-Verkehr differenziert nach Kfz-Kategorien erfassen. Weiterhin finden alle 5 Jahre deutschlandweit manuelle Straßenverkehrszählung (SVZ) statt. Bei der SVZ 2010 wurden insgesamt über 34.000 Straßenquerschnitte auf Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen erfasst[56]. In einigen Bundesländern wurde 2010/2011 von der manuellen SVZ auf ein Monitoring mit „intelligenten Leitpfosten“ umgestellt, wodurch in diesen Ländern Verkehrsdaten nun für eine hohe Anzahl von Zählquerschnitten jährlich vorliegen (z.B. 3.100 in BaWü, 1.000 in RLP).

Auf Basis der Verkehrszähldaten werden deutschlandweite Verkehrsmengenkarten erstellt, die Verkehrsbelastungen aller Streckenabschnitte auf Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen sowie einem Teil der Kreisstraßen abbilden und so direkt für eine Regionalisierung bzw. kommunenfeine Zurechnung von Fahrleistungen im Straßenverkehr genutzt werden können (vgl. Abbildung 6-8).



Quellen: BASt, Hessen Mobil, Geoportal.Bund | IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-8: Beispiele für Verkehrsmengenkarten des Straßenverkehrs in Deutschland

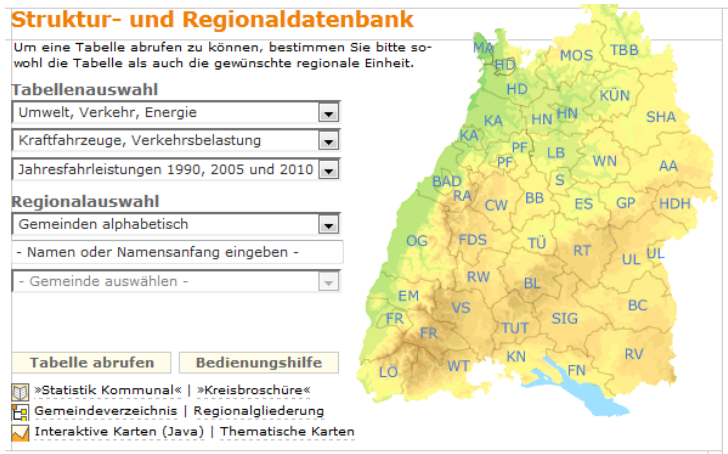
Diese Verkehrsmengenkarten werden bereits heute vielfach zur Ermittlung regionalisierter Fahrleistungen eingesetzt, z.B.:

[56] Daten ohne NDS, B, HB, HH, für die keine Angaben zur Zählstellenanzahl gefunden wurden.

- UBA-Vorhaben „PAREST“ (UBA 2010): Regionalisierung der Fahrleistungen des Straßenverkehrs in Deutschland und darauf basierende Berechnung räumlich hoch aufgelöster Emissionen in einem Raster von ca. 165.000 Zellen à ca. 2 km² (Abbildung 6-9, links). Aufteilung auf Autobahnen und Bundesstraßen mit jährlich aktualisierten BASt-Verkehrsmengenkarten. Aufteilung auf Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen bisher überwiegend bevölkerungsgewichtet, aber kommunenspezifische Verfeinerung mittels Verkehrsmengenkarten der Bundesländer, Kreise oder Gemeinden möglich (IER 2012).
- Das statistische Landesamt Baden-Württemberg ermittelt jedes Jahr gemeindefeine Fahrleistungen (MZR, Pkw, LNF, Lkw, Bus) und stellt diese über die Regionaldatenbank (StLA 2013) für alle Kommunen zur Verfügung (Abbildung 6-9, rechts). In Baden-Württemberg und auch in anderen Bundesländern werden regelmäßig (z.B. alle 4-5 Jahre) **georeferenzierte Emissionskataster** für den Verkehr auf Basis regionalisierter Fahrleistungsdaten erstellt.

Auch in einzelnen Gemeinden werden bereits heute die Verkehrsmengenkarten zur Ableitung kommunenspezifischer Fahrleistungen auf dem Territorium herangezogen (vgl. Abbildung 6-10).





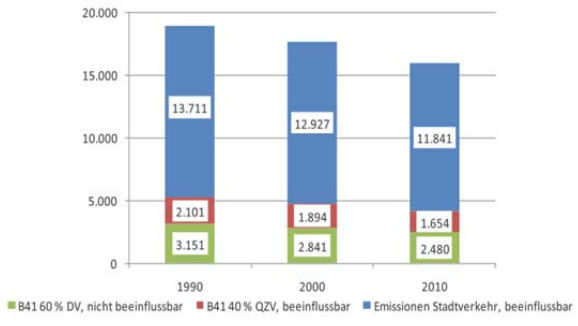
Quellen: links (IER 2012), rechts (StaLA 2013)	IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-9: Beispiele für die Regionalisierung von Fahrleistungen im Straßenverkehr für Deutschland und auf Bundeslandebene

Bsp. Klimaschutzkonzept Ottweiler (15.000 Einwohner)

Methodik des beratenden Verkehrsplanungsbüros:

- Verkehrsbelastungen auf klassifizierten Straßen (30 Straßennetzabschnitte) aus **Verkehrsmengenkarten des Saarlands** 2000 & 2005. Hochrechnung 2005-2010 mit Prognosefaktoren des Landesbetriebs für Straßenbau.
- Fahrleistungen auf **nicht-klassifizierten Gemeindestraßen** über räumliche Verteilung der Stadtbewohner auf Stadtteilbezirke, Fahrtenhäufigkeit und mittlere Wegeentfernung pro Bezirk zum klassifizierten Straßennetz.
- Ableitung **Durchgangsverkehr** auf B41



Quelle: (Ottweiler 2011)	IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-10: Beispiel für die Ermittlung von Fahrleistungen auf Basis von Verkehrsmengenkarten in einer Einzelkommune

Aus den aufgeführten Untersuchungen können grundsätzlich bereits heute für alle Kommunen in Deutschland Fahrleistungen auf dem Territorium jährlich bereitgestellt werden. Zu-

künftig wären zudem deutliche kommunenspezifische Verfeinerungen anhand der deutschlandweit verfügbaren Verkehrsdaten möglich. Die Daten können nach verschiedenen Straßenkategorien (AB, AO, IO) bzw. nach Straßentypen (AB, B, L, K, G, IO) differenziert werden und ermöglichen so die Verwendung entsprechend differenzierter Emissionsfaktoren.

6.2.2 Öffentlicher Straßenpersonenverkehr (ÖSPV)

Unter den ÖSPV fallen Linienbusse sowie Straßen-, Stadt- und U-Bahnen (SSU). Für den ÖSPV liegen jährliche Angaben des Statistischen Bundesamtes zur Verkehrsleistung („Beförderungsleistung“) nur auf Bundeslandebene vor. Kommunenspezifische Informationen zu den Fahrleistungen („Betriebsleistungen“ in Fahrzeug-km, Wagen-km) sind üblicherweise bei den Verkehrsunternehmen verfügbar, häufig auch zu Verkehrsangebot (Platz-km) und erbrachter Verkehrsleistung (Personen-km). Da das Fahrplanangebot im ÖSPV im Allgemeinen kommunenfein abgerechnet wird, dürften in den meisten Fällen bei den Verkehrsunternehmen bzw. –verbünden auch nach Kommunen abgegrenzte Informationen zum Fahrplanangebot vorliegen. Grundsätzlich kann damit jede Kommune mit geringem Aufwand selbst Verkehrsdaten für Bus- und Bahnfahrten auf dem Territorium näherungsweise über die Auswertung von Fahrplänen (Fahrtenhäufigkeit pro Linie) und Netzplänen (Fahrtlänge pro Linie) berechnen.

Schwieriger ist die Ermittlung von Verkehrsdaten für Einwohner- oder BQZ-Bilanzen.

- Wenn für eine Kommune Ergebnisse einer Mobilitätserhebung vorliegen, können daraus in den meisten Fällen direkt kommunenspezifische Angaben zu den Verkehrsleistungen der Einwohner ermittelt werden. Alternativ können mit geringem Aufwand zumindest kommunentypspezifische Verkehrsleistungen pro Einwohner aus deutschlandweiten Mobilitätserhebungen (insbesondere Mobilität in Deutschland (MiD 2008)) abgeschätzt werden.
- Für eine BQZ-Bilanz werden auch Abschätzungen zur ÖSPV-Nutzung durch Besucher von auswärts benötigt. Hierfür liegen bisher keine regelmäßig aktualisierten Daten für alle Kommunen in Deutschland vor, so dass eine periodische BQZ-Bilanzierung für den ÖSPV bisher nicht möglich ist. Zukünftig erscheint prinzipiell über die Weiterentwicklung vorhandener Modelle, welche deutschlandweite Quell-Ziel-Beziehungen im Personenverkehr modellieren, auch eine näherungsweise Abschätzung von kommunenspezifischen Verkehrsdaten für den ÖSPV nach BQZ-Prinzip denkbar.

6.2.3 Schienenverkehr

Die Deutsche Bahn AG hat eine streckenfeine Erhebung sämtlicher Zugbewegungen in Deutschland, differenziert nach Zuggattungen im Personen- und Güterverkehr und berechnet daraus streckenfeine Fahrleistungen (Zug-km). Zusätzlich hat die DB AG auch für jeden Zug Angaben zur Zuglänge (Anzahl der Wagen → Wagen-km) und darauf basierende streckenfeine Berechnungen des Energieverbrauchs. Auf dieser Basis erstellt die DB AG jährlich ein streckenfeines Emissionskataster des von ihr betriebenen Schienenverkehrs in Deutschland (DB AG 2012), woraus bereits heute gemeindefeine Verkehrsdaten oder Emissionsdaten auf Anfrage Kommunen zur Verfügung gestellt werden können.[57]

Für einzelne Zuggattungen gibt es auch an anderen Stellen deutschlandweite Informationen, die aber nicht gemeindefein differenziert vorliegen, z.B. Daten des Statistischen

[57] Prinzipiell liegen bei der DB AG auch Daten zu Schienenverkehren durch nicht-bundeseigene Drittanbieter vor, die aber aus rechtlichen Gründen bisher nicht weitergegeben werden können.

Bundesamtes zur *angebotenen Verkehrsleistung (Platz-km) oder zur Fahrleistung (Zug-km)* im Schienenpersonennahverkehr pro Kreis in Deutschland (StBA-Publikation „Personenverkehr mit Bussen und Bahnen“).

Sowohl das Emissionskataster der DB AG als auch verfügbare statistische Daten ermöglichen eine Abgrenzung des Schienenverkehrs auf dem Territorium einer Kommune. Sie beinhalten jedoch keine Informationen zu den Start-Ziel-Beziehungen und sind damit ohne zusätzliche Informationen nicht für Bilanzierungen nach Einwohnerprinzip oder BQZ-Prinzip geeignet. Entsprechende Zusatzinformationen sind in Teilen grundsätzlich verfügbar, z.B. aus Mobilitätsbefragungen der Einwohner oder aus europäischen Güterverkehrsstatistiken. Diese Daten sind jedoch bisher nicht soweit aufgearbeitet, dass sie für eine Verwendung in kommunenspezifischen Emissionsbilanzen direkt verfügbar wären. Zukünftig wäre bei entsprechender Verknüpfung der vorliegenden streckenbezogenen Daten mit Quell-Ziel-Informationen in (teilweise bereits vorhandenen) Modellen eine kommunenspezifische Abschätzung von Schienenverkehren auch für andere Systemgrenzen als eine Territorialbilanz prinzipiell vorstellbar. Eine einfache Möglichkeit zur Erfassung des Schienenverkehrs in einer Einwohnerbilanz besteht grundsätzlich auch über die Verwendung nationaler Einwohnerdurchschnittswerte (Personen-km bzw. Tonnen-km pro Einwohner), die aber keinerlei Kommunenspezifität aufweist.

6.2.4 Binnenschifffahrt

Für ganz Deutschland liegen streckenabschnittsfeine Daten zu den Gütertransportmengen im Binnenschiffverkehr jährlich aktualisiert beim Statistischen Bundesamt vor (StaBA FS8 R4). Damit können Verkehrsleistungen (Tonnen-km) für jede Kommune an einer Binnenwasserstraße berechnet werden. Deutschlandweite streckenfeine Berechnungen wurden bereits für ausgewählte Bezugsjahre im Rahmen von Luftqualitätsvorhaben durchgeführt (vgl. Abbildung 6-11) und könnten über Verknüpfung mit den Gemeindegrenzen mit geringem Zusatzaufwand auch kommunenfein abgegrenzt werden. Auch ohne Bezug zu solchen Vorarbeiten könnten Verkehrsleistungsangaben des Statistischen Bundesamtes bereits heute über Flussanteile den betroffenen Gemeinden direkt zugerechnet werden.

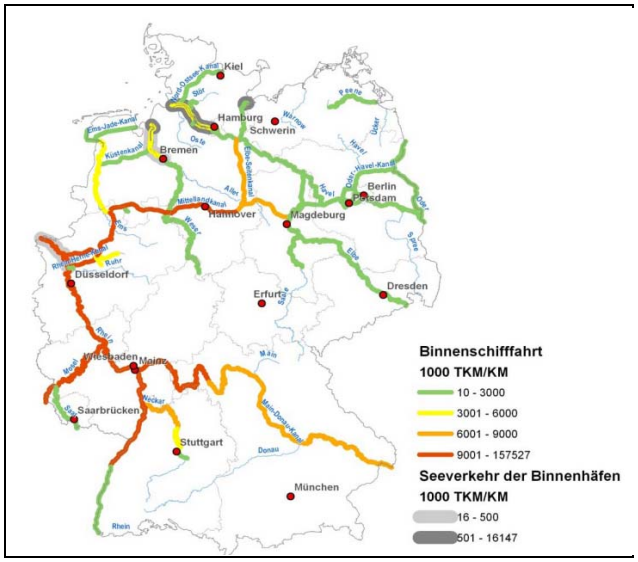


Abbildung 6-11: Regionalisierte Verkehrsleistungen von Binnenschiffen (Quelle: (UBA 2010))

Anhand dieser streckenfeinen Daten kann die Binnenschifffahrt in Territorialbilanzen erfasst werden, jedoch nicht kommunenspezifisch in Einwohner- oder BQZ-Bilanzen. Für diese Systemgrenzen wären Informationen zu den Quell-Ziel-Beziehungen der Transporte (Start, Ziel, Entfernungen) erforderlich, die in den öffentlichen Statistiken nicht enthalten sind. Eine einfache Möglichkeit zur Erfassung des Binnenschiffsverkehrs in einer Einwohnerbilanz besteht grundsätzlich über die Verwendung nationaler Einwohnerdurchschnittswerte (Tonnen-km pro Einwohner), die aber keinerlei Kommunenspezifität aufweist.

6.2.5 Flugverkehr

Jährliche gesamtdeutsche Summendaten zu den Verkehrsleistungen im von Deutschland abgehenden Flugverkehr differenziert nach nationalen und internationalen Flügen sowie zu den damit verbundenen Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen direkt über das Modell TREMOD (IFEU 2012) bereitgestellt werden. Weiterhin liegen in TREMOD für die 14 größten Verkehrsflughäfen in Deutschland jährliche Informationen zur Anzahl der Starts und Landungen sowie Berechnungen von damit verbundenem Energieverbrauch und Emissionen unter Verwendung flugzeugtypspezifischer Emissionsfaktoren vor. In (UBA 2010) wurden für ausgewählte Bezugsjahre Emissionen der Starts und Landungen (LTO) gewerblicher Flugzeuge auf ca. 70 Verkehrsflughäfen in Deutschland mit mittleren EFA berechnet. Grundlage dafür waren beim statistischen Bundesamt jährlich vorliegende Start- und Landestatistiken (StaBA Fs8, R 6.1).

Anhand der vorliegenden Statistiken können Basisdaten zur Berechnung von Energieverbrauch und Emissionen durch Starts und Landungen von Flugzeugen auf dem Territorium für Kommunen mit eigenem Verkehrsflughafen jährlich bereitgestellt werden. Andere kommunenspezifische Berechnungen, z.B. der Einbezug des Reiseflugs (Cruise) oder eine kommunale Zurechnung über die Herkunft/Ziele der Flugpassagiere in Deutschland sind anhand vorliegender Modelle und öffentlicher Statistiken nicht möglich.

Eine einfache Möglichkeit zur Erfassung von Emissionen des Flugverkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen besteht prinzipiell über die Verwendung nationaler Einwohnerdurchschnittswerte (Personen-km pro Einw.), die aber keinerlei Kommunenspezifität aufweist.

6.2.6 Verkehrsträgerübergreifende Datenquellen

6.2.6.1 Mobilitätsbefragungen

Deutschlandweit gibt es zwei große Mobilitätsbefragungen, die etwa alle fünf Jahre stattfinden.

1. Mobilität in Deutschland MiD (INFAS 2010)
2. Mobilität in Städten SrV (TUDD 2009)

Beide Erhebungen liefern wichtige Informationen zum Mobilitätsverhalten der Einwohner, die in einer kommunalen Treibhausgasbilanz nach Einwohnerprinzip verwendet werden können. Insbesondere können Verkehrsleistungen im motorisierten Individualverkehr (MIV) ebenso wie für die übrigen Verkehrsmittel im Personenverkehr abgeschätzt werden. Beim MIV werden Wege als Fahrer wie auch als Mitfahrer abgefragt. Somit können durchschnittliche Pkw-Auslastungen abgeschätzt und Fahrleistungen pro Einwohner rückgerechnet werden. Fahr- und Verkehrsleistungen der Einwohner einer Kommune können zusätzlich nach verschiedenen Wegezwecken differenziert werden.

MiD bildet alle Bundesländer und Regionstypen ab und ist gut geeignet, kommunentypspezifische Mobilitätsmuster deutschlandweit zu erfassen und auch Rückschlüsse auf das durchschnittliche Mobilitätsverhalten der Bevölkerung Deutschlands zu treffen. MiD wird entsprechend auch vielfältig zur Ermittlung nationaler Kenngrößen in Modellen eingesetzt.

SrV kann aufgrund der punktuellen Erfassung einzelner Städte/Regionen keine deutschlandweite Repräsentativität herstellen, kann aber für die konkreten ausgewählten Städte die kommunenspezifischen Informationen zusätzlich verbessern.

Nachfolgende Tabelle stellt ausgewählte Eckdaten beider Erhebungen gegenüber.

Tabelle 6-4: Eckdaten verschiedener Erhebungsmethoden im Verkehr

	Mobilität in Deutschland MiD 2008	Mobilität in Städten SrV 2008
Untersuchungsraum	Basisstichprobe: 270 Gemeinden in allen Bundesländern und mit gewichtetem Einbezug verschiedener siedlungsstruktureller Raumtypen (Einwohnerzahl, ländliche /städtische Lage einer Gemeinde). Zusätzliche regionale Aufstockung mit weiteren 220 Gemeinden.	76 Städte (davon vier Stadt-Umland-Regionen), davon 55 in den neuen Bundesländern, 21 in den alten Bundesländern. Einige Bundesländer (NDS, Saarland) sind in SrV 2008 nicht enthalten.
Stichprobe	Ca. 25.000 Haushalte in der Basisstichprobe sowie ca. 25.000 Haushalte in zusätzlichen regionalen Aufstockungen. Insgesamt über 100.000 Personen befragt.	Ca. 110.000 Personen
Quellen: (INFAS 2010), (TUDD 2009)		

Mit dem Mobilitätspanel MOP (KIT-IFV) gibt es noch eine weitere Erhebung zur Alltagsmobilität in Deutschland. In Form einer personenidentischen Mehrfachbefragung werden jährlich alle Ortsveränderungen der Teilnehmer über eine Woche hinweg erhoben. Dabei sind alle teilnehmenden Haushalte aufgefordert, im Jahresrhythmus dreimal an der Erhebung teilzunehmen. Durch die wiederholte Teilnahme der Befragten können intrapersonelle Veränderungen im Mobilitätsverhalten und ihre Ursachen analysiert werden. Jährlich erfolgt eine Erhebung in ca. 800 bis 1000 Haushalten (insgesamt ca. 1‘500 Personen), von denen etwa 2/3 bereits das zweite oder dritte Mal teilnehmen, während 1/3 pro Jahr neu hinzukommt.

Im Unterschied zu MiD und SrV, wo alle 5 Jahre eine große Stichprobe mit wechselnden Teilnehmern untersucht wird, erfolgt im MOP eine jährliche Analyse mit kleiner Stichprobe, dafür mit über mehrere Jahre gleichbleibenden Teilnehmern, was zusätzliche Erkenntnisse (z.B. Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, Vorher-Nachher-Vergleiche) ermöglicht.

6.2.6.2 Verkehrsmodelle

Verkehrsmodelle in Kommunen

Zahlreiche große Städte in Deutschland setzen in der Verkehrsplanung **kommunale Verkehrsmodelle** ein. In diesen wird die Verkehrsnachfrage im Stadtgebiet und über die Stadtgrenzen hinaus modelliert, die Wahl der genutzten Verkehrsmittel, sowie abschließend eine Umlegung auf die kommunale Verkehrsinfrastruktur. In den meisten Modellen ist neben dem Straßenverkehr auch der ÖPNV enthalten, im ersten Modellschritt der Verkehrsnachfragemodellierung häufig auch Rad- und Fußverkehr.

In diese Modellierungen fließen zahlreiche Basisdaten ein. z.B.:

- Mobilitätsbefragungen: Warum machen die Einwohner Wege? Wie lang sind die Wege? Welche Verkehrsmittel wählen sie?
- Verkehrserzeugende Strukturen in der Kommune: Wo liegen Ziele der Wege (Betriebe, Schulen, Einkaufszentren, Krankenhäuser…)? Wie viele Verkehrsteilnehmer kommen zu jedem Ziel (Arbeitsplätze, Besucherzahlen, Krankenhausbetten…)?
- Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln (z.B. Pkw-Bestand nach Haushaltseinkommen…): Haben Verkehrsteilnehmer die Möglichkeit, ein Auto zu nutzen?
- Verkehrsinfrastruktur (Straßennetz, Straßenbahnlinien…)

Die Umlegung der Wege/Fahrten auf das Straßennetz wird anhand von Verkehrszähldaten im Stadtgebiet sowie Kordonzählungen an zentralen Einfallstraßen kalibriert.

Die Ableitung von Quell-Ziel-Beziehungen innerhalb des Gebiets der Kommune sowie mit außerhalb gelegenen Start- und Zielorten ist eine wichtige Grundlage der Verkehrsnachfragemodellierung. Kommunale Verkehrsmodelle bieten demnach grundsätzlich eine gute

Datengrundlage zur Differenzierung des Verkehrs nach Binnen-, Quell-/Ziel- und Durchgangsverkehr. Allerdings wird diese Differenzierung häufig in den weiteren Schritten der Verkehrsmodellierung, insbesondere bei der Umlegung der Fahrten auf das Verkehrsnetz, nicht beibehalten. In den meisten Fällen ist zusätzlicher Aufwand erforderlich, um diese Differenzierung fahrleistungsbezogen aus den Verkehrsmodellen zu ermitteln.

Deutschlandweite Verkehrsmodelle

Die meisten Kommunen in Deutschland verfügen nicht über ein eigenes Verkehrsmodell, da der Aufbau und die Aktualisierung einen erheblichen Aufwand bedeuten. Es gibt allerdings auch **deutschlandweite Verkehrsmodelle**, welche vielfältige statistische Informationen und Verkehrsdaten (z.B. Strukturdaten, Mobilitätserhebungen, Kfz-Halterbefragungen, Verkehrszählungen…) miteinander verknüpfen zur Modellierung von deutschlandweiten Quell-Ziel-Beziehungen zwischen Gemeinden im Personen- und Güterverkehr.

- Ein Beispiel ist das kommerzielle Verkehrsmodell Validate der PTV AG (PTV 2013). Dieses unterteilt Deutschland in >10.000 Verkehrsbezirke nach Kreis- und Gemeindegrenzen und bildet über 3,5 Millionen Strecken im Straßennetz ab. Die Verkehrsdatenbasis wird jährlich vollständig neu erzeugt. Eine Kalibrierung der modellierten Fahrleistungen (unterteilt in Pkw und Lkw) erfolgt durch Abgleich mit deutschlandweiten Verkehrszähldaten, z.B. der BASt. PTV stellt kostenpflichtig Behörden/Ingenieurbüros gewünschte Modellausschnitte zur Verfügung oder führt auf Anfrage auch selbst (Teil-) Analysen für die Kommune durch. Bei Bedarf sind lokale Verfeinerungen bzw. Nachkalibrierungen der vorliegenden Verkehrsdaten möglich.
- Auf dem Experten-Workshop im Rahmen des aktuellen Vorhabens am 26.11.2012 wurde vom DLR – Institut für Verkehrsforschung das „Verkehrsmodell Deutschland“ vorgestellt (DLR 2012), welches Quell-Ziel-Beziehungen im Verkehr zwischen knapp 6.600 Verkehrszellen in Deutschland abbildet. Die Abgrenzung der Verkehrszellen entspricht weitgehend den Grenzen der Gemeindeverbände. Ergebnisse des Verkehrsmodells sind Quell-, Ziel- und Gesamtverkehrsaufkommen je Verkehrszelle sowie Verkehrsverflechtungen zwischen den Verkehrszellen differenziert nach Verkehrsmittel und Wegezweck. Ebenso werden Netzbelastungen auf deutschen Straßen, Schienen und Wasserwegen und die Verkehrs- und Fahrleistungen je Verkehrsmittel abgebildet.

Ein solches deutschlandweites Verkehrsmodell könnte zukünftig eine sehr gute Grundlage zur Bereitstellung von kommunenspezifischen Verkehrsdaten nach BQZ-Prinzip für alle Kommunen in Deutschland sein. Ebenso könnte es für eine zusätzliche Differenzierung der Daten von Territorialbilanzen aller Kommunen nach Verkehrsarten (B-QZ-T) und Wegezwecken verwendet werden. Eine wichtige Voraussetzung dafür wäre, dass die Modelldaten regelmäßig aktualisiert werden und ohne bzw. mit geringen Kosten für die Kommunen zur Verfügung gestellt werden[58]. Gleichzeitig wären nach IFEU-Einschätzung noch weitere Modellanpassungen sinnvoll, z.B. eine Übereinstimmung der Verkehrszellen mit den Territorialgrenzen der ca. 11.000 Gemeinden in Deutschland sowie weitere Verfeinerungen der Verkehrsdaten. Dies könnte ggf. über Verknüpfung mit anderen Vorhaben erfolgen (z.B. aktuelles Vorhaben des Umweltbundesamtes[59]), soweit diese eine höhere Verfeinerung der streckenfeinen Fahrleistungen haben.

[58] Denkbar wäre aus IFEU-Sicht z.B. eine Förderung durch den Bund, da bei einem deutschlandweit regionalisierten Emissionsmodell auch Nutzen für nationale Fragestellungen gesehen werden.

[59] Aktuell läuft am Umweltbundesamt ein Vorhaben, welches zukünftig die regelmäßige Regionalisierung aller Emissionen der nationalen Emissionsdatenbank ZSE ermöglichen soll.

6.3 Empfehlungen für einheitliche kommunale Bilanzierungsregeln im Verkehrsbereich

6.3.1 Systematische Gegenüberstellung verschiedener Systemgrenzen

Ein zentrales Ziel des Vorhabens „Klimaschutz-Planer“ ist es, geeignete standardisierte Bilanzierungsregeln für zukünftige kommunale Treibhausgasbilanzierung zu bestimmen. Im Verkehr hat sich als zentrale Fragestellung die Festlegung von einheitlichen Systemgrenzen herauskristallisiert, nach denen alle Kommunen zukünftig bilanzieren sollten.

Daher wurden die verschiedenen Systemgrenzen (vgl. Kapitel 6.3.1) systematisch bezüglich der in Kapitel 2 benannten Entscheidungskriterien untersucht und gegenübergestellt. Ergänzend wurden eine fahrzeugbezogene Abgrenzung über lokale Kfz-Zulassungszahlen einer Gemeinde (nur für Straßenverkehr) einbezogen sowie die derzeitigen Empfehlungen des Klima-Bündnis mit je nach Verkehrsmittel unterschiedlichen Systemgrenzen (vgl. **Tabelle** 6-5 und Kapitel 9.1.1). Die Ergebnisse der Gegenüberstellung der verschiedenen Systemgrenzen sind in Tabelle 6-6 (S.73) zusammengefasst dargestellt. Detaillierte Erläuterungen zu den getroffenen Einschätzungen sind im Anhang (Kapitel 9.1) dokumentiert.

Tabelle 6-5: Bisherige Klima-Bündnis-Empfehlungen für kommunale Treibhausgasbilanzen im Verkehr

Verkehrsmittel	Systemgrenze	Datenspezifität
Motorisierter Individualverkehr (Pkw, motorisierte Zweiräder)	Kfz-zulassungsbasiert	Lokale-Kfz-Anzahl verknüpft mit (nationalen) Kennwerten der Jahresfahrleistungen pro Kfz
ÖPNV (Bus, Bahn)	Territorial	Lokalspezifisch
Personenfernverkehr (Bahn, Flug)	Einwohnerbilanz	Nationale Einwohnerkennwerte
Straßengüterverkehr (Lkw, Leichte Nutzfahrzeuge)	Kfz-zulassungsbasiert	Lokale-Kfz-Anzahl verknüpft mit nationalen Kennwerten der Jahresfahrleistungen pro Kfz
Güterverkehr mit Bahn und Binnenschiff	Quellbilanz: Alle in der Kommune startenden Güterverkehre werden bilanziert.	Lokalspezifisch
Quelle: (KB 2011)		

6.3.1.1 Eignung für die Zielstellungen kommunaler Treibhausgasbilanzen

Unter dem Aspekt der Bilanzierungsziele schneidet die Binnen-Quell-/Ziel-Bilanz (BQZ-Bilanz) am besten ab. Auch eine Territorialbilanz kann wichtige kommunale Handlungsfelder und Maßnahmenpotenziale aufzeigen, wobei hier eine zusätzliche ursachenbezogene Differenzierung der Verkehrsaktivitäten (insbesondere nach Verkehrsarten) wichtig ist.

Mit einer Einwohnerbilanz können hingegen nur bedingt lokalspezifische Klimaschutzmaßnahmen abgeleitet werden, insbesondere da sie einen wesentlichen Teil der Verkehre im kommunalen Handlungsfeld nicht einbezieht (Verkehre auswärtiger Besucher, die auch durch kommunale Maßnahmen beeinflusst werden können). Bei Verwendung nationaler Kennwerte anstelle kommunenspezifischer Daten (insbesondere im Güterverkehr) fehlt in der Bilanz die Möglichkeit zur Abbildung kommunaler Maßnahmeneffekte. Eine Einwohnerbilanz kann ggf. durch Emissionsberechnungen über Kfz-Zulassungen angepasst werden, allerdings nur für den Straßenverkehr.

Viele Kommunen nutzen derzeit das Bilanzierungstool ECORegion und orientieren sich dabei an methodischen Empfehlungen des Klima-Bündnis (KB 2011). Diese basieren vorrangig auf der bisherigen Datenverfügbarkeit in kommunalen Verwaltungen (insbesondere

kleinerer Kommunen) und kombinieren für die einzelnen Verkehrsmittel verschiedene Systemgrenzen sowie nationale und kommunenspezifische Kennwerte. Im Ergebnis kann es insbesondere bei Potenzialanalysen zu erheblichen Fehleinschätzungen kommen[60]. Folglich sind die Klima-Bündnis-Empfehlungen für die Bewertung des Erfolgspotenzials kommunaler Klimaschutzaktivitäten nur wenig geeignet - vor allem im Vergleich zu den Alternativen BQZ-Bilanz und Territorialbilanz.

6.3.1.2 Datenverfügbarkeit und Bilanzierungsaufwand

Die Empfehlungen des Klima-Bündnis orientieren sich stark an der derzeitigen Datenverfügbarkeit in Kommunen und schneiden in dieser Kategorie dementsprechend am besten ab. Von den in Kapitel 6.3.1 erläuterten Systemgrenzen schneidet die Territorialbilanz am besten ab. Sowohl in Bezug auf bereits in den Kommunen verfügbaren kommunenspezifischen Daten als auch den Möglichkeiten und dem Aufwand, fehlende Daten zu ermitteln.

Für Einwohnerbilanzen liegen in größeren Städten häufig kommunenspezifische Mobilitätserhebungen vor. Kleinere Kommunen können aus bundesweiten Erhebungen zumindest Mobilitätskennwerte für Kommunentypen (Einwohnerklasse, Raumordnungstyp u.ä.) ableiten. Nicht verfügbar sind jedoch kommunenspezifische Daten zum Güterverkehr, der durch das Einwohnerverhalten verursacht wird. Auch eine Ergänzung der Einwohnerbilanz über die lokalen Kfz-Bestände kann zur Verbesserung der Datenlage kaum beitragen, da nahezu keine kommunenspezifischen Daten zu den Jahresfahrleistungen pro Kfz verfügbar sind.

Fast durchweg ungünstig stellt sich die Datenverfügbarkeit für Kommunen bisher für eine BQZ-Bilanz dar. Hier müssen die konkreten Quell-Ziel-Beziehungen für Personen- und Güterverkehr zwischen Kommunen mit allen Verkehrsmitteln ermittelt werden, was zwar prinzipiell möglich, aber für einzelne Kommunen mit hohem Aufwand verbunden ist.

Für einen vollständigen Vergleich der Methoden müssen neben der heutigen Datenverfügbarkeit auch Möglichkeiten analysiert werden, weitergehende kommunenspezifische Verkehrsdaten zu ermitteln und zukünftig den Kommunen zur Verfügung zu stellen. Aktuelle Untersuchungen im Forschungsvorhaben zeigen, dass insbesondere bei Territorialbilanz und BQZ-Bilanz die Datenverfügbarkeit verbessert und durch eine zentrale Datenbereitstellung der Bilanzierungsaufwand für die Kommunen deutlich reduziert werden könnte (vgl. Kapitel 6.2). Bei der Territorialbilanz bliebe gleichzeitig die aus Sicht der Kommunen wichtige Option erhalten, dass Kommunen mit eigenen Daten (z.B. aus kommunalen Verkehrsmodellen) die Genauigkeit und Kommunenspezifität der Bilanz verbessern können.

6.3.1.3 Konsistenz, Kompatibilität und Bilanzgerechtigkeit

In einer BQZ-Bilanz sowie Einwohnerbilanz werden alle Verkehrsmittel nach einheitlicher Methodik erfasst, wobei in der Einwohnerbilanz kommunenspezifische Werte im Personenverkehr verwendet werden können, aber nur nationale Kennwerte im Güterverkehr. Eine Territorialbilanz ist konsistent für alle bodengebundenen Verkehrsmittel, nicht jedoch für den Flugverkehr, dessen Erfassung in bzw. über Territorium der Kommune nicht praktikabel und sinnvoll ist. Die Empfehlungen des Klima-Bündnis sind nicht methodisch konsistent, da sie unterschiedliche Systemgrenzen für die einzelnen Verkehrsmittel verwenden und zudem im Personen- wie auch Güterverkehr kommunenspezifische und nationale Kennwerte mischen.

[60] Beispielsweise kann die Verlagerung von MIV-Fahrten auf den ÖPNV in der Bilanz zu einer Emissionserhöhung führen: Mit der ÖPNV-Erhöhung steigen auch die Emissionen des in der Bilanz kommunenspezifisch erfassten ÖPNV. Gleichzeitig wird aber die reduzierte Pkw-Nutzung in der Kommune nicht in der Bilanz abgebildet, da dort nationale Kennwerte der Pkw-Jahresfahrleistungen verwendet werden (s. S. 36).

Internationale Empfehlungen zur kommunalen Treibhausgasbilanzierung ((CoM 2010), (GPC 2012)) empfehlen für den Verkehrssektor die Erstellung von Territorialbilanzen. In (GPC 2012) werden derzeit auch Möglichkeiten zur Binnen-Quell-/Ziel-Bilanzierung geprüft.

Im stationären Sektor werden durchgängig endenergiebasierte Territorialbilanzen erstellt, so dass eine Territorialbilanz im Verkehr hier die beste Kompatibilität aufweisen würde.

Nur die BQZ-Bilanz ist als vollständig verursachergerecht einzustufen, da der Kommune genau die Verkehre angerechnet werden, die sie vollständig oder anteilig verursacht und auch im Rahmen ihres Handlungsfelds beeinflussen kann. Andere Methoden enthalten z.T. Verkehre, die durch die Kommune nicht direkt verursacht werden, z.B. Durchgangsverkehr in der Territorialbilanz ,die der Kommune aber durchaus wirtschaftlichen Nutzen bringen können, z.B. durch Mitbenutzung der zusätzlichen Verkehrsinfrastruktur. Oder es werden wichtige Verkehre nicht mitbilanziert, die aber im kommunalen Handlungsfeld liegen (z.B. Einpendler bei einer Einwohnerbilanz). Auch wenn die Emissionsberechnung (teilweise) über nationale Kennwerte erfolgt, ist sie zwangsläufig nicht verursachergerecht für einzelne Kommunen.

6.3.1.4 Fazit aus der Gegenüberstellung der Systemgrenzen

In der systematischen Gegenüberstellung stellt keine Systemgrenze durchgängig in allen Entscheidungskriterien die beste Lösung dar. Jede Methodik hat Stärken und Schwächen in unterschiedlichen Bereichen (vgl. Tabelle 6-6). Den besten Kompromiss zwischen Erfüllung der Bilanzierungsziele sowie heutiger und zukünftiger Datenverfügbarkeit (inkl. Aufwand und Anpassbarkeit für die Kommune) stellen insgesamt Territorialbilanz und BQZ-Bilanz dar.

Tabelle 6-6: Bewertung der Systemgrenzen nach verschiedenen Entscheidungskriterien

	Territorial-bilanz	Binnen-Quell-/Ziel-Bilanz	Einwohner-bilanz	Kfz-Zulassungs-basiert	Klima-Bündnis-Empfehlung
1) Eignung für kommunale Bilanzierungsziele (Maßnahmen und Potenziale)					
Kommunale Einflussmöglichkeiten auf bilanzierte Verkehre	+	++	o	o	o
Identifizierung wichtiger Maßnahmenfelder	+	++	-	--	--
Potenzialabschätzung für kommunale Maßnahmen (Vermeiden, Verlagern)	+	++	o	-	--
Abschätzung von Potenzialen für verbesserte Energieeffizienz	+	o	+	+	+
Ausschöpfung des kommunalen Handlungsbereichs	++	++	o	-	-
Erfolgsmonitoring von Maßnahmen	+	++	o	-	--
Zwischeneinschätzung	**+**	**++**	**o**	**-**	**-**
2) Datenverfügbarkeit und Ermittlungsaufwand					
Aktuelle Datenverfügbarkeit	+	-	o	o	++
Aktueller Aufwand für Kommunen zur Datenermittlung	o	--	o	o	+
Möglichkeiten einer zukünftigen zentralen Datenbereitstellung	+	+	o	o	o
Optionale zukünftige Anpassung mit eigenen Verkehrsdaten der Kommunen	+	-	o	o	+
Datengrundlage für Szenarien	+	+	o	-	--
Zwischeneinschätzung	**+**	**-**	**o**	**o**	**+**

	Territorial-bilanz	Binnen-Quell-/Ziel-Bilanz	Einwohner-bilanz	Kfz-Zulassungs-basiert	Klima-Bündnis-Empfehlung
3) Konsistenz und Kompatibilität der Methodik					
Konsistenz der Abgrenzung	+	+	++	o	-
Genauigkeit der Emissionsberech-nungen	+	o	o	+	+
Kompatibilität mit internationalen Empfehlungen	+	o	-	-	-
Kompatibilität mit anderen Sektoren	+	o	-	-	-
Verständlichkeit der Methodik	+	o	+	o	o
Zwischeneinschätzung	**+**	**o**	**o**	**o**	**-**
4) Interkommunale Vergleichbarkeit und Bilanzgerechtigkeit					
Interkommunale Vergleichbarkeit	+	+	o	-	-
Anrechnung multimodaler Wegeket-ten	-	o	+	o	o
Verursachergerechte Anrechnung verkehrsbedingter Emissionen	o	+	o	-	-
Indirekte Nutzen für Kommune durch bilanzierte Verkehre	+	+	o	o	o
Zwischeneinschätzung	**o**	**+**	**o**	**-**	**-**
Gesamteinschätzung	**+**	**+**	**o**	**o**	**o**

6.3.1.5 IFEU-Empfehlungen für einheitliche Systemgrenzen im Verkehr

Aus der systematischen Gegenüberstellung der Systemgrenzen ergibt sich für Territorialbilanz und BQZ-Bilanz die beste Ausgewogenheit zwischen Erfüllung der Bilanzierungsziele sowie Datenverfügbarkeit und Aufwand für die Kommunen. IFEU empfiehlt für die zukünftige Erfassung des Verkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen eine **Territorialbilanz**. Diese hat den Vorteil, dass sowohl die Datenverfügbarkeit für viele Kommunen bereits heute gut ist als auch Möglichkeiten einer zukünftigen zentralen Datenbereitstellung für alle Kommunen gesehen werden. Gleichzeitig behalten Kommunen auch zukünftig die Möglichkeit, die Bilanz mit eigenen Verkehrsdaten höherer Datengüte, falls diese aus anderen kommunalen Anwendungen vorliegen, mit begrenztem Aufwand anzupassen.

Der Straßenverkehr wird in der Territorialbilanz weiter differenziert.

- Als wichtigster Schritt wird der anteilige **Durchgangsverkehr** auf dem Territorium abgeschätzt, der durch kommunale Aktivitäten kaum beeinflussbar ist. Die Erfassung des Durchgangsverkehrs einer Kommune ist bereits heute in größeren Kommunen häufig mittels vorhandener Verkehrsmodelle grundsätzlich möglich. Auch für kleinere Kommunen ist eine empirische Erfassung (Zählungen) leistbar, wenn auch mit größerem Aufwand verbunden. Für die Zukunft besteht grundsätzlich die Option einer zentralen Datenbereitstellung von Orientierungswerten für alle Kommunen bei einer entsprechenden Weiterentwicklung und Adaption eines deutschlandweiten Verkehrsmodells für diese Fragestellungen.
- Bei entsprechender Datenlage wird der übrige Straßenverkehr weiter nach **Binnenverkehr** und **Quell-/Zielverkehr** differenziert.
- Je nach Datenverfügbarkeit in den Kommunen ist im Personenverkehr zusätzlich eine Differenzierung nach **Wegezwecken** empfehlenswert.

6.3.2 Verkehrsmittel

Zur Festlegung, welche Verkehrsmittel zukünftig in allen kommunalen Treibhausgasbilanzen zu erfassen sind, sind folgende Fragen wichtig:

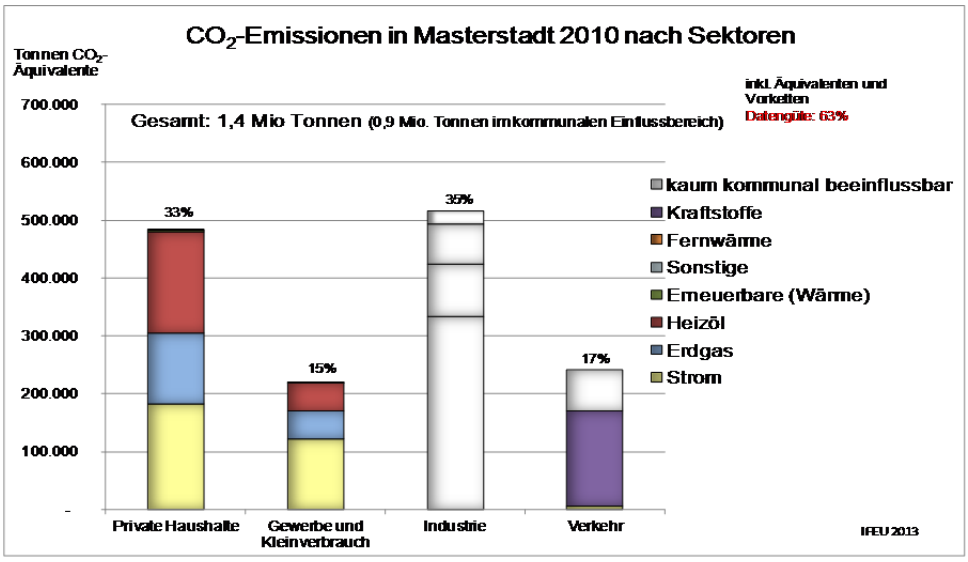
- Sollen im Sinne der Vollständigkeit alle Verkehrsmittel in der Bilanz erfasst werden oder nur Verkehrsmittel mit größerer Relevanz für kommunale Klimaschutzaktivitäten?
- Liegen geeignete Verkehrsdaten für die Verkehrsmittel in allen Kommunen vor bzw. können den Kommunen bereitgestellt werden?

Bei dem Experten-Workshop am 26.11.2012 waren die Teilnehmer fast einstimmig der Ansicht, dass kommunale Treibhausgasbilanzen alle Verkehrsmittel umfassen sollten, einschließlich der Verkehrsmittel im Personen- und Güterfernverkehr (vgl. Protokoll im Anhang 9.1). Wie in Kapitel 6.2 dargestellt, stehen zudem für sämtliche Verkehrsmittel deutschlandweite Datenquellen für kommunenspezifische Verkehrsdaten zur Verfügung. Das IFEU empfiehlt, in kommunalen Treibhausgasbilanzen zukünftig **alle motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr** zu erfassen.

Verkehrsmittel des Fernverkehrs (Reisebus, Schienenpersonenfernverkehr, Schienengüterverkehr, Binnenschiff, Flugzeug) sind kaum durch kommunale Maßnahmen beeinflussbar. Auch im Straßenverkehr (Pkw & Lkw) entfällt ein Teil des Verkehrs auf Fahrten, die kaum durch kommunale Aktivitäten beeinflusst werden können, bei einer Territorialbilanz insbesondere der Durchgangsverkehr auf dem Territorium. Daher ist bei der Darstellung der Bilanzergebnisse eine Differenzierung nach dem Grad der Beeinflussbarkeit zu empfehlen. Eine ähnliche Differenzierung wird im Rahmen des Klimaschutz-Planers auch für die stationären Sektoren vorgeschlagen (vgl. Abbildung 6-12). Sie ermöglicht den Kommunen sowohl die Darstellung sämtlicher Treibhausgasemissionen durch Aktivitäten (Endenergieverbrauch, Verkehr) auf dem Territorium als auch die Konzentration auf solche Aktivitäten, die kommunale Handlungsschwerpunkte im Klimaschutz darstellen.

Das IFEU empfiehlt daher, als Bilanzergebnis stets 2 Werte darzustellen:

a) **Vollständige Emissionen**: Alle Verkehrsmittel und Verkehrsaktivitäten
b) **Anteilige Emissionen im kommunalen Handlungsbereich**:
MIV-BQZ, ÖPNV (Bus, SSU, SPNV), Straßengüterverkehr BQZ



IFEU Heidelberg 2013

Abbildung 6-12: Beispiel für den kommunalen Einflussbereich im Klimaschutz für verschiedene Sektoren und deren Treibhausgasemissionen

Flugverkehr

Der Flugverkehr stellt besondere Herausforderungen an die Bilanzierung. Flugverkehr ist kaum durch kommunale Maßnahmen beeinflussbar; ein gewisser Einfluss ist prinzipiell möglich, z.B. für Städte als Mitbetreiber von Flughäfen. Flugverkehr sollte daher in der kommunalen Bilanz v.a. im Sinne einer vollständigen Erfassung aller Verkehrsmittel einbezogen werden.

Da eine genaue Erfassung des Flugverkehrs in bzw. über Territorium der Kommunen nicht möglich ist, wurden auf einem zusätzlichen internen Abstimmungstreffen im Rahmen des Vorhabens verschiedene alternative Systemgrenzen diskutiert. Der Fokus lag dabei auf einer Einwohnerbilanz mit nationalen Kennwerten und der kommunenspezifische Bilanzierung von Emissionen der Starts und Landungen auf dem Territorium (LTO-Zyklus). Tabelle 6-7 stellt wichtige Rückmeldungen dar.

Ausgehend von dieser Diskussion empfiehlt das IFEU eine Erfassung des Flugverkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen über die **Emissionen von Starts und Landungen auf dem Territorium** einer Kommune („LTO-Bilanz“).

Die IFEU-Empfehlung wird vom Projektpartner IdE mitgetragen. Der Projektpartner Klima-Bündnis bevorzugt eher einen Einbezug des Flugverkehrs über eine Einwohnerbilanz mit nationalen Kennwerten und begründet dies vornehmlich mit erwarteten Akzeptanzproblemen seitens der Kommunen. Das Klima-Bündnis regt daher eine zusätzliche Befragung von Kommunen zu deren Einschätzungen an.

Tabelle 6-7: Pro- und Contra-Argumente eines internen Abstimmungstreffens im Vorhaben „Klimaschutz-Planer“ für verschiedene Systemgrenzen im Flugverkehr

Pro LTO-Bilanz / Contra Einwohnerbilanz	Contra LTO-Bilanz / Pro Einwohnerbilanz
Eine LTO-Bilanz der Starts und Landungen auf dem Territorium passt methodisch am besten zu Territorialbilanz der übrigen Verkehrsmittel.	Einwohnerbilanz mit nationalen Kennwerten hat keine Zusatzinfo, da jede Person in Deutschland gleich viel fliegen würde. Entsprechende einwohnerbezogene Kenndaten werden über eine separate Bürgerbilanz im Klimaschutz-Planer abgebildet.
Großer Flugverkehrsanteil in der Bilanz würde nur wenige Städte mit Flughäfen betreffen (ca. 14 Kommunen von >11.000).	Kleine Gemeinden mit Flughafen (z.B. Schönefeld, Schkeuditz) bekommen Emissionen angerechnet und nicht die benachbarte Großstadt.
Auf Sylt kommen viele Gäste mit dem Flugzeug. Diese Emissionen müssen in der Bilanz dargestellt werden, damit die Kommune hier Maßnahmenpotenziale ermitteln kann.	In Kommunen mit überregionalem Flughafen wie Frankfurt/M. sehr hoher Emissionsanteil von Durchreisenden verursacht. LTO würde zu einem großem Flug-Anteil in der Bilanz führen.
Politik (z.B. NGOs, Opposition, Bügerinitiativen) will Flughäfen in der Bilanz haben.	Politik (z.B. Bürgermeister) will Flughäfen nicht in der Bilanz haben.
Kommunen profitieren wirtschaftlich von Flughäfen. Deshalb müssen ihnen auch die Umweltfolgen anteilig zugerechnet werden.	
Kommune/Land kann begrenzt über Maßnahmen wie emissionsabhängige Landegebühren flughafenbezogen etwas machen.	
Flugverkehr wird in der Bilanz als „kaum beeinflussbar“ gekennzeichnet und verliert dadurch an Brisanz (interessierte Akteure können jedoch trotzdem die Zahlen sehen).	
Wenn auf Forderung einzelner Städte der lokale Flughafen nicht in der Bilanz erfasst wird, können andere Städte mit hohen Emissionen stationärer Industrieanlagen ein Weglassen dieser Emissionen aus der Bilanz fordern, auf die sie ebenfalls kaum Einfluss haben (Feedback von Masterplan-Kommunen).	

6.3.3 Kommunenspezifische Anpassungen im Straßenverkehr

Grundsätzlich sind vielfältige kommunenspezifische Verfeinerungen der Emissionsberechnungen im Straßenverkehr möglich, da für den Straßenverkehr über HBEFA (INFAS 2010) hoch differenzierte Emissionsfaktoren zur Verfügung stehen: sowohl für Fahrzeugschichten mit unterschiedlichem Verbrauchs- und Emissionsverhalten als auch für verschiedene Verkehrssituationen (Straßentyp, Geschwindigkeitslimit, Verkehrsfluss).

Allerdings haben Kommunen nur in den wenigsten Fällen entsprechend differenzierte Informationen für eine entsprechende kommunenspezifische Verfeinerung:

- Bei Nutzung kommunaler Verkehrsmodelle oder auch über zentrale Datenbereitstellungen (vgl. Kapitel 6.2) können die Fahrleistungen üblicherweise nach Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) differenziert werden, in vielen Fällen auch nach Straßentypen mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsregelungen. Nur in sehr wenigen Fällen ist eine weitere Differenzierung nach Verkehrsflussparametern möglich, da diese sehr stark variieren, abhängig vom Ausbaugrad der Straßen, dem im Tagesverlauf variierenden Verkehrsaufkommen, Ampelschaltungen und weiteren Parametern.
- Kfz-Flottenzusammensetzungen liegen als statische Bestandszahlen für die Einwohner vor. Über durchschnittliche Jahresfahrleistungen pro Fahrzeugschicht (Antriebsart, Größenklasse, Alter) aus HBEFA lassen sich damit entsprechende dynamische Flottenzusammensetzungen für den Kfz-Bestand der Kommune ableiten. Allerdings ist diese dynamische Flotte nicht anwendbar auf den Verkehr auf dem Territorium der Kommune, der zu einem erheblichen Anteil auch durch auswärtige Kfz mitbestimmt ist.

Eine Differenzierung der kommunenspezifischen Fahrleistungen nach Straßenkategorien ist anhand der verfügbaren Datengrundlagen grundsätzlich für alle Kommunen gut möglich. Sie erscheint auch sinnvoll, da die Anteile von Autobahnen und Außerortsstraßen kommunenspezifisch stark variieren und die Kraftstoffverbräuche der Fahrzeuge je nach Straßenkategorie deutlich variieren. Eine weitere Verfeinerung über Straßenkategorien hinaus wäre dagegen sehr aufwändig und anhand der Datenlage kaum für alle Kommunen möglich. Sie hat für die in einer Treibhausgasbilanz dargestellten Jahressummen auch nur geringe Relevanz.

Das IFEU empfiehlt daher, in kommunalen Treibhausgasbilanzen zukünftig die **Emissionsberechnungen im Straßenverkehr zusätzlich nach Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) zu differenzieren**, jedoch keine weiteren kommunenspezifischen Anpassungen hinsichtlich Verkehrssituationen oder Kfz-Flottenzusammensetzungen vorzunehmen.

6.3.4 Emissionsfaktoren

In Deutschland liegen mit dem Modell TREMOD harmonisierte und regelmäßig aktualisierte Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren für alle Verkehrsmittel vor. Damit können vom IFEU mit dem Klimaschutz-Planer allen Kommunen geeignete Emissionsfaktoren für kommunale Treibhausgasbilanzen bereitgestellt werden.

Emissionsfaktoren werden nach Verkehrsmitteln und Energieträgern differenziert sowie um Straßenverkehr zusätzlich nach Straßenkategorien. Eine weitergehende Differenzierung zur möglichen Verfeinerung der Emissionsberechnungen in Kommunen hinsichtlich lokaler Kfz-Flottenzusammensetzungen und spezieller Verkehrssituationen erscheint im Rahmen des Klimaschutz-Planers nicht notwendig. Entsprechend detaillierte Informationen zum Verkehr dürften auch zukünftig nur in wenigen Kommunen zur Verfügung stehen und zudem ist die Bedeutung entsprechender Verfeinerungen für die Gesamtbilanz nur gering.

Die bereitgestellten Emissionsfaktoren sind im Verkehr analog zu den stationären Sektoren als **CO_2-Äquivalente (CO_2, CH_4, N_2O) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung**.

6.3.5 Zusammenfassung der IFEU-Empfehlungen für einheitliche Bilanzierungsregeln bei kommunalen Treibhausgasbilanzen des Verkehrs

Das IFEU empfiehlt für die zukünftige Erfassung des Verkehrs in kommunalen Treibhausgasbilanzen die Erstellung einer Territorialbilanz unter Einbezug sämtlicher motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr sowie mit erweiterten Differenzierungen im Straßenverkehr nach Herkunft und Ursachen. Der Flugverkehr wird über die Emissionen der Starts und Landungen auf dem Territorium (LTO-Zyklus) erfasst.

Alle Verkehrsaktivitäten und damit verbundene Emissionen in der Bilanz werden entsprechend ihrer Verursachung durch die Kommune und Beeinflussbarkeit durch kommunale Maßnahmen differenziert. Als gut kommunal beeinflussbar werden Binnen- und Quell-/Zielverkehr im Straßenverkehr (MIV, Lkw, LNF) sowie öffentlicher Personennahverkehr ÖPNV eingestuft. Emissionen aus dem Straßen-Durchgangsverkehr, öffentlichen Personenfernverkehr ÖPFV (Bahn, Reisebus, Flug) sowie aus dem Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr werden als kaum kommunal beeinflussbar eingestuft. Der Grad einer möglichen Beeinflussung durch kommunale Klimaschutzaktivitäten wird bei der Darstellung der Bilanzergebnisse analog zu den stationären Sektoren hervorgehoben. Das Bilanzergebnis enthält damit immer neben der Gesamtemission eine Angabe zur Höhe der anteiligen Emissionen im kommunalen Einflussbereich.

Je nach Datenverfügbarkeit in den Kommunen kann im motorisierten Individualverkehr optional eine zusätzliche Differenzierung nach Wegezwecken durchgeführt werden, welche zusätzliche Informationen zur Identifizierung wichtiger Handlungsfelder und zur Ableitung maßnahmenspezifischer Minderungspotenziale auf Grundlage der Bilanz ermöglichen.

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 zentral für alle Kommunen als nationale Kennwerte bereitgestellt. Die Werte sind analog zu den stationären Sektoren in CO_2-Äquivalenten (CO_2, CH_4, N_2O) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung. Abbildung 6-13 stellt die Empfehlung des IFEU grafisch dar.

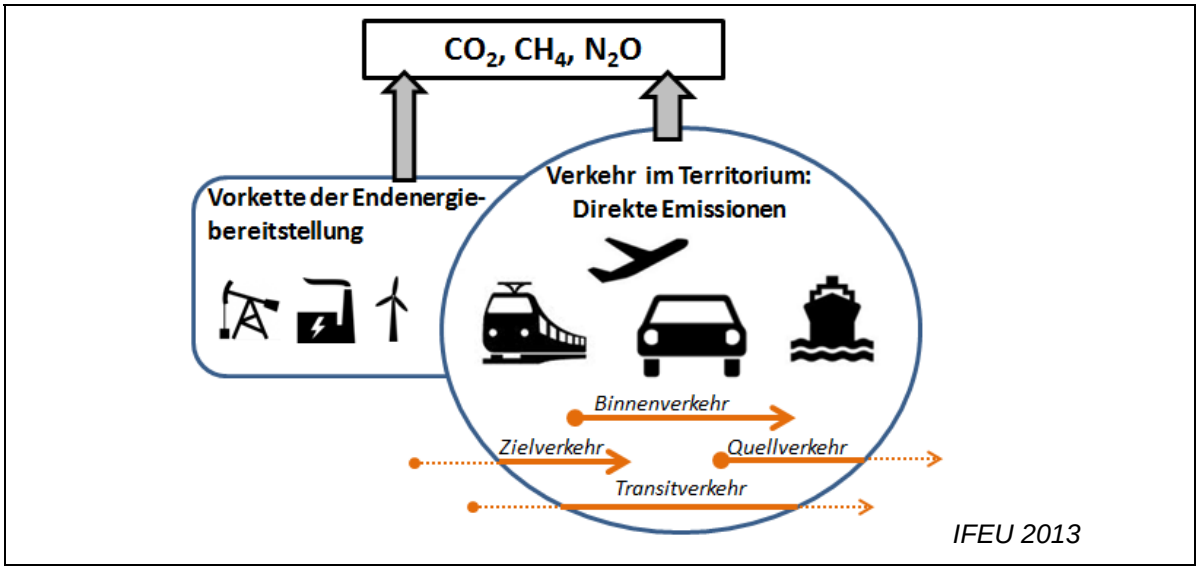


Abbildung 6-13: IFEU-Empfehlung zu Bilanzgrenzen und Differenzierung im Verkehr

Wesentliche Stärken der vorgeschlagenen Bilanzierungsregeln 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. Wichtige Zielgruppen und Akteure (Einwohner, Arbeitgeber, Versorgungseinrichtungen, Industrie, Handel…) sind im kommunalen Handlungsfeld erreichbar.

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. Auch ohne solche Differenzierungen sind Einschätzungen möglich, wie stark die Emissionen durch Vermeidung von Verkehr oder die Verlagerung auf klimafreundlichere Verkehrsmittel reduziert werden können.

Erfolgsmonitoring für durchgeführte kommunale Maßnahmen

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

Datenverfügbarkeit

Für eine Territorialbilanz sind grundsätzlich deutschlandweit lokalspezifische Daten für alle Verkehrsmittel verfügbar. Neben den kommunalen Verkehrsmodellen v.a. größerer Städte ermitteln z.B. einige Bundesländer jährlich gemeindefeine Fahrleistungsdaten im Straßenverkehr für alle Kommunen. Auf Bundesebene wurden in verschiedenen Forschungsvorhaben (z.B. zur Luftqualität) Regionalisierungen des Straßenverkehrs in ganz Deutschland durchgeführt. Auch zum Bahnverkehr existiert ein deutschlandweites stre-

ckenfeines Emissionskataster, das eine kommunenfeine Zurechnung von Bahnverkehr und Energieverbräuchen ermöglicht.

Aktuelle Untersuchungen im Forschungsvorhaben zeigen, dass auf Basis von deutschlandweiten Datengrundlagen und Modellen zukünftig für kommunale Territorialbilanzen kommunenspezifische Verkehrsdaten inkl. Differenzierung nach Binnen-, Quell-Ziel, Transitverkehr deutschlandweit für alle Kommunen zentral bereitgestellt werden könnten. Gleichzeitig bliebe für die Kommunen die Option erhalten, die Datengüte der Bilanz mit eigenen Daten (z.B. aus der kommunalen Verkehrsplanung) zu verbessern.

Methodische Konsistenz

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 bzw. darauf aufbauenden Szenarienrechnungen erfasst.

Eine exakte Abgrenzung der Emissionen für alle Flugbewegungen über dem Territorium einer Kommune ist nicht praktikabel und auch nicht sinnvoll. Durch die Bilanzierung der Emissionen durch Starts und Landungen auf dem Territorium (LTO-Zyklus) wird näherungsweise ein territorialer Bezug hergestellt. Gleichzeitig stellt diese Abgrenzung auch Synergien zu kommunaler Luftreinhalte- und Lärmaktionsplanung her.

Kompatibilität (Internationale Empfehlungen, Bilanzierung in stationären Sektoren)

Eine Territorialbilanz wird für den Verkehr auf kommunaler Ebene auch im GPC (Global Protocol for Community Scale GHG Emissions) empfohlen, an dem verschiedene internationale Organisationen (z.B. C40, ICLEI, World Bank, World Resources Institute) mitgewirkt haben. Auch im Leitfaden des Covenant of Mayors zur Erstellung eines Basis-Emissionsinventars wird eine Bilanzierung der Emissionen des Verkehrs auf dem Gebiet der Kommune empfohlen.

Mit einer Territorialbilanz im Verkehr besteht eine Übereinstimmung der Systemgrenze zu den stationären Sektoren, wo ebenfalls eine endenergiebasierte Territorialbilanz erstellt wird.

Hervorhebung der Emissionsbeiträge durch auf kommunaler Ebene verursachte und wesentlich beeinflussbare Verkehrsaktivitäten sowie interkommunaler Vergleich

Im Sinne einer vollständigen Bilanz werden analog zu den stationären Sektoren auch im Verkehrssektor die Emissionen aller Verkehrsaktivitäten (= Endenergieverbräuche) auf dem Territorium einbezogen. In Abbildung 6-12 sind beispielhaft die bilanzierten Treibhausgasemissionen einer fiktiven Kommune nach kommunalen Einflussbereichen grafisch hervorgehoben. Dabei wurde unterschieden zwischen direktem bzw. hohem Einfluss der Kommune (z.B. Binnenverkehr), indirektem bzw. mittlerem Einflussbereich (z.B. regionaler Quell-Ziel-Verkehr) sowie Bereichen ohne signifikanten kommunalen Einfluss (insbesondere Transit, Fernverkehr, Flugverkehr). Mit dieser Abgrenzung der durch die Kommune beeinflussbaren Verkehre von den weitgehend überregional bestimmten Verkehren wird auch ein Vergleich der Emissionsbilanzen zwischen verschiedenen Kommunen besser möglich als bei Bilanzen ohne Differenzierung nach kommunenspezifischen, verkehrsrelevanten Aspekten.

7 Energie- und THG-Bilanzen als Monitoring-Tool

7.1 Einflussfaktoren

Die Bilanz ist ein wichtiges Monitoring-Instrument im kommunalen Klimaschutz. Um diese jedoch richtig interpretieren, sollten einerseits die verschiedenen Einflussfaktoren die Bilanz und andererseits auch die begrenzten Darstellungsmöglichkeiten kommunaler Aktivitäten berücksichtigt werden.

Status quo und Entwicklung von Energieverbrauch und THG-Emissionen in einer Kommune sind nicht nur von den Klimaschutzaktivitäten abhängig, sondern auch von den allgemeinen Rahmenbedingungen und Entwicklungen in einer Kommune, die eine Nachfrage nach Energiedienstleistung hervorrufen (vgl. Abbildung 7-1).

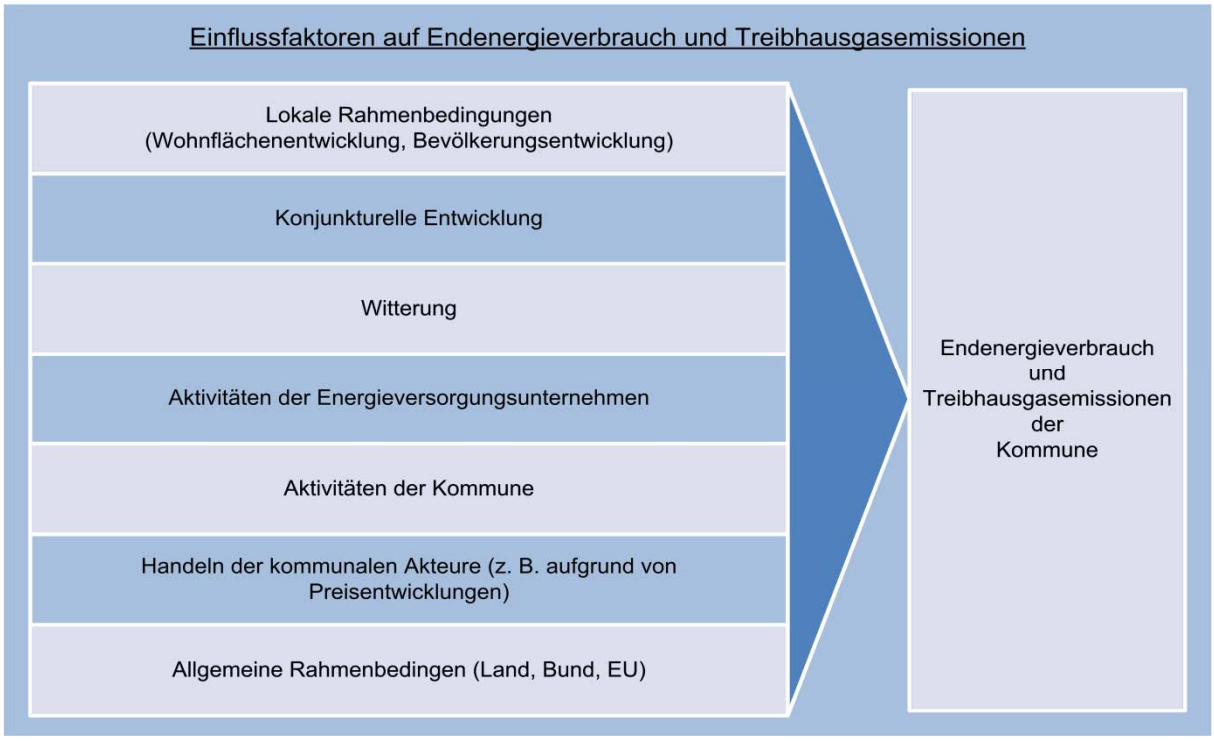


Abbildung 7-1: Einflussfaktoren auf eine Energie- und THG-Bilanz

Eine Unterteilung der Einflussfaktoren kann in allgemeine, handlungsorientierte sowie externe (akteursorientierte) Rahmenbedingungen erfolgen.

Allgemeine Rahmenbedingungen wie Witterung, Konjunktur und Bevölkerungsentwicklung sind wesentliche Faktoren für sich jährlich ändernde Energie- und THG-Bilanzen. So kann beispielsweise ein extrem kalter Winter eine Differenz von bis zu 20% gegenüber gemäßigten Jahren bei der Energiebilanz verursachen. Der Einfluss der Konjunktur wurde im wirtschaftlichen Krisenjahr 2009 in industriell geprägten Kommunen sehr deutlich. Mit sinkenden Konjunkturdaten ging in diesem Jahr dementsprechend der lokale Energieverbrauch in ähnlicher Weise zurück. Prosperierende Kommunen mit positiven Bevölkerungswachstumsprognosen haben wiederum mit steigenden lokalen Energieverbräuchen zu rechnen, während sich in Kommunen mit sinkender Bevölkerung ein gegenteiliger Trend abzeichnen wird.

Finden sich zudem viele **Aktivitäten von lokalen Akteuren** (Verwaltung/Kommune, Energieversorger und Endverbraucher) zur Senkung des Energieverbauchs und der THG-Emissionen, wird sich dies ebenfalls in der Bilanz widerspiegeln.

Wie aktiv die Akteure vor Ort werden hängt aber nicht zuletzt von den **äußeren Rahmenbedingungen** ab. Stimmen beispielsweise die gesetzlichen und förderpolitischen Bedingungen auf höherer Ebene (Land, Bund, EU), fällt es den lokalen Akteuren vielfach leichter, aktiv zu werden. Sollten wiederum die äußeren Bedingungen nicht förderlich sein, werden auch die aktivsten lokalen Akteure nicht alle ihre Einsparpotenziale ausschöpfen können.

Die Entwicklungen in Energie- und THG-Bilanzen ist folglich von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig und spiegeln die Summe der Interaktion dieser Faktoren wider. Um die Bilanz richtig zu interpretieren, muss dieses Zusammenspiel berücksichtigt werden.

7.2 Klimaschutz-Monitoring

Energie- und 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, Gewebe, 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 Jahre fortgeschrieben werden[61].

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. Abbildung 7-2 gibt dazu einen Überblick der möglichen Aktivitäten. Grundsätzlich ist zu prüfen, ob auf Ebene der gesamten Kommune (Top-down) oder auf Maßnahmenebene (Bottom-up) Erfolge bemessen werden. Auch stellt sich die Frage, ob dies jeweils mit konkreten Energie- oder THG-Einsparungen ermittelt werden soll oder ob auch auf andere Weise Erfolge im Klimaschutz gemessen werden können.

[61] Auf eine jährliche Erhebung wird dagegen abgeraten. Einerseits ist der Aufwand relativ hoch, andererseits sind Trends nicht auf Basis zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren erkennbar.

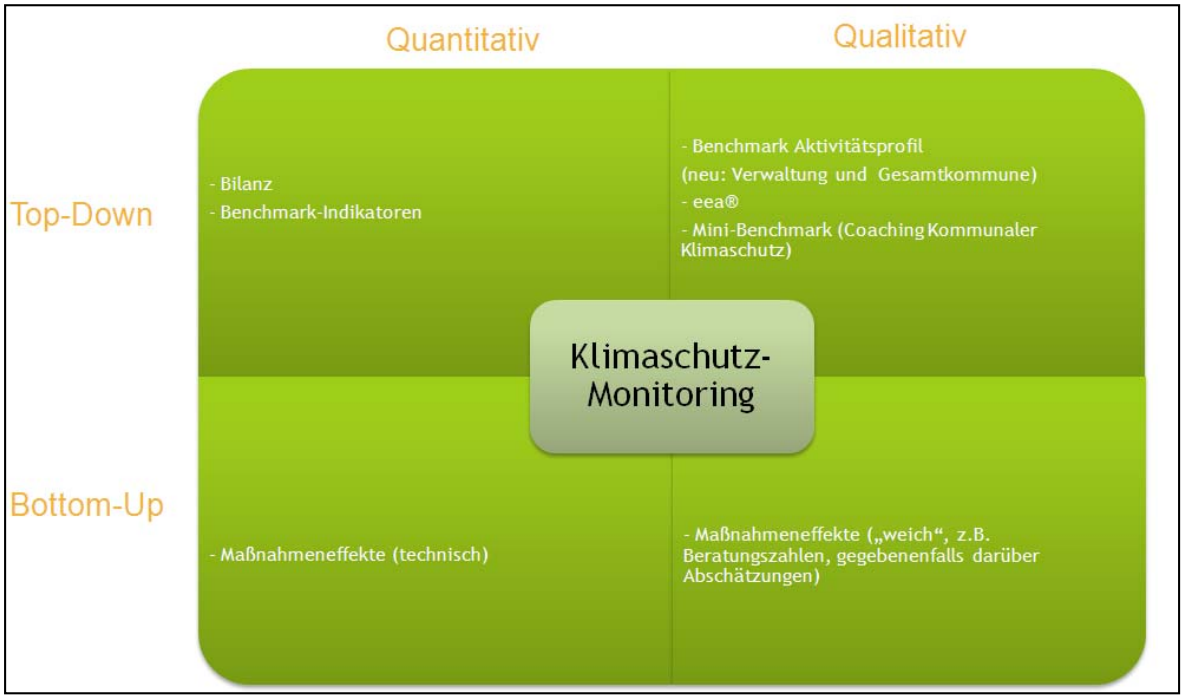


Abbildung 7-2: Möglichkeiten des Klimaschutz-Monitorings in Kommunen

Die kommunale Energie- und THG-Bilanz ist einer quantitativen Top-Down-Betrachtung der Gesamtkommune. Möchte man die Einsparungen einzelner Maßnahmen, z.B. der Sanierung eines Rathauses, darstellen, wird dies in einer kommunalen Bilanz nur bedingt sichtbar. Hier empfiehlt es sich die Effekte der Sanierung darzustellen, indem die Energieverbräuche vor und nach der Sanierung gegenübergestellt werden. Hier beginnt das Monitoring also schon vor dem Start der eigentlichen Maßnahme.

Die qualitativen Ansätze sollten ebenfalls berücksichtigt werden, da viele geschaffene Grundlagen und begleitende Aktivitäten nicht direkt mit Energie- und THG-Einsparungen verknüpft werden können, ohne diese Begleitung aber die konkreten quantifizierbaren Aktivitäten vielleicht nicht so erfolgreich wären. Auf kommunaler Ebene gibt es bereits verschiedene Instrumente, kommunale Aktivitäten zu dokumentieren, zu vergleichen und bewerten zu lassen. Dazu zählen neben dem Aktivitätsprofil des Benchmarks Kommunaler Klimaschutz der European Energy Award sowie speziell für kleinere Kommunen der Mini-Benchmark aus dem Coaching Kommunaler Klimaschutz. Auf Maßnahmenebene wird für nicht quantifizierbare Maßnahmen (Veranstaltungen, Beratung, Vernetzung) empfohlen, Erfolgsindikatoren vorab zu definieren und proaktiv zu kommunizieren.

Hier gilt: Kommunaler Klimaschutz hat viele Erfolgsebenen. Die Energie- und THG-Bilanz ist dabei nur ein wichtiger erster Schritt.

8 Literatur

CoM 2010 Bertoldi, P. (2010). Leitfaden zur Erstellung eines Aktionsplans für nachhaltige Energie (APNE). Luxemburg.

DB AG 2012 Löchter, A. (2012). Bahn-Emissions-Kataster Schienenverkehr in Deutschland (BEKS / Umwelt-GIS). Vortrag auf Experten-Workshop 26.11.2012. Frankfurt

DIFU 2010 Rösler, C. (2011). Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“. Berlin

DLR 2012 Winkler, C. (2012). Verkehrsmodell Deutschland – Möglichkeiten und Herausforderungen für die Abschätzung von Umweltwirkungen des Verkehrs. Vortrag auf Experten-Workshop 26.11.2012. Frankfurt

ECOSPEED 2012 ECOSPEED AG. (2012). ECORegion Benutzerhandbuch. Zürich. www.ecospeed.de

Heuer 2012 Heuer, C. (2012). Vergleich der Bilanzierungspraxis für Treibhausgasemissionen von Kommunen für den Verkehr. Diplomarbeit. Heidelberg

GPC 2012 Arikan, Yunus; Desai, R. (2012). GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITY-SCALE GHG EMISSIONS (GPC).

IER 2012 Thiruchittampalam, B. (2012). Regionalisierte Darstellung der Fahrleistungen des Straßenverkehrs in Deutschland. Vortrag auf Experten-Workshop 26.11.2012. Frankfurt

IFEU 2012a Dünnebeil, F.; Knörr, W.; Lambrecht, U.; Heuer, C. (2012). Balancing GHG emissions from the transport sector of cities. Heidelberg.

IFEU 2012b Knörr, W., Dünnebeil, F., Lambrecht, U., & Schacht, A. (2011). Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030" (TREMOD, Version 5.2) für die Emissionsberichtserstattung 2012 (Berichtsperiode 1990-2010). Heidelberg.

INFAS 2010 Follmer, R., & Schulz, A. (2010). Mobilität in Deutschland 2008. Bonn und Berlin.

IPCC 2007 Bernstein, L., Pachauri, R. K., Reisinger, A. (2008). Climate change 2007: Synthesis report. Geneva

KB 2011 Morcillo, M. (2011). CO_2-Bilanzierung im Klima-Bündnis. Frankfurt am Main

Mauch 2010 Mauch, W. et al.(2010). Allokationsmethoden für spezifische CO_2-Emissionen von Strom und Wärme aus KWK-Anlagen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 55. Jg. Heft 9. München.

Pehnt 2010 Pehnt M. (2010) in „Energieeffizienz – ein Lehr- und Handbuch“, Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo.

StLA 2013 Statistisches Landesamt Baden –Württemberg (2013). Struktur- und Regionaldatenbank. http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=11&U=03&R=LA

TUDD 2009 Ahrens, G. (2009). Endbericht zur Verkehrserhebung ‚Mobilität in Städten – SrV 2008‘ und Auswertungen zum SrV-Städtepegel. Dresden

UBA 2010 Builtjes, Peter; Jörß, Wolfram; Theloke, Jochen; Denier van der Gon, Hugo; Stern, R. (2010). Tagungsband zum Fachgespräch „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung – PAREST“. Berlin.

9 Anhang

9.1 Systematische Gegenüberstellung der Bilanzierungsregeln für den Verkehrssektor

9.1.1 Erläuterungen zu den Bilanzierungsregeln

	Territorialbilanz	Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Einwohnerbilanz	Kfz-Zulassungsbasierte Bilanz	Klima-Bündnis-Empfehlungen
Systemgrenze	Alle Verkehrsaktivitäten auf dem Territorium der Kommune (d.h. innerhalb der administrativen Grenzen).	Alle Verkehrsaktivitäten mit Start und/oder Ziel in der Kommune. Quell-/Zielverkehre (d.h. Fahrten von oder zu anderen Kommunen) werden der Kommune mit 50% ihrer Weglänge zugerechnet.	Personenverkehr: Alle Verkehrsaktivitäten der Einwohner, unabhängig vom Ort der Fahrt. Güterverkehr: Alle durch Einwohnerverhalten verursachten Güterverkehre in Deutschland.	Straßenverkehr: Alle Fahrleistungen durch in der Kommune zugelassene Kfz (Pkw, MZR, LNF, Lkw, Bus). Verknüpfung lokaler Kfz-Bestände mit (meist national durchschnittlichen) Jahresfahrleistungen pro Kfz. Übrige Verkehrsträger (Schiene, Wasser, Luft) können über Fahrzeugzulassungen nicht kommunal erfasst werden. => Verknüpfung mit anderer Methodik notwendig.	Personenverkehr: Pkw/MZR: Kfz-Zulassungsbasiert ÖPNV: Territorialbilanz Fernverkehr (Bahn, Flug): Einwohnerbilanz mit nationalen Einwohnerkennwerten Güterverkehr: Lkw: Kfz-zulassungsbasiert Bahn/Schiff: Quellverkehr = von der Kommune abgehende Güterverkehre (Güter, die in der Stadt umgeladen, transformiert oder erzeugt werden)
Differenzierungen der Verkehrsdaten	Differenzierungen (Binnen-QZ-Transitverkehr, Wegezwecken, Einwohner-Auswärtige) bei Datenverfügbarkeit möglich.	Methodisch bedingt immer Differenzierung nach Binnen- und Quell-/Zielverkehr. Weitere Differenzierungen (z.B. Wegezwecke, Einw./Auswärtige) je nach Datenlage möglich	Differenzierung im Personenverkehr nach Binnen-QZ-Verkehr & Wegezwecken abhängig von Datenlage. Keine Zusatzdifferenzierungen im Güterverkehr.	Keine Differenzierungen möglich ohne ergänzende Befragung der Kfz-Halter/-Nutzer.	Keine Empfehlungen für weitergehende Differenzierungen
Kommunenspezifität der Verkehrsdaten	Höhe der Verkehrsmenge je Verkehrsmittel immer kommunenspezifisch. Kommunenspezifischer Differenzierungsgrad in der Bilanz abhängig von Datenlage.	Höhe der Verkehrsmenge sowie Binnen-QZ-Differenzierung immer kommunenspezifisch. Zusätzliche kommunenspezifische Differenzierungen abhängig von Datenlage	Personenverkehr: kommunenspezifisch möglich über Mobilitätsbefragung der Einwohner. Kommunentypspezifisch möglich über deutschlandweite Mobilitätserhebungen. Güterverkehr: Nicht kommunenspezifisch möglich.	Kaum kommunenspezifisch, weil zwar mit lokalem Kfz-Bestand, aber mittleren, nationalen Fahrleistungen je Kfz. Höhere Kommunenspezifität möglich bei zusätzlichen Information zu konkreten Fahrleistungen des lokalen Kfz-Bestands. Differenzierung nur kommunenspezifisch mgl. über zusätzliche Befragung der Fahrzeughalter	Abhängig von Verkehrsmittel und kommunaler Datenverfügbarkeit: - Kfz kaum kommunenspezifisch. - ÖPNV, Schiene/Schiff-GV kommunenspezifisch. - Fernverkehr und Flug nicht kommunenspezifisch.

9.1.2 Eignung für kommunale Bilanzierungsziele

Kriterium	Kommunale Einflussmöglichkeiten auf bilanzierte Verkehre
Fragestellung	**Sind die bilanzierten Verkehre durch kommunale Maßnahmen beeinflussbar -> direkte Beeinflussbarkeit oder kommunaler Zugriff auf für die Verkehre verantwortliche Akteure?**
Territorialbilanz	Die Systemgrenze entspricht weitgehend dem direkten politischen Handlungsfeld der Kommune: Akteure und Zielgruppen zur Beeinflussung der meisten bilanzierten Verkehre sind im kommunalen "Zugriff". Binnenverkehr ist vollständig im kommunalen Handlungsfeld. Auch QZ-Verkehre (PV+GV) sind im direkten Handlungsfeld (da mit Start oder Ziel der Fahrten wesentliche Kriterien zur Fahrtentscheidung und Verkehrsmittelwahl im Bilanzraum liegen), jedoch nur z.T. durch die Kommunen beeinflussbar. Gilt für Personenverkehr (über Einwohner, ÖPNV-Anbieter, Arbeitgeber, Versorgungs-, Freizeitanbieter...) und Güterverkehr (über Industrie, Handwerk, Einzelhandel...). Kaum Einfluss auf Durchgangsverkehr ohne Start/Ziel (und damit Akteur) in der Kommune.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Systemgrenze erfasst die kommunalen Handlungsspielräume sehr gut. Akteure und Zielgruppen zur Beeinflussung aller bilanzierten Verkehre im kommunalen "Zugriff". Binnenverkehr ist vollständig im kommunalen Handlungsfeld. Auch QZ-Verkehre (PV+GV) sind im direkten Handlungsfeld (da mit Start oder Ziel der Fahrten wesentliche Kriterien zur Fahrtentscheidung und Verkehrsmittelwahl im Bilanzraum liegen), jedoch nur z.T. durch die Kommunen beeinflussbar. Gilt für Personenverkehr (über Einwohner, ÖPNV-Anbieter, Arbeitgeber, Versorgungs-, Freizeitanbieter...) und Güterverkehr (über Industrie, Handwerk, Einzelhandel...).
Einwohnerbilanz	Bilanzierte Verkehre nur z.T. im kommunalen Handlungsfeld. Personenverkehr: Binnen- und QZ-Verkehre der Einwohner sind vollständig oder anteilig im direkten Handlungsfeld. Mit zunehmenden Wegelängen (Fernverkehr) deutlich reduzierter Einfluss. Einwohnerfahrten außerhalb der Kommune liegen kaum im Einfluss kommunaler Maßnahmen. Güterverkehr: Bilanz ohne räumlichen oder funktionalen Bezug zur Kommune, damit ohne Verknüpfung zu Akteuren/Zielgruppen innerhalb und außerhalb des kommunalen Handlungsfelds.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Bilanzierte Verkehre nur z.T. im kommunalen Handlungsfeld. Kommunaler Einfluss nur über Maßnahmen bei den Kfz-Haltern. Im privaten Pkw-Verkehr damit ähnliche Einflussmöglichkeiten wie in Einwohnerbilanzen. Im gewerblichen Pkw- sowie im Lkw-Verkehr geringer Einfluss auf Fahrzeugeffizienz - aber nicht auf Vermeidung/Verlagerung von Fahrten, da die Güterfahrten der bilanzierten Kfz nicht durch die Kfz-Halter veranlasst werden (Auftraggeber = Akteure nicht erfasst).
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Kommunaler Einfluss auf bilanzierte Verkehre ist Verkehrsmittelabhängig: Pkw (über Zulassungen): über Kfz-Halter Einfluss auf deren Fahrten möglich (Binnen komplett, QZ anteilig, außerhalb der Kommune kaum). ÖPNV (territorial): Einfluss auf lokalen ÖPNV innerhalb Kommune, anteilig auf regionalen ÖPNV. Fernverkehr (der Einwohner): Kein Einfluss wegen fehlendem Bezug der bilanzierten Verkehre zur Kommune (Akteuren, Zielgruppe). Lkw (über Zulassungen): über Kfz-Halter ggf. Einfluss auf Fahrzeugeffizienz, aber nicht auf Vermeidung/Verlagerung von Fahrten. Schiene+Binnenschiff-Güterverkehr (Quellverkehr): Kein Einfluss auf die bilanzierten Transporte, da weder Fahrzeugeinsatz noch Verkehrsmittelwahl vom verladenden Unternehmen beeinflusst werden.

Kriterium	Identifizierung wichtiger Maßnahmenfelder
Fragestellung	**Sind Hauptursachen, -verursacher innerhalb der Emissionsbilanz ermittelbar, wo Maßnahmen Priorität haben sollten?**
Territorialbilanz	Abhängig vom Differenzierungsgrad in der Bilanz. Anteile der Verkehrsmittel (MIV, ÖPNV, Lkw…) sowie im Straßenverkehr nach Straßentypen können immer ermittelt werden. Anteile Einwohner vs. Auswärtige, Binnen- vs. QZ-Verkehr sowie nach Ursachen (Berufsverkehr, Versorgung, Freizeit) abhängig von der Datenverfügbarkeit.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Abhängig vom Differenzierungsgrad innerhalb der Bilanz. Anteile der Verkehrsmittel (MIV, ÖPNV, Lkw,…) sowie Aufteilung nach Binnen- und QZ-Verkehr liegen immer vor. - Anteile Einwohner vs. Auswärtige, nach Straßenkategorien sowie nach Ursachen (Berufsverkehr, Versorgung, Freizeit) abhängig von der Datenverfügbarkeit.
Einwohnerbilanz	Abhängig von Lokalspezifität und Differenzierung der Verkehrsdaten. - Nationale Kennwerte: Nicht möglich. - Lokalspezif. Erhebungen: Differenzierung nach Hauptverkehrsmittel, häufig auch nach Binnen-QZ und Ursachen möglich.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Nicht möglich. Nur bei Kombination mit anderen Methoden (z.B. Einwohnerbilanz)
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Nicht möglich, da die nach verschiedenen Methoden erfassten Emissionen der einzelnen Verkehrsmittel in keinem kausalen Bezug zueinander stehen.

Kriterium	Potenzialabschätzung für kommunale Maßnahmen (Vermeidung & Verlagerung)
Fragestellung	**Können Potenziale zur Vermeidung & Verlagerung der bilanzierten Verkehre durch kommunale Maßnahmen abgeschätzt werden?**
Territorialbilanz	Potenziale kommunaler Maßnahmen sind gut abschätzbar durch kommunalspezifischen Bezug der bilanzierten Verkehre. Wichtig dafür ist eine zumindest näherungsweise Differenzierung nach Ursachen und Zielgruppen (Binnen-QZ-Transit, Einwohner-Auswärtige, evtl. Wegezwecke).
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Potenziale kommunaler Maßnahmen sind gut abschätzbar durch kommunalspezifischen Bezug der bilanzierten Verkehre und die stets vorliegende Differenzierung nach Binnen- und Quell-Zielverkehren. Weitere Differenzierungen nach Ursachen und Zielgruppen können noch differenziertere Abschätzungen ermöglichen.
Einwohnerbilanz	Potenzialabschätzung abhängig von der Datenlage: - Verwendung nationaler Mittelwerte (Personenfernverkehr, Güterverkehr): Keine Wirkung kommunaler Maßnahmen darstellbar. - Verwendung kommunenspezifischer Mobilitätsdaten: Wirkung kommunaler Maßnahmen gut darstellbar. Je nach Differenzierungsgrad der Daten zur Einwohnermobilität auch differenziertere Potenzialabschätzungen möglich.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Potenzialabschätzung abhängig von Datenlage: - Lokaler Kfz-Bestand mit nationalen Fahrleistungswerten pro Kfz: Nur Reduktion des Kfz-Bestands senkt bilanzierte Emissionen. Eine Fahrleistungsabnahme der lokalen Kfz wird nicht erfasst. - Lokaler Kfz-Bestand mit kommunenspezifischen Fahrleistungen pro Kfz: Abnahme der Fahrleistungen pro Kfz und des Kfz-Bestands senken die bilanzierten Emissionen.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Bei Verwendung gesamtdeutscher Mittelwerte keine Potentialabschätzung möglich; Bei Verwendung kommunenspezifischer Daten sind Potentialabschätzungen theoretisch möglich: Aber z.T. Negativeffekte durch wechselnde Systemgrenzen: - Verlagerung Pkw->ÖPNV: ÖPNV-Ausbau erhöht (territorial bilanzierte) ÖPNV-Emissionen. Aber bilanzierte Pkw-Emissionen bleiben konstant bei Verwendung nationaler Mittelwerte für Fahrleistung pro Pkw. => Berechnete Gesamtemission steigt. - Verlagerung Lkw->Schiene: Schienenverkehr in Bilanz (Quellverkehr) steigt. Aber Lkw (über Kfz-Bestand) bleibt in Bilanz konstant, da 1) Nutzung nationaler Fahrleistungsmittelwerte pro Lkw, 2) lokaler Lkw-Bestand sinkt nicht, 3) Lkw-Transporte oft durch Lkw aus anderen Kommunen (d.h. nicht in Bilanz). => Berechnete Gesamtemission steigt.

Kriterium	Ermittlung von Potenzialen durch verbesserte Energieeffizienz im Straßenverkehr
Fragestellung	**Können Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz im Straßenverkehr durch kommunale Maßnahmen abgeschätzt werden?**
Territorialbilanz	Potenziale durch - Optimierung der Verkehrsabläufe: Bei Infos zu Verkehrssituationen in der Kommune (z.B. aus Verkehrsmodellen) gut abschätzbar. - Effizientes Verhalten (Kauf sparsamer Kfz, Fahrverhalten): Nur abschätzbar, wenn Informationen zu Verkehrsanteilen lokaler Zielgruppen (Kfz-Halter) vorliegen.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Potenziale durch - Optimierung der Verkehrsabläufe: Kaum quantifizierbar, da kommunaler Einfluss nur auf dem Territorium. - Effizientes Verhalten (Kauf sparsamer Kfz, Fahrverhalten): Nur abschätzbar, wenn Informationen zu Verkehrsanteilen lokaler Zielgruppen (Kfz-Halter) vorliegen.
Einwohnerbilanz	Potenziale durch - Optimierung der Verkehrsabläufe: Nicht abschätzbar. - Effizientes Verhalten (Kauf sparsamer Kfz, Fahrverhalten): Für private Pkw prinzipiell möglich über lokale Kfz-Halter.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Potenziale durch - Optimierung der Verkehrsabläufe: Nicht abschätzbar. - Effizientes Verhalten (Kauf sparsamer Kfz, Fahrverhalten): Prinzipiell möglich über private und gewerbliche Kfz-Halter. Bei gewerblichen Haltern eingeschränkt wegen wechselnden Fahrern sowie Einsatzorten der Kfz.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Potenziale durch - Optimierung der Verkehrsabläufe: Nicht abschätzbar. - Effizientes Verhalten (Kauf sparsamer Kfz, Fahrverhalten): Prinzipiell möglich über private und gewerbliche Kfz-Halter. Bei gewerblichen Haltern eingeschränkt wegen wechselnden Fahrern sowie Einsatzorten der Kfz. Mittels Anpassung der Emissionsfaktoren (in ECORegion).

Kriterium	Erfolgsmonitoring von Maßnahmen
Fragestellung	**Werden Wirkungen kommunaler Maßnahmen in zukünftigen Bilanzen erfasst?**
Territorialbilanz	Die Wirkung von durchgeführten Maßnahmen wird in zukünftigen Bilanzen erfasst, da die eingehenden Verkehrsdaten lokalspezifisch sind
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Die Wirkung von durchgeführten Maßnahmen wird in zukünftigen Bilanzen erfasst, da die eingehenden Verkehrsdaten lokalspezifisch sind
Einwohnerbilanz	Die Wirkung durchgeführter Maßnahmen wird in zukünftigen Bilanzen nur bei Verwendung lokalspezifischer Verkehrsdaten erfasst (nicht bei nationalen Kennwerten)
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Die Wirkung durchgeführter Maßnahmen wird in zukünftigen Bilanzen nur bei Verwendung lokalspezifischer Verkehrsdaten erfasst (nicht bei nationalen Kennwerten).
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Die Wirkung durchgeführter Maßnahmen wird in zukünftigen Bilanzen abhängig von der Verwendung lokalspezifischer Verkehrsdaten erfasst. Durch die wechselnden Systemgrenzen können in zukünftigen Bilanzen Emissionserhöhungen berechnet werden, auch wenn durch lokale Maßnahmen in der Realität eine Emissionsminderung erreicht wurde (vgl. Erläuterungen zur Potenzialabschätzung).

Kriterium	Ausschöpfung des kommunalen Handlungsbereichs
Fragestellung	**Werden alle Verkehre bilanziert, die im kommunalen Handlungsbereich für Klimaschutzmaßnahmen liegen?**
Territorialbilanz	Alle Fahrten im Einflussbereich kommunaler Maßnahmen werden vollständig oder anteilig erfasst. - Binnenwege: Vollständig - Quell-Ziel-Fahrten: Maßnahmen wirken auch auf Verkehre außerhalb der Bilanz. Je größer der Fahrtanteil außerhalb der Kommune, umso größer sind die in der Bilanz nicht erfassten Potenziale. (allerdings hat die Kommune allein ohne regionale Kooperation mit anderen Kommunen auch nur anteiligen Einfluss auf die QZ-Verkehre).
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Alle Fahrten im Einflussbereich kommunaler Maßnahmen werden vollständig oder anteilig erfasst. - Binnenwege: Vollständig - Quell-Ziel-Fahrten: Maßnahmen wirken auch auf Verkehre außerhalb der Bilanz. Je größer der Fahrtanteil außerhalb der Kommune, umso größer sind die in der Bilanz nicht erfassten Potenziale. (allerdings hat die Kommune allein ohne regionale Kooperation mit anderen Kommunen auch nur anteiligen Einfluss auf die QZ-Verkehre).
Einwohnerbilanz	Relevante Verkehre im kommunalen Einflussbereich werden nicht erfasst: - Quell-Ziel-Fahrten im Personenverkehr durch Auswärtige sind verursacht durch Funktionen der Kommune (Arbeiten, Einkaufen, Freizeitangebote...) und auch im kommunalen Maßnahmenzugriff (z.B. über Arbeitgeber, Geschäfte, Park+Ride...). Sie werden jedoch in Bilanz und Potenzialanalysen nicht erfasst. - Auch im lokalen Güterverkehr können die Emissionen durch kommunale Maßnahmen reduziert werden (z.B. Lieferverkehr, Gleisanschlüsse). Der bilanzierte Güterverkehr ist jedoch nicht mit dem lokalen Handlungsbereich verknüpft, da mit nationalen Kennwerten bilanziert wird.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Relevante Verkehre im kommunalen Einflussbereich werden nicht erfasst: - Im Einflussbereich kommunaler Maßnahmen sind in erheblichem Umfang auch Fahrten mit Kfz aus anderen Kommunen (z.B. Einpendler, Einkäufer, Lieferverkehr), die in Bilanz und Potenzialanalysen nicht erfasst werden.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Relevante Verkehre im kommunalen Einflussbereich werden nicht erfasst: - Pkw-Fahrten Auswärtiger werden auch bei Bezug zur Kommune nicht erfasst (ÖPNV-Fahrten Auswärtiger im Territorium dagegen schon). - Lkw-Fahrten durch Aktivitäten in der Kommune (Produktion, Konsum, Versorgung) und mit lokal verfügbaren Akteuren/Zielgruppen (z.B. Industrie, Handwerk...) werden nur bei Fahrt mit lokalem Lkw-Bestand erfasst: Auch hier ist keine eindeutige Zurechnung zu kommunalen Aktivitäten möglich). - Schienen- und Schiffsgüterverkehr: Durch wirtschaftliche Aktivität der Kommune erzeugte Güterverkehre werden nur teilweise erfasst - wenn sie innerhalb der Kommune auf Bahn/Schiff verladen werden. Ankommende Gütertransporte (z.B. Kohle-Anlieferung für lokales Kraftwerk oder Teilelieferung für Industrie) werden nicht erfasst.

9.1.3 Datenverfügbarkeit und Aufwand

Kriterium	Aktuelle Datenverfügbarkeit
Fragestellung	**Liegen Kommunen die notwendigen Verkehrsdaten aktuell kommunenspezifisch vor?**
Territorialbilanz	Grundsätzlich sind für alle Kommunen lokalspezifische Daten verfügbar.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Vollständige Verkehrsdaten für eine BQZ-Bilanz liegen bisher nur in wenigen Kommunen vor.
Einwohnerbilanz	Personenverkehr: In einigen Kommunen liegen Daten aus kommunenspezifischen Mobilitätserhebungen vor. National gibt es zudem Kenndaten für Kommunentypen (Einwohnerklasse, Stadt/Land, Bundesland). Güterverkehr: nur nationale Kennwerte.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Kfz-Bestände sind für alle Kommunen verfügbar. Jahresfahrleistungen pro Kfz liegen aber nur als nationale Kennwerte vor.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Die Empfehlungen des Klima-Bündnis basieren auf Einschätzungen und Erfahrungen zur derzeitigen Datenverfügbarkeit in den Kommunen.

Kriterium	Aktueller Aufwand für Kommunen zur Datenermittlung
Fragestellung	**Liegen Verkehrsdaten direkt vor oder sind zusätzliche Datenermittlungen und -Aufbereitungen notwendig.**
Territorialbilanz	Aufwand je nach lokaler Ausgangssituation. Direkt verfügbare Datenquellen sind u.a.: - Verkehrsmodelle in größeren Städten - Jährliche Fahrleistungsdaten für alle Gemeinden in mehreren Bundesländern - Daten der kommunalen ÖPNV-Betreiber und Gemeindefeines Emissionskataster der DB AG Liegen keine fertigen Verkehrsdaten vor, sind eigene Modellierungen mit Zusatzaufwand mgl. unter Nutzung vorhandener und ggf. ergänzender Verkehrszählungen, Mobilitätserhebungen, Fahrplandaten u.ä.. Differenzierungen nach Verkehrsherkunft und -Ursachen liegen vorwiegend in Kommunen mit Verkehrsmodell vor. Flugverkehr: Für die größeren Flughäfen in Deutschland stellt das Modell TREMOD jährliche Angaben zu den Emissionen im LTO (Landing-Takeoff) bereit.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Meist mit hohem Aufwand verbunden, da eine Ermittlung der konkreten Quell-Ziel-Beziehungen mit anderen Gemeinden für Personen- und Güterverkehr mit allen Verkehrsmitteln notwendig ist.
Einwohnerbilanz	Personenverkehr: Wenn Ergebnisse einer Mobilitätserhebung für die Kommune bereits vorliegen, geringer Aufwand. Extra Erhebung mit hohem Aufwand. Alternativ mit geringem Aufwand Verwendung kommunentypspezifischer Mobilitätsdaten aus MiD (Mobilität in Deutschland) möglich. Güterverkehr: Kein Aufwand, da Verwendung nationaler Kennwerte.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Geringer Aufwand für lokale Kfz-Bestände (z.T. Kosten beim KBA). Aufwand für kommunenspezifische Jahresfahrleistungen pro Kfz sehr hoch
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Geringer Aufwand für Pkw, Lkw (nationale Kennwerte) und ÖPNV (über Verkehrsunternehmen). Aufwand für Güterverkehr mit Bahn und Binnenschiff abhängig von Datenverfügbarkeit und Kooperation der verladenden Unternehmen in der Kommune. Kein Aufwand für Fernverkehr (Bahn, Flug) durch Verwendung nationaler Kennwerte.

Kriterium	Möglichkeiten einer zukünftigen zentralen Datenbereitstellung
Fragestellung	**Welche Möglichkeiten einer zukünftigen zentralen Bereitstellung von Verkehrsdaten für alle Kommunen in Deutschland werden gesehen?**
Territorialbilanz	Auf Bundesebene existieren Modelle zur Ermittlung der Fahrleistungen und Energieverbräuche des Verkehrs (Straße, Schiene, Wasser) in allen Kommunen, ausgehend von der deutschen Gesamtsumme und unter Verwendung deutschlandweit regelmäßig erhobener Verkehrszähldaten und daraus erstellten Verkehrsmengenkarten (z.B. im UBA-Projekt PAREST (UBA 2010)). Am Umweltbundesamt wird derzeit (Stand August 2013) eine Software erarbeitet, mit welcher räumlich aufgelöste Darstellungen von Emissionen in allen Sektoren in verschiedenen geografischen Abgrenzungen und für unterschiedliche Bezugsjahre möglich sein werden. => Möglichkeiten einer zukünftigen Verwendung von Daten aus diesem Tool für die kommunale Treibhausgasbilanzierung aller Kommunen in Deutschland werden aktuell geprüft. Über ein deutschlandweites Verkehrsmodell des DLR werden Quell-Ziel-Beziehungen zwischen allen Gemeindeverbänden modelliert. Über weitere Forschungsarbeiten wäre eine Verknüpfung dieses Modells mit den verfügbaren territorialen Fahrleistungen möglich. Damit könnten für alle Kommunen in Deutschland Territorialbilanzen mit hohem Differenzierungsgrad (Herkunft, Ursachen) bereitgestellt werden.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Über ein vorhandenes deutschlandweites Verkehrsmodell des DLR werden Quell-Ziel-Beziehungen zwischen allen Gemeindeverbänden in Deutschland modelliert. Bei einer Verknüpfung dieses Modells mit existierenden Modellen zur Ermittlung der Fahrleistungen und Energieverbräuche des Verkehrs in allen Kommunen (vgl. Abschnitt „Territorialbilanz“) könnte das DLR-Modell weiter verfeinert und kalibriert werden. Im Ergebnis könnten für alle Kommunen in Deutschland regelmäßige BQZ-Bilanzen mit zusätzlicher Differenzierung nach Wegezwecken bereitgestellt werden. Hierfür sind jedoch weitere Forschungsarbeiten notwendig.
Einwohnerbilanz	Personenverkehr: Deutschlandweite Mobilitätskenndaten nach Region und Kommunentyp werden auch zukünftig in regelmäßigen Abständen aktualisiert vorliegen (MiD). Regelmäßige Mobilitätserhebungen für alle Kommunen in Deutschland erscheinen aufgrund des hohen (finanziellen) Aufwands nicht machbar. Güterverkehr: Aktuell werden keine Möglichkeiten gesehen, mit vertretbarem Aufwand regelmäßig kommunenspezifische Daten für ganz Deutschland bereitzustellen.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Theoretisch: Regelmäßige Kfz-Halter-Befragungen in allen Kommunen (hoher Aufwand) oder Erhebung von Daten aus Kfz-Hauptuntersuchungen (Datenschutz)
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Die aktuellen Klima-Bündnis-Empfehlungen orientieren sich an der heutigen Datenverfügbarkeit in den Kommunen, nicht an möglichen zukünftig verfügbaren Daten.

Kriterium	Optionale Anpassung durch Kommunen mit eigenen Verkehrsdaten
Fragestellung	**Wie gut können Kommunen die zentral bereitgestellten Verkehrsdaten mit lokalspezifischen Daten höherer Datenqualität anpassen**
Territorialbilanz	Gut möglich für Kommunen mit eigenen Verkehrsmodellierungen/-erhebungen.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Nur mit Aufwand möglich, da eine Ermittlung konkreter Quell-Ziel-Beziehungen mit anderen Gemeinden notwendig ist.
Einwohnerbilanz	Im Personenverkehr möglich. Nicht möglich im Güterverkehr.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Theoretisch möglich bei Ermittlung konkreter Jahresfahrleistungen für lokalen Kfz-Bestand.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Prinzipiell möglich entsprechend der Anpassungsmöglichkeiten in den verschiedenen Systemgrenzen je Verkehrsmittel.

Kriterium	Datengrundlage für Szenarien
Fragestellung	**Können auf Basis der Datengrundlagen zukünftige kommunale Entwicklungstrends für Szenarienrechnungen ermittelt werden?**
Territorialbilanz	Gute Szenariengrundlage. - In den untersuchten zentralen Datengrundlagen sind zukünftige Trendentwicklungen des Gesamtverkehrs in Deutschland sowie Annahmen zukünftiger Verkehrsverflechtungen zwischen den Gemeinden enthalten. - Kommunale Verkehrsmodelle beinhalten häufig Planfälle für zukünftige Jahre (z.B. für kommunale Verkehrsentwicklungsplanung).
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Gute Szenariengrundlage. - In den untersuchten zentralen Datengrundlagen sind zukünftige Trendentwicklungen des Gesamtverkehrs in Deutschland sowie Verkehrsverflechtungen zwischen den Gemeinden enthalten.
Einwohnerbilanz	Begrenzt. Voraussetzung wäre eine regionalisierte Modellierung des zukünftigen Mobilitätsverhaltens der Bevölkerung, abhängig vom Kommunentyp und der regionalen Entwicklung (insbesondere Demografie).
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Sehr begrenzt. Über TREMOD oder andere Modelle können prinzipiell Trendannahmen zur zukünftigen Entwicklung der nationalen Kfz-Bestände und der national gemittelten Jahresfahrleistungen pro Kfz bereitgestellt werden – aber ohne kommunalen Bezug (z.B. abweichende Bestandsentwicklung je nach demografischer Entwicklung einer Region).
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Nein.

9.1.4 Konsistenz und Kompatibilität der Methodik

Kriterium	Konsistenz der Abgrenzung
Fragestellung	**Werden alle Verkehrsmittel nach einheitlichen methodischen Vorgaben (Systemgrenzen) in der Bilanz erfasst?**
Territorialbilanz	Bodengebundener Verkehr wird mit einheitlicher Methodik erfasst. Erfassung Flugverkehr in bzw. über Territorium der Kommune nicht praktikabel und sinnvoll. Näherungsweise territorialer Bezug über Emissionen der Starts und Landungen auf dem Territorium möglich.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Alle Verkehrsmittel nach einheitlicher Methodik erfasst.
Einwohnerbilanz	Alle Verkehrsmittel nach einheitlicher Methodik erfasst.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Einheitliche Methodik im Straßenverkehr. Übrige Verkehrsträger mit dieser Methodik nicht zu erfassen.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Methodisch nicht konsistent. 5 verschiedene Definitionen der Systemgrenzen für unterschiedliche Verkehrsmittel

Kriterium	Genauigkeit der Emissionsberechnungen
Fragestellung	**Wie gut können emissionsrelevante Charakterisierungen des Verkehrs (Flottenzusammensetzungen, Verkehrssituationen) in der Bilanzierung erfasst werden.**
Territorialbilanz	Flottenzusammensetzung & Verkehrs-situationen mit Mehraufwand differenzierbar: Flottenzusammensetzung: Z.B. aus Kennzeichenerfassung bestimmbar. Nur eingeschränkt über lokalen Kfz-Bestand, da dieser nicht die Flottenzusammensetzung auswärtiger Kfz erfasst. Verkehrssituationen: Bei entsprechenden Informationen aus Verkehrsmodellen oder anderen Verkehrsinformationssystemen
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Eine Differenzierung des Verkehrs nach Flottenzusammensetzung ist mit Mehraufwand möglich (z.B. über Kennzeichenerfassungen). Differenzierte Verkehrssituationen können i.d.R. nicht abgeleitet werden, da entsprechende Verkehrsinformationssysteme meist territorial begrenzt sind.
Einwohnerbilanz	Flottenzusammensetzung MIV: Eine Differenzierung ist prinzipiell mittels Einwohnerbefragung möglich. GV: Keine weiteren Differenzierungen möglich und sinnvoll, da mit nationalen Kennwerten gerechnet wird Verkehrssituationen: Nicht möglich
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Flottenzusammensetzung: Kann für Kfz-Bestand aus Statistiken entnommen werden. Umrechnung in Fahrleistungsaufteilungen nötig. Insbesondere bei Lkw sehr wichtig (aber kaum gemacht). Lieferwagen (Lkw <3,5t) haben viel niedrigere Verbräuche als 40-Tonner. Die mittleren Emissionsfaktoren für Lkw in Bilanzierungstools gelten für mittlere nationale Verkehrszusammensetzungen (Anteile von Lieferwagen, Lkw-Größenklassen). Der lokale Lkw-Bestand kann aber eine ganz andere Größenklassenverteilung haben (z.B. Spedition in einem Dorf). Die Verknüpfung solcher lokalen Bestände mit mittleren Emissionsfaktoren führt zu erheblichen Fehleinschätzungen der CO2-Emissionen des Lkw-Verkehrs. Verkehrszusammensetzung: Nicht möglich.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Flottenzusammensetzung: Bei Lkw sehr wichtig (über Größenklassen nach der Kfz-Statistik), aber nicht vorgesehen. Bei Pkw prinzipiell über Kfz-Statistik Anpassung der Otto-/Dieselanteile möglich. Verkehrssituationen: Nicht möglich.

Kriterium	Kompatibilität mit internationalen Empfehlungen
Fragestellung	**Entspricht die Bilanzierungsmethodik internationalen Empfehlungen für kommunale Treibhausgasbilanzen?**
Territorialbilanz	Ja. Covenant of Mayors (CoM) ebenso wie Global Protocol for Community Scale GHG Emissions GPC (C40, World Bank, …) empfehlen eine Bilanzierung des Verkehrs nach dem Territorialprinzip
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Optional: GPC prüft Möglichkeiten eines BQZ-Ansatzes als zukünftige Option für kommunale Bilanzen im Verkehr.
Einwohnerbilanz	Nein
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Nein
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Nein.

Kriterium	Kompatibilität mit anderen Sektoren
Fragestellung	**Wird in den stationären Sektoren nach gleicher Methodik (Systemgrenzen) bilanziert?**
Territorialbilanz	Ja. Auch im stationären Bereich wird eine endenergiebasierte Territorialbilanz erstellt.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Bedingt, je nach Formulierung im stationären Bereich. Kommune als „Verursacher“ (über ihre Funktionen wie Wohnen, Arbeiten, Produzieren, Versorgen…) verursacht Verkehre (mit Start/Ziel in der Kommune) und verursacht stationären Energieverbrauch.
Einwohnerbilanz	Nein
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Nein
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Nur im ÖPNV

Kriterium	Verständlichkeit der Methodik
Fragestellung	**Ist die Methodik gut erklärbar und nachvollziehbar?**
Territorialbilanz	Methodik bereits vielfach angewandt und kommuniziert.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Methodik bisher nur selten angewandt. Hoher Erklärungsaufwand.
Einwohnerbilanz	Gut erklärbar, da bereits vielfach angewandt und diskutiert
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Für Pkw gut erklärbar, da teilweise bereits angewandt. Für Lkw schwieriger nachvollziehbar (insbesondere wegen der für eine belastbare Bilanzierung notwendigen Differenzierung nach Größenklassen)
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Bereits vielfach angewandt. Aber schwer verständlich durch methodische Brüche und Inkonsistenzen zwischen den Verkehrsmitteln.

9.1.5 Interkommunale Vergleichbarkeit und Bilanzgerechtigkeit

Kriterium	Interkommunale Vergleichbarkeit
Fragestellung	**Ermöglicht die Methodik die Einschätzung kommunenspezifischer Gemeinsamkeiten und Unterschiede?**
Territorialbilanz	Gute Vergleichbarkeit, wenn Differenzierung nach Verkehrsherkunft (Binnen-QZ-Transit) vorliegt und entsprechend der Anteil des nicht direkt durch die Kommune verursachten Transitverkehrs abgegrenzt werden kann.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Sehr gute Vergleichbarkeit, da alle bilanzierten Verkehre direkt durch die Kommune verursacht sind.
Einwohnerbilanz	Vergleichbarkeit des Einwohnerverhaltens nur bei Verwendung kommunenspez. Daten. Aber keine Vergleichbarkeit der kommunalen Situation (v.a. bei Kommunen, die signifikant durch Verkehre Auswärtiger geprägt sind). Keine Vergleichbarkeit der Güterverkehre, da überall nationale Kennwerte.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Vergleichbarkeit sehr eingeschränkt. Lokaler Pkw-Bestand mit nationalen Kennwerten der Fahrleistung/Kfz reflektiert nur Unterschiede im Motorisierungsgrad der Einwohner von Kommunen, nicht des Verkehrsverhaltens. Lkw-Bestand kann Vergleich stark verzerren (z.B. Dorf mit großem Logistikanbieter, Bestandsanteile Lieferwagen vs. 40-Tonner).
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Keine Vergleichbarkeit zwischen Kommunen, da überwiegend mit nationalen Kennwerten und methodische Brüche mit relevanten Auswirkungen auf das Bilanzergebnis.

Kriterium	Anrechnung multimodaler Wegeketten
Fragestellung	**Wie werden Wegeketten mit Verkehrsmittelwechsel in der Kommune, aber Start/Ziel außerhalb (z.B. Park+Ride, GV-Terminal) in der Bilanz angerechnet?**
Territorialbilanz	Anrechnung der Verkehre entsprechend ihrem Wegeanteil auf dem Territorium unabhängig davon, ob Start oder Ziel der Wegekette auf dem Territorium sind oder nur ein Umstieg. Regional wirkende Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung können in der Territorialbilanz der Einzelkommune zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen führen, während die Emissionen insgesamt in der Region sinken.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Bilanz basiert auf den Quell-Ziel-Beziehungen der Kommune. Bei Einzelbetrachtung der Weganteile je Verkehrsmittel in der Wegekette werden Verkehrsmittelumstiege als Start bzw. Ziel definiert und die Wegeanteile jedes Verkehrsmittels fließen mit 100% (Binnenfahrt) bzw. 50% (QZ) der Weglänge in die Bilanz ein. Bei Wegeketten mit Start UND Ziel außerhalb der Kommune (nur Umstieg in der Kommune) können multimodale Wege theoretisch auch als Durchgangsverkehre in der Bilanz weggelassen werden (gleichzeitig müsste die komplette Wegekette inkl. Umstieg den Start- bzw. Zielkommunen zugerechnet werden).
Einwohnerbilanz	Personenverkehr: Kommunenspezifische Einwohnermobilität kann implizit auch die Wegekettenanteile mit verschiedenen Fahrzeugen beinhalten (unabhängig vom Ort). Güterverkehr: Nationale Kennwerte ohne kommunalen Bezug.
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Nicht anwendbar, da rein straßenverkehrsbezogene Methodik.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Keine korrekte Erfassung möglich aufgrund wechselnder Systemgrenzen und Kommunenspezifität zwischen den Verkehrsmitteln im Personen- ebenso wie im Güterverkehr. Bei Bahntransporten bekommt die Kommune 100% der Emissionen für abgehende, aber 0% für ankommende Transporte angerechnet. Lkw-Vor- und Nachlauf werden gar nicht erfasst oder nur implizit als Anteil nationaler Kennwerte, falls der Lkw in der Kommune zugelassen ist. Lkw-Nachlauf analog zum Lkw-Vorlauf.

Kriterium	**Verursachergerechte Anrechnung verkehrsbedingter Emissionen**
Fragestellung	**Bekommt die Kommune (nur) die verkehrsbedingten Emissionen angerechnet, die sie verursacht?**
Territorialbilanz	Anrechnung von Binnenverkehren (100%) und Quell-Ziel-Verkehren (anteilig) entspricht etwa der Verursachung durch die Kommune (wobei der zugerechnete prozentuale QZ-Anteil je nach Weganteil auf dem Territorium größer oder kleiner als 50% sein kann). Eingerechneter Durchgangsverkehr ist nicht direkt durch die Kommune verursacht. Abgehender Flugverkehr ist nur z.T. (je nach Flughafen) durch die Kommune verursacht.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Alle Verkehre in der Bilanz sind durch die Kommune komplett verursacht (Binnenverkehr), oder anteilig verursacht (QZ-Verkehre) und werden in der Bilanz entsprechend angerechnet.
Einwohnerbilanz	Personenverkehr: Einwohner-Verkehre stehen überwiegend in Zusammenhang mit der Kommune: Aber Fernfahrten und Verkehre außerhalb der Kommune sind nur anteilig oder gar nicht durch die Kommune verursacht, werden aber vollständig in der Bilanz erfasst. Umgekehrt ist die Kommune Mitverursacher von Verkehren durch Auswärtige mit Start/Ziel in der Kommune, diese sind aber nicht in der Bilanz enthalten. Güterverkehr: Durch Verwendung nationaler Kennwerte besteht kein Zusammenhang zwischen den bilanzierten Verkehren und der tatsächlichen Situation in der Kommune
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Personenverkehr: Ähnlicher Bezug zur Kommune wie bei einer Einwohnerbilanz, aber stark eingeschränkt bei Verwendung nationaler Fahrleistungskennwerte. Güterverkehr: Methode ist nicht verursachergerecht, da der Lkw-Zulassungsort zu großen Teilen nichts mit der Verursachung von Gütertransporten durch eine Kommune (Produktion, Konsum in der Kommune) zu tun hat.
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Keine verursachergerechte Emissionsanrechnung. Personenverkehr: Im MIV 100% Anrechnung der Verkehre lokaler Kfz-Halter (v.a. Einwohnerverkehre), aber 0% der Fahrten Auswärtiger mit Bezug zur Kommune. Im ÖPNV anteilige Anrechnung für Einwohner und Auswärtige über territorialen Bezug. Im Fernverkehr kein Zusammenhang der nationale Kennwerte mit der kommunalen Situation. Güterverkehr: Bilanzierte Verkehre weitgehend ohne Bezug zur kommunalen (wirtschaftlichen) Situation. - Lkw-Zulassungsort hat wenig mit der lokalen Verursachung von Gütertransporten zu tun. V.a. kleine Kommunen mit Logistikstandort werden hier „benachteiligt“. - Schiene/Schiff: Bilanzierte Transporte haben wenig Bezug zur lokalen Wirtschaft, sondern zeigen v.a. Vorhandensein eines Logistikstandorts. - Durch die Kommune verursachte Gütertransporte (durch Produktion, Konsum), werden in der Bilanz nur implizit erfasst, wenn sie über einen Logistikstandort in der Kommune ablaufen (und Schiene/Schiff auch nur bei abgehenden Transporten).

Kriterium	**Indirekte Nutzen für Kommune durch bilanzierte Verkehre**
Fragestellung	**Hat die Kommune indirekten (z.B. wirtschaftlichen) Nutzen von in der Bilanz erfassten, aber nicht direkt durch die Kommune verursachten Verkehren?**
Territorialbilanz	Kommune profitiert von Verkehrsinfrastruktur, auf der Transitverkehr abgewickelt wird (z.B. Autobahnanschluss für lokale Wirtschaft). Gleiches gilt für Flugverkehr.
Binnen-Quell/Ziel-Bilanz	Nicht anwendbar, da alle bilanzierten Verkehre auch direkt von der Kommune (mit)verursacht sind.
Einwohnerbilanz	MIV: Einwohner-Verkehre außerhalb der Kommune bringen dieser keinen Nutzen; GV: da die bilanzierten Verkehre in keinem Zusammenhang mit der Kommune stehen, ist ein wirtschaftlicher Nutzen nicht bestimmbar
Kfz-Zulassungs-basierte Bilanz	Kommune profitiert nicht von den Verkehren mit lokalen Kfz außerhalb der Kommune. Indirekter Nutzen für Kommune durch Ansiedlung von Logistikanbietern (Lkw-Bestand).
Klima-Bündnis-Empfehlungen	Kommune profitiert nicht von den Verkehren mit lokalen Kfz außerhalb der Kommune. Indirekter Nutzen für Kommune durch Ansiedlung von Logistikanbietern (Spedition, GV-Terminal, Hafen…).

9.2 Berücksichtigung der Reviews im stationären Bereich

Im Anschluss an den letzten Expertenworkshop wurde an insgesamt fünf wissenschaftliche Institute ein Paper mit Vorschlägen zur Bilanzierungsmethodik versendet. Mit Hilfe einer Matrix konnte eine Kurzbewertung geben werden, in der sie zu verschiedenen Bereichen den Vorschlägen entweder zustimmen konnten, verschiedene Punkte noch gerne berücksichtigt sähen oder größere Probleme sahen. Wurde einer der beiden letzteren Punkte angekreuzt, wurde zudem um eine kurze Erläuterung bzw. Verbesserungsvorschlag gebeten.

Das Ergebnis des Kurzreviews zeigt sich in Abbildung 9-1.

	WI	RV	E4	AR	IfAS
Bilanzierungsprinzip					
Emissionsfaktoren Äquivalente+Vorketten					
Emissionsfaktoren Quelle					
Bundesstrommix					
Berechnung des Territorialmixes					
Darstellung regionaler Strommix					
Allokation der Koppelprodukte					
Datengüte					
Empfehlung zum Umgang mit nicht-energetisch THG-Emissionen					
Berechnung Landwirtschaft					
Berechnung Abfall/Abwasser					
Berechnung industrielle Prozesse					
Berücksichtigung von Klimaschutzaktivitäten					
Empfehlung zu Handlungsschwerpunkten					
Berücksichtigung Korrekturen					

Abbildung 9-1: Ergebnisse des Kurzreviews der verschiedenen Institute (Grün=Übereinstimmung mit dem Vorschlag, Türkis=Einige Punkte zu berücksichtigen, Gelb=Mehrere Punkte zur berücksichtigen)

Die Anmerkungen der Institute sind in den nun vorliegenden Empfehlungen größtenteils berücksichtigt. Im Folgenden sollen kurz noch einmal die Anmerkungen aufgegriffen bzw. erläutert werden, wie diese berücksichtigt wurden.

9.2.1 Bilanzierungsprinzip

Bei den Bewertungen des vorgeschlagenen Bilanzierungsprinzips der endenergiebasierten Territorialbilanz fanden sich größtenteils Zustimmungen. Mit den gemachten Anmerkungen wurde folgendermaßen umgegangen:

- Im Review Vorschlag befand sich eine sich nicht selbsterklärende Grafik, mit Hilfe derer versucht wurde, das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz zu beschreiben.
  → Diese wurde für die vorliegenden Empfehlungen entfernt.

- Das Review-Paper bezog sich nur auf den stationären Bereich, was Anmerkungen das Fehlen des Verkehrssektors auf sich zog.
  → Für den Verkehrssektor fand ein eigener Review statt.

- Für die Nomenklatur wurde angemerkt, dass dieses Prinzip der Verursacherbilanz der AG Energiebilanzen entspricht.
  → Dies wurde an entsprechender Stelle ergänzt.

- Der Vorschlag zur weiteren Aufteilung der Bilanz nach Anwendungen wurde aufgrund derzeit nicht ausreichender Datenlage nicht in dem vorliegenden Vorschlag aufgegriffen.

9.2.2 Emissionsfaktoren (Äquivalente und Vorketten)

Vorkette

Die Nutzung von Äquivalenten sehen alle Reviewer als unproblematisch.

Die Vorketten wurden von den Reviewern kritischer gesehen und es wurden folgende Anmerkungen gegeben:

- Problematik der Doppelbilanzierung der Vorkette durch Bilanzierung sowohl in der Kommune als auch in der Kommune der Vorketten-Entstehung.
  → Diese Inkonsistenz wird aufgrund der Vorteile des Scope Verfahrens (Berücksichtigung von indirekten Emissionen in Scope 2 und 3) in Kauf genommen. Zudem spielt diese Problematik in Deutschland nur eine geringe Rolle (z.B. bei Raffinieriestandorten).

- Nennung des Arguments aus einem Workshop, dass Vorketten bei Investitionsentscheidungen eine Rolle spielen, ist nicht belegbar.
  → Der entsprechende Punkt wurde in den Empfehlungen entfernt.

- Die Vorkette bei der Produktion von Erneuerbaren Energien-Anlagen wird ebenfalls als graue Energie gesehen. Daraus entsteht eine Inkonsistenz bei der Bilanzierung, da die graue Energie im Grunde ausgeschlossen ist.
  → Der Bau und Aufwand der Erzeugungsanlagen und die damit verbunden THG-Emissionen ist Teil von Scope 3. Dieser Anmerkung wurde auch an entsprechender Stelle ergänzt.

- Das in einem Workshop genannte Argument, dass Vorketten auch zu bundesweiten Benchmarks der Technologien dienen können, wurde als nicht ausreichend belegt angesehen.
  → Im vorliegenden Bericht ist es deswegen nicht mehr zu finden.

9.2.3 Quellen für Emisssionsfaktoren

Sowohl GEMIS- als auch ecoinvent-Daten wurden von den Reviewern für geeignet gehalten, die formulierten Ansprüche zu erfüllen.

9.2.4 Bundesstrommix als Leitmix

Die Nutzung des Bundesstrommixes wurde von allen Reviewern als sinnvoll erachtet. Folgende Anmerkungen gab es dazu:

- Die Nutzung des IFEU-Stromfaktors konnte als Quelle seitens eines Gutachters aufgrund der vorliegenden Informationen nicht nachvollzogen werden.
  → Formulierte Ansprüche (langfristige Verfügbarkeit, konsistente Aufteilung Strom und Fernwärme in KWK-Prozessen) können mit dem IFEU-Strommaster jedoch weitestgehend umgesetzt werden. Eine Differenzierung der Leitungsverluste nach Einspeisetypen und eine saubere Differenzierung dezentraler Anlagen werden noch geprüft. Alternativ wurde der vom Umweltbundesamt bereitgestellt Strommix genannt. Dieser wird jedoch aus folgenden Gründen nicht genutzt:

1. Es liegen nur reine CO_2-Werte vor. Äquivalente und Vorketten sind nicht berücksichtigt.
2. Infrastrukturaufwände (z.B. bei Erneuerbaren Energien-Anlagen) werden nicht berücksichtigt (Analog noch aktuell beim IFEU-Strommaster).
3. Erzeugungswerte (und die daraus entstehenden CO_2-Emissionen) werden mit Stromabsatz verrechnet, was nicht einer Berechnung aus den reinen Produktionsprozessen (inkl. Leitungsverluste und Eigenverbrauch) beim IFEU-Strommaster entspricht. Sinkt beispielsweise der Stromabsatz bei gleicher Produktion, steigt der Emissionsfaktor.
4. Die Allokation von Strom und Wärme bei KWK-Prozessen des Strommixes ist nicht transparent.

- Eine weitere Anmerkung bezog sich auf den häufig formulierten Wunsch kommunaler Vertreter zur gleichberechtigten Darstellung von Bundesmix und TerritoriaImix.
  → In den vorliegenden Empfehlungen wurde diesem Wunsch zugunsten des Ziels der Vergleichbarkeit, der Vermeidung verschiedener THG-Emissionswerte sowie der einheitlichen Bewertung von Stromeinsparmaßnahmen nicht entsprochen. Stattdessen werden eine Vielzahl an Darstellungen geboten, regionale Entwicklungen in der Stromerzeugung abzubilden (vgl. Kapitel 5.2.1.2).

9.2.5 Berechnung des regionalen Strommixes

Die Berechnung des regionalen Strommixes war Gegenstand eines Expertenworkshops. Das daraus gewonnene Ergebnis wurde auch in das vorliegende Papier übernommen wurde. Dazu gab es noch verschiedene Anmerkungen:

- In Zukunft müssten Spezialfälle wie Direktvermarktung, Eigenverbrauch, Herkunftsnachweisregister etc. berücksichtigt werden.
  → Dies wird für die Zukunft angestrebt. Inwieweit diese Daten jedoch in passender Form zur Verfügung stehen werden, muss noch geprüft werden.

- Die Doppelzählung lokaler Anlagen im territorialen Mix als auch im Bundesmix kann bei einem Anteil von mehr als 50% Erneuerbaren problematisch werden.
  → Diese Doppelzählung ist bekannt, aber auch bei größeren Städten (z.B. Berlin mit etwa 2% Anteil am deutschen Stromverbrauch) marginal. Die doppelte Bewertung lokaler erneuerbarer Energien im Regionalstrommix und im Bundesstrommix wird für eine einfache Berechenbarkeit in Kauf genommen.

- Der Problematik, dass Kommunen mit sich verbesserndem Bundesstromix in der Bilanz gegebenenfalls falsche Ausbaustrategien entwickeln, wird im Rahmen des Benchmarks über verschiedene Indikatoren zu begegnen versucht.

- Die Möglichkeit, den regionalen Strommix auch in Szenarien zu berücksichtigen, war zwar nicht Teil des vorliegenden Bilanzpapers, ist aber aufgenommen worden.
  → Grundsätzlich wird empfohlen, mit der gleichen Systematik zu rechnen. Gleichzeitig sollten lokale Stromerzeugungsanlagen Einfluss auf die Szenarien haben. Dies ist noch abschließend im Potenzial/Szenarien-Modul zu klären.

- Es wurde auf die Problematik bei EEG-Anlagen mit zugekauften Biogaszertifikaten hingewiesen.
  → Die Problematik kann im Klimaschutz-Planer nicht abschließend gelöst werden, wird aber im entsprechenden Kapitel nun aufgezeigt.

9.2.6 Darstellung des regionalen Strommixes

Der oben genannte Wunsch nach Gleichstellung der Bundes- und der Territorialbilanz wurde noch einmal von einem Reviewer genannt. Größtenteils sehen die Reviewer die aktuell bereitgestellten Darstellungen zur Berücksichtigung der lokalen Anlagen als ausreichend an. Folgende Anmerkungen gab es darüber hinaus:

- Auf die Darstellung ob es sich um Stromerzeugung (inkl. Eigenstromnutzung bei der Erzeugung) oder um reine Einspeisemengen handelt wurde hingewiesen.
  → Dies wurde in der entsprechenden Grafik ergänzt. Nun ist definiert, dass es sich bei öffentlichen Kraftwerken um Einspeisemengen und bei EEG-Anlagen und Industriekraftwerken um Einspeisemengen bzw. Eigennutzung (ohne Eigenstromnutzung in der Erzeugung) handelt. Da die Netzverluste stromseitig nur geringes Ausmaß haben, werden diese Mengen dem Verbrauch gegenübergestellt. Bei der Fernwärme handelt es sich dagegen um die zum Verbraucher gelieferte Endenergiemenge. Netzverluste sind hier nicht enthalten, werden aber bei der Ermittlung der Emissionen berücksichtigt.

- Der Vorschlag zur Unterteilung von lokalem und überregional verbrauchtem Strom für konventionelle Kraftwerke wurde nicht übernommen.
  → Eine Unterscheidung, ob konventionelle Kraftwerke für regionale oder überregionale Märkte Strom erzeugen, kann nicht einheitlich geklärt werden.

- Weitere Vorschläge zur Darstellung des Territorialmixes (%-Angabe der Abweichung der beiden Stromvarianten, Darstellung der Gesamtemissionen der beiden Bilanzen, Darstellung der Emissionen regenerativer Energieträger) wurden im aktuellen Vorschlag noch nicht aufgegriffen.
  → Damit wurde versucht, die Komplexität der Grafiken nicht weiter zu erhöhen. Die Vorschläge werden in der Pilotphase weiter diskutiert und geprüft.

9.2.7 Allokation der Koppelprodukte

Die Allokation bei KWK-Prozessen mittels der vorgeschlagenen Exergiemethode findet größtenteils Zustimmung, da dieses Prinzip physikalische Realitäten abbildet. Folgende Anmerkungen wurden dazu noch gemacht:

- Kritisch wurde gesehen, dass Anlagenbetreiber nach der finnischen Methode rechnen müssen und somit beide Methoden zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.
  → Hier gilt zu sagen, dass in einem UBA-Projekt parallel mit der AGFW die Exergiemethode besprochen wurde und diese voraussichtlich in Zukunft als „Carnot-Methode“ empfohlen wird.

- Zudem wurde noch der Hinweis gegeben, dass eine Kasskadennutzung derzeit noch nicht abgebildet wird.
  → Mit der Möglichkeit der Darstellung mehrerer Temperaturniveaus sollte diesem Einwand entsprochen werden.

9.2.8 Datengüte

Die Relevanz der Datengüte wird von allen Reviewern anerkannt. Lediglich zur Gewichtung bei der Bewertung gab es verschiedene Vorschläge:

- Bundesweite Daten sollten nicht mit 0 bewertet werden, da diese bereits aus fundierten Erhebungen stammen.

→ Der Vorschlag wurde nicht aufgegriffen, da mit der Datengüte nicht die Qualität der bundesweiten Daten in Frage gestellt wird, sondern lediglich ihre Aussagekraft und Relevanz für kommunale Bilanzen.

- Zudem wurde darauf hingewiesen, dass selbst primärstatistische Daten häufig Fehlern bzw. Nachbesserungen unterliegen.
  → Dies ist in der Tat häufig der Fall. Trotzdem sollte es das Ziel sein, so viele primärstatistische Daten wie möglich zu erhalten und im Zweifel rückwirkend anzupassen.

In der Pilotphase wird mit dem in Kapitel 4.4 vorgeschlagenen Vorschlag gerechnet. In diesem wird versucht, die Relevanz von Daten für eine kommunale Bilanz mit klarer Abgrenzung deutlich zu machen. Sollte sich in der Praxis die Skala nicht bewähren, werden die im Review-Prozess vorgeschlagenen Skalen auf ihre Praktikabilität hin überprüft.

9.2.9 Empfehlung zum Umgang mit nicht-energetischen THG-Emissionen

Die Reviewer stimmten überwiegend mit dem IFEU-Vorschlag zur Bilanzierung nicht-energetischer THG-Emissionen überwiegend.

- Lediglich die Relevanz nicht-energiebedingter THG-Emissionen aus industriellen Prozessen wurde vereinzelt kritisch gesehen bzw. sollte nur anteilig anhand des lokalen Konsums berücksichtigt werden.
  → Letzteres wurde nicht berücksichtigt, da sonst ein Bruch des Bilanzierungsprinzips entsteht (lokale Anlagen vs. lokaler Konsum).

- Zudem wurde seitens der landwirtschaftlichen Expertise der Hinweis gegeben, Landwirtschaft nur auf Landkreis-Ebene zu bilanzieren, da einerseits Daten auf dieser Ebene aussagekräftig vorliegen, andererseits auch der kommunale Einfluss auf dieser Ebene interessant wird.
  → Diesem Vorschlag wurde im vorliegenden Bericht entsprochen.

9.2.10 Berücksichtigung von Klimaschutzaktivitäten

Die Reviewer hatten zu diesem Punkt neben überwiegender Zustimmung wenige Anmerkungen:

- Es sollte die Möglichkeit geben, mehr Ökostromanbieter zu berücksichtigten
  → Für eine Übersichtlichkeit werden nicht alle Varianten dargestellt.

- Ein Vorschlag bezog sich auf die deutlichere Kennzeichnung, dass es sich nur um Grafiken zur Information handelt.
  → Inwieweit dies notwendig ist, soll in der Pilotphase getestet werden.

9.2.11 Empfehlung von Handlungsschwerpunkten

Bei den Darstellungen zu kommunalen Handlungsschwerpunkten gaben die Experten verschiedene Empfehlungen zu dem ihnen vorgelegten Vorschlag:

- Der Wunsch nach einer sauberen Abgrenzung und Definition der Sektoren würde die Bilanzierungspraxis erheblich erleichtern.
  → Diesem Vorschlag ist im vorliegenden Bericht entsprochen worden.

- Dem Vorschlag, die Darstellung lediglich auf die Endenergiebilanz zu beziehen, wurde nicht entsprochen.
  → Vielmehr werden hier sowohl Endenergie- als auch THG-Emissionen mit gleichem Schemata dargestellt. Der lokale Einfluss auf die Wärmeenergieträgerzusammensetzung als auch die Möglichkeiten bei der Energieeffizienz kann bei den entsprechenden Sektoren eine Rolle spielen und sollte deswegen mit Endenergie- als auch THG-Emissionen dargestellt sein.

- Der Wunsch nach einer Übersicht, warum welcher Bereich eher im kommunalen Handlungsbereich gesehen wird, ist im Bericht nun enthalten.
  → Inwieweit diese Definitionen standardisiert im konkreten Anwendungsfall funktionieren, wird die Pilotphase zeigen.

9.2.12 Berücksichtigung von Korrekturen

Die Möglichkeit der Darstellung von Korrekturen bzw. verschiedenen Darstellungen fand seitens der Reviewer mit verschiedenen Ergänzungen Zustimmung:

- Der Wunsch, Emissionen auch relativ (pro Kopf darzustellen) wurde nicht direkt in die Bilanzierung übernommen, sind aber Teil des Benchmark-Systems.

- Die Idee, die Wirkung bundespolitischer Maßnahmen als Rahmenbedingung mit aufzunehmen, kann aktuell noch nicht umgesetzt werden. Hier gibt es noch weiteren Forschungsbedarf, diese Wirkungen separat darzustellen.

- Der Wunsch der Einheitlichkeit der Witterungskorrektur ist im vorliegenden Bericht entsprochen worden und wird im Klimaschutz-Planer Software auch berücksichtigt.

9.3 Abkürzungen

AB	Autobahn
AO	Außerorts
B	Bundesstraße
BQZ	Binnen-, Quell/Ziel-Verkehr
BY	Bayern
CH_4	Methan
CO_2	Kohlendioxid
FF	Frankfurt/Oder
Fzg-km	Fahrzeug-Kilometer
G	Gemeindestraße
HFC	Fluorierte Kohlenwasserstoffe
ICE	InterCityExpress
IO	Innerorts
K	Kreisstraße
Kfz	Kraftfahrzeug
L	Landstraße
Lkw	Lastkraftwagen
LTO	Landing and Take-off
MJ	Mega-Joule
MVA	Müllverbrennungsanlage
MZR	Motorisiertes Zweirad
NDS	Niedersachsen
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
N_2O	Lachgas
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PFC	Perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe
Pkm	Personen-Kilometer
Pkw	Personenkraftwagen
SEAP	Sustainable Energy Action Plan
SF_6	Schwefelhexaflurid
SN	Sachsen
SSU	Stadt-, Straßen-, U-Bahn
THG	Treibhausgase
Tkm	Tonnen-Kilometer
TREMOD	Transport Emission Model
WOB	Wolfsburg
UBA	Umweltbundesamt
zGG	Zulässiges Gesamtgewicht