



Bilanzierung von Treibhausgasemissionen

Hintergrundpapier

*im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz
der Freien und Hansestadt Hamburg*



Sven Bode

arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik

Parkstraße 1a, 22605 Hamburg

info@arrhenius.de, www.arrhenius.de



INHALT

Hintergrund und Zusammenfassung.....	3
1 Treibhausgase und Emissionsquellen	4
1.1 Treibhausgase	4
1.2 Emissionsquellen.....	4
2 Bilanzierung im Sinne von „Inventarisierung“	6
2.1 Territorialprinzip nach Kyoto Protokoll	6
2.2 Quellenbilanz nach Landesarbeitskreisenergiebilanzen	6
2.3 Verursacherbilanz nach Landesarbeitskreisenergiebilanzen	7
2.4 CO ₂ -Bilanz/ Fußabdruck von Unternehmen.....	8
2.5 CO ₂ -Bilanz/ Fußabdruck von Produkten.....	10
2.6 CO ₂ -Bilanz/ Fußabdruck von Bürgern	12
2.7 CO ₂ -Bilanz von Städten	15
3 Bilanzierung zur Berechnung von Emissionsminderungen	16
4 Fazit.....	18

HINTERGRUND UND ZUSAMMENFASSUNG

Im Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg erfolgen die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen und entsprechend die Ableitung von Maßnahmen auf Basis der sog. Verursacherbilanz nach Landesarbeitskreis Energiebilanzen. Diese Verursacherbilanz bildet auch die Grundlage für die vom Hamburger Senat in der Vergangenheit definierten Klimaschutzziele.

Seit der Vorstellung des Basisgutachtens in der Öffentlichkeit wurden wiederholt auch andere Bilanzierungsverfahren von unterschiedlichen Akteuren in die Diskussion eingebracht. Die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) steht nun vor der Frage, ob und inwieweit sie den bestehenden Bilanzierungsansatz erweitern soll. Vor diesem Hintergrund stellt das vorliegende Hintergrundpapier verschiedene Bilanzierungsverfahren für Treibhausgase vor, die in der Praxis eingesetzt werden. Dabei geht es nicht um eine vollständige Darstellung aller existierenden Verfahren, sondern vielmehr um eine breite Darstellung von Anwendungsfällen wichtiger Verfahren.

Es sei vorab bereits angemerkt, dass es sehr unterschiedliche Verfahren gibt, die alle weder richtig oder falsch sind. Ein Blick in die von Günther et al. (2004) erarbeitete Zusammenfassung von gut zwei Dutzend Leitfäden zur Treibhausgaserfassung macht deutlich, dass bei zentralen methodischen Kriterien Unterschiede zwischen den Leitfäden auftreten. Ein Teil der Unterschiede ist durch die unterschiedliche Bezugsebene (Staaten, Unternehmen, Projekte) zu erklären. Die nachfolgende Übersicht zeigt, dass andere Unterschiede auch und gerade aus den unterschiedlichen Zielsetzungen der Bilanzierenden zu erklären sind. Dieser Aspekt, d.h. die Zielsetzung, sollte im Rahmen der weiteren Diskussion innerhalb der BSU besonders berücksichtigt werden.



1 TREIBHAUSGASE UND EMISSIONSQUELLEN

Bevor der Frage nach unterschiedlichen Bilanzierungsmöglichkeiten für Treibhausgasemissionen (THG) nachgegangen wird, sollen kurz noch einmal Gase und Quellen genannt werden.

1.1 Treibhausgase

Die in der politischen Diskussion relevanten Treibhausgase sind in Anlage A des Kyoto-Protokolls genannt. Es sind:

- Kohlendioxid (CO_2)
- Methan (CH_4)
- Distickstoffoxid (N_2O)
- Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC)
- Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC)
- Schwefelhexafluorid (SF_6)

Die Klimawirksamkeit der verschiedenen Treibhausgase lässt sich durch sog. Treibhauspotentiale mit einander vergleichen. Derzeit beruht die Berechnung der Treibhauspotentiale auf Kohlendioxid als Referenzgas und einem Bezugszeitraum von 100 Jahren. Diese Entscheidung ist politisch gefällt worden, andere Referenzgase und Bezugszeiträume sind grundsätzlich möglich.

1.2 Emissionsquellen

Anlage A des Kyoto-Protokolls listet auch die relevanten Quellen auf, d.h. die Stellen, an denen die THGs tatsächlich in die Atmosphäre emittiert werden.

Energie

Verbrennung von Brennstoffen; Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen etc.

Produktionsprozesse

Mineralerzeugnisse, Chemische Industrie, Metallerzeugung, Sonstige Erzeugung, Erzeugung und Verbrauch von Halogenkohlenwasserstoffen und Schwefelhexafluorid etc.

Verwendung von Lösungsmitteln und anderen Erzeugnissen

Landwirtschaft

Enterische Fermentation, Düngewirtschaft, Reisanbau, Landwirtschaftliche Böden, Traditionelles Abbrennen von Grasland, Offene Verbrennung landwirtschaftlicher Rückstände, Sonstige

Abfallwirtschaft

Entsorgung fester Abfälle an Land, Abwasserbehandlung, Müllverbrennung, Sonstige

Bei der Betrachtung des physischen Orts der Emissionen wird nicht danach gefragt, wer die Emissionen emittiert oder warum diese Emissionen emittiert werden, d.h. wer oder was



der Verursacher ist. Auch mit der Frage der Allokation von Emissionen aus den o.g. Quellen auf Produkte oder Prozesse macht das Protokoll keine Angaben. Diese Fragen sind bei der Erstellung von Emissionsbilanzen zu beantworten.

Bei der Bilanzierung gibt es unterschiedlichste Ansätze, die nachfolgend etwas genauer erläutert werden. Es wird dabei zwischen folgenden 2 Kategorien unterschieden:

1. Bilanzierung im Sinne von „Inventarisierung“
2. Bilanzierung zur Berechnung von Emissionsminderungen



2 BILANZIERUNG IM SINNE VON „INVENTARISIERUNG“

In diesem Abschnitt werden verschiedene Ansätze zur Bilanzierung von TGHs vorgestellt, die in der Praxis angewendet werden. Bilanzierung wird hier verstanden als Messung oder Inventarisierung der Emissionen zu einem bestimmten Zweck und zu einem bestimmten Zeitpunkt.

2.1 Territorialprinzip nach Kyoto Protokoll

Die Emissionserfassung unter dem Kyoto Protokoll folgt dem Territorialprinzip, d.h. in den Inventaren sind alle Treibhausgasemissionen nach Anlage A des Protokolls (siehe auch Abschnitt 1) zu erfassen, die auf dem Territorium einer Vertragspartei emittiert werden.¹ Zur genauen Bestimmung liegen umfangreiche *Guidelines* des Weltklimarates (IPCC) vor.²

Es wird entsprechend nicht danach gefragt, warum Emissionen verursacht wurden oder in welchen Produkten diese Emissionen „versteckt“ sind. Entsprechend werden auch Emissionen aus der Produktion von Gütern, die exportiert werden, in der entsprechenden Bilanz berücksichtigt. „Versteckte“ Emissionen in importierten Gütern werden im Importland dagegen nicht berücksichtigt.

Im Kontext der Hamburger Diskussion erscheint von Bedeutung, dass Emissionen aus Treibstoffen, die an Schiffe und Flugzeuge im internationalen Verkehr verkauft wurden, nicht Bestandteil der nationalen Inventare unter der Klimarahmenkonvention sind.³

2.2 Quellenbilanz nach Landesarbeitskreisenergiebilanzen

Die Quellenbilanz nach Landesarbeitskreisenergiebilanzen hat hohe Ähnlichkeit mit der Inventarisierung nach dem Territorialprinzip im Kyoto Protokoll. Wichtigster Unterschied ist, dass sie nur auf Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch eines Bundeslandes fokussiert und entsprechend nur CO₂-Emissionen umfasst.

„Bei der Quellenbilanz handelt es sich um eine auf den Primärenergieverbrauch eines Landes bezogene Darstellung der Emissionen [...]. Unberücksichtigt bleiben dabei die mit dem Importstrom zusammenhängenden Emissionen, dagegen werden die Emissionen, die auf die Erzeugung des exportierten Stroms zurück zu führen sind, in vollem Umfang nachgewiesen. Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des im Land emittierten Kohlendioxids; wegen des Stromaußenhandels sind jedoch keine direk-

¹ Auf die Berücksichtigung von Emissionen aus *land-use, land-use change and forestry (LULUCF)* wird nicht näher eingegangen. Diese sind in den Inventaren getrennt zu erfassen.

² Siehe: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>

³ Die Gründe hierfür sind vielfältig, siehe z. B. Bode et al (2002) *Climate policy: analysis of ecological, technical and economic implications for international maritime transport*, in: *International Journal of Maritime Economics*, 4, S. 164 - 184

ten Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten der Endenergieverbraucher und den dadurch verursachten Beitrag zu den CO₂-Emissionen eines Landes möglich.“ (Landesarbeitskreis Energiebilanzen⁴)

Entsprechend werden Emissionen aus der Produktion von Gütern (einschließlich von Strom), die exportiert werden, in der entsprechenden Bilanz berücksichtigt. „Versteckte“ Emissionen in importierten Gütern werden im Importland dagegen nicht berücksichtigt.

Für Hamburg ist festzuhalten, dass in der Quellenbilanz Emissionen des Flugverkehrs auf Basis der am Hamburger Flughafen verkauften Treibstoffmengen ausgewiesen werden.

Mit Blick auf spätere Kapitel sei die Besonderheit erwähnt, dass Hamburg sowohl eine Stadt und als auch ein Bundesland ist und entsprechend eine Quellenbilanz für Hamburg erstellt wird.

2.3 Verursacherbilanz nach Landesarbeitskreisenergiebilanzen

Die sog. Verursacherbilanz hat im Laufe der Zeit zunehmend an Bedeutung im Rahmen von Klimaschutzzielen und Klimapolitik in den Bundesländern gewonnen. Diese ist wie folgt definiert.

„Bei der Verursacherbilanz handelt es sich um eine auf den Endenergieverbrauch eines Landes bezogene Darstellung der Emissionen. Im Unterschied zur Quellenbilanz werden hierbei die Emissionen des Umwandlungsbereichs nicht als solche ausgewiesen, sondern nach dem Verursacherprinzip den sie verursachenden Endverbrauchersektoren zugeordnet...“ (Landesarbeitskreis Energiebilanzen)

Eine Besonderheit kommt beim Strom zum Tragen. Die Emissionen aus dem Stromverbrauch werden hier auf Basis des sog. Generalfaktors, vereinfacht gesagt den durchschnittlichen Emissionen aus der Stromversorgung in Deutschland, berechnet.⁵

⁴ <http://www.lak-energiebilanzen.de>

⁵ *„Beim Energieträger Strom erfolgt die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Der hierzu benötigte Faktor (Generalfaktor) ergibt sich als Quotient der Summe der Emissionen aller deutschen Stromerzeugungsanlagen, soweit sie für den inländischen Verbrauch produzieren, und der Summe des inländischen Stromendverbrauchs. Ein positiver Stromaußenhandelsüberschuss mit dem Ausland wird dabei unter Anlehnung an die Substitutionstheorie so bewertet, als sei er in inländischen Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung hergestellt worden. Aufgrund dieser teilweise modellhaften Berechnungsmethode ist ein direkter Zusammenhang mit den tatsächlich in einem Land angefallenen Emissionen, die in der Quellenbilanz dargestellt werden, nicht gegeben.“ (Landesarbeitskreis Energiebilanzen)*



Die Emissionen aus dem Energieverbrauch für die Produktion von Gütern, die exportiert werden, sind entsprechend in der entsprechenden Bilanz berücksichtigt. „Versteckte“ Emissionen in importierten Gütern werden im Importland dagegen nicht berücksichtigt. Für Strom gelten die genannten besonderen Bedingungen.

Für Hamburg ist festzuhalten, dass in der Quellenbilanz Emissionen des Flugverkehrs auf Basis der am Hamburger Flughafen verkauften Treibstoffmengen ausgewiesen werden.

Mit Blick auf spätere Kapitel sei die Besonderheit erwähnt, dass Hamburg sowohl eine Stadt und als auch ein Bundesland ist und entsprechend eine Quellenbilanz erstellt wird.

2.4 CO₂-Bilanz/ Fußabdruck von Unternehmen

Emissionsbilanzen von Unternehmen werden regelmäßig auch als CO₂-Fußabdruck bezeichnet. Es existieren verschiedene Standards, der bedeutendste ist jedoch das sog. *GHG Protocol* des World Resource Institutes. Die Bedeutung zeigt sich auch und insbesondere darin, dass das sog. *Carbon Disclosure Project*⁶ (CDP) diesen Standard fordert. Unter dem CDP sind viele große, internationale Investoren vertreten (Gesamtinvestitionssumme: mehr als 40 Billionen US\$), die von den investierten Unternehmen eine Einschätzung „des CO₂-Risikos“ für das Unternehmen fordern. Hieraus wird die gänzlich andere Zielsetzung des Bilanzierungsansatzes ggü. den zuvor genannten deutlich: Es geht darum zu erkennen, an welchen Stellen im Unternehmen Risiken durch THG-Emissionen existieren, unabhängig davon, ob diese Emissionen in eigenen Anlagen emittiert werden oder ob sie z. B. durch den Import von Produkten in die Sphäre des Unternehmens kommen. Risiken können z. B. durch die Einführung von Steuern oder Abgaben für THG-Emissionen entstehen und ein Unternehmen auf unterschiedliche Art treffen. Insoweit handelt es sich in gewisser Weise um eine Mischform von Quellen- und Verursacherbilanz nach LAK-Energiebilanzen unter Berücksichtigung aller THGs.

Die Bewertung des THG-Risikos erfolgt auf Basis des genannten *GHG Protocol*s, das wiederum verschiedene Einsatzmöglichkeiten eines Inventars nennt (WBCSD & WRI 2004, S. 3):

- Identifikation von und Umgang mit Risiken durch Treibhausgase (Risikomanagement)
- Grundlage für interne und externe Kommunikation (Berichterstattung)
- Teilnahme an freiwilligen Treibhausgasprogrammen
- Erfüllung verpflichtender Nachweis- und Reduktionsprogramme
- Teilnahme an Treibhausgasmärkten

Das GHG Protocol sieht im Wesentlichen folgende Schritte bei der Inventarisierung vor.

⁶ Siehe <https://www.cdproject.net>

1. Bestimmung der organisatorischen Systemgrenze⁷
2. Bestimmung der operationalen Systemgrenze
3. Berechnung der Emissionen

Gemäß GHG Protocol erfolgt eine Identifikation und Kategorisierung von direkten und indirekten Emissionen, wobei zwischen den sog. Scopes 1 bis 3 unterschieden wird (vgl. WBCSD & WRI 2004 S. 25):

- Scope 1: Direkte Emissionen bspw. aus eigener Strom- oder Wärmeproduktion, Mobilität sowie direkte Prozessemissionen aus chemischen Reaktionen, Leckagen u.ä.
- Scope 2: Indirekte Emissionen aus dem Verbrauch von Sekundärenergieträgern (Strom, Wärme etc.), die vom Unternehmen gekauft und innerhalb der organisatorischen Systemgrenze genutzt werden.
- Scope 3: Sonstige indirekte Emissionen aus den unternehmerischen Aktivitäten, die Konsequenz der unternehmerischen Tätigkeit sind aber nicht an eigenen oder kontrollierten Quellen anfallen.

Die Unterscheidung zwischen Scope 1 einerseits und Scope 2 und 3 andererseits wird damit begründet, dass das Unternehmen in Scope 1 definitionsgemäß unmittelbar Kontrolle über die Emissionen hat. Es kann z. B. eine Ölheizung relativ einfach gegen eine Gasheizung austauschen. Bei den anderen beiden Scopes kann das Unternehmen zwar einen gewissen Einfluss der Wahl von Lieferanten oder Produkte ausüben, auf die dortigen Produktionsbedingungen hat es aber keinen Einfluss. Als Beispiel sei die Nutzung von Fernwärme in Hamburg genannt. Erweitert man die Scopes nach GHG Protocol um verschiedene Unternehmensbereiche so ergibt eine Matrix (vgl. Tabelle 1). Für die Emissionsberechnung in den einzelnen Zellen werden unterschiedlich stringente Vorgaben gemacht. Am offensten ist die Bestimmung der Emissionen von Produkten (Zelle 9 in 1). Hierauf wird in Abschnitt 2.5 näher eingegangen.

⁷ Hier geht es aus Unternehmenssicht darum zu entscheiden, welche Tochtergesellschaften nach welchem Verfahren berücksichtigt werden.



Tabelle 1: Matrix zur Definition von Emissionsquellen mit Beispielen (Quelle: Bode et al. 2007)

		<u>Unternehmensbereich</u>		
		Mobilität	Energiebereitstellung	Produktion / Produkt
direkte Emissionen	Scope 1	Fuhrpark, Flugzeuge (Benzin, Diesel, Gas) ①	Öl, Gas, Kohle etc. (Eigenerzeugung) ②	Direkte Emissionen bei Produktion (z. B. bei der Zementproduktion) ③
	Scope 2	Fuhrpark (Wasserstoff-, Elektrofahrzeuge) ④	Strom, Wärme, Dampf, Kälte etc. (Fremdbezug) ⑤	_____ ⑥
indirekte Emissionen	Scope 3	Dienstreisen etc. (Flug, Bahn, Taxi etc.) ⑦	_____ ⑧	Weitere Lebenszyklusemissionen - Einkauf (z. B. Herstellung von Papier) - Verkauf (z. B. Betrieb eines PKW) ⑨

Neben den GHG Protocol haben sich weitere Rahmenwerke wie z.B. des World Wildlife Fund (WWF), Register wie das California Climate Action Registry (CCAR) oder ganze Systeme wie das europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) etc. zur Ermittlung von Emissionsinventaren etabliert.

Über Treibhausgase hinaus haben sich Umweltmanagement-Systeme etabliert, die einen weiteren Fokus haben. Zu nennen sind hier insbesondere die europäische Verordnung über ein freiwilliges Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS⁸) und die weltweit anerkannten Industrienormen zum Umweltmanagement der International Organization for Standardization (ISO-Normen-Gruppe 14000). Ansatz von Umweltmanagementsystemen ist die Erfassung, Abbildung und Kontrolle sämtlicher Unternehmenstätigkeiten mit wesentlichen Umweltauswirkungen. Diese sollen somit einer steuerbaren Verbesserung zugänglich werden. Handlungsrelevanz und Gefährdungspotenzial bestimmen die Wesentlichkeit eines Umweltaspekts wobei eine weitere Einstufung anhand der Steuerbarkeit erfolgt. Derartige Aspekte könnten auch im Rahmen der weiteren Diskussion in Hamburg stärker berücksichtigt werden.

2.5 CO₂-Bilanz/ Fußabdruck von Produkten

Die Bestimmung der CO₂-Emissionen aus Produkten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Bedeutung der Setzung der Systemgrenzen kristallisiert sich als ein wesentlicher Punkt heraus. Wird beispielsweise nur die Produktion eines Produktes (bis zum Werkstor) betrachtet, wird die Lieferung bis zum Handel einbezogen oder wird auch noch die Nutzung beim Verbraucher mit betrachtet. So kann beispielsweise ein hoch energieeffizienter Kühlschrank bis zum Werkstor eine schlechtere Emissionsbilanz aufweisen als ein Durchschnittsgerät, bei

⁸ Die derzeit gültige Verordnung (EG) Nr. 761/2001 vom 19. März 2001. EMAS = Eco-Management and Audit-Scheme; dieses wird geläufig auch als EU-Öko-Audit oder Öko-Audit bezeichnet.

Betrachtung einer 10 oder 20-jährigen Einsatzdauer beim Verbraucher dagegen eine deutlich bessere.

Entsprechende ökologische Gesamtbetrachtungen werden sind längerem durchgeführt, z. B. durch Rückgriff auf Normen zum sog. Life Cycle Assessment wie die ISO-Norm 14040 an, für deren Anwendung spezielle Software existiert.⁹

Umfangreiche Erfahrungen zur Ermittlung von CO₂-Fußabdrücken wurden auch im Rahmen des *Product Carbon Footprint* Pilotprojektes gesammelt.¹⁰ Dabei haben 10 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen in Fallstudien unter wissenschaftlicher Begleitung den CO₂-Fußabdruck einzelner Produkte bestimmt.

Der Ergebnisbericht stellt fest, dass die Emissionsbestimmung unterschiedlichen Zielsetzungen dienen kann (PCF Pilotprojekt Deutschland, 2009, S. 8)

- Transparenz in der Wertschöpfungskette in Hinblick auf die vor- und nachgelagerten Prozesse und beteiligten Akteure zu schaffen,
- Bewusstsein für die Treibhausgas-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette zu schaffen und besonders emissionsreiche Phasen zu identifizieren,
- Potenziale zu identifizieren, wie Emissionen reduziert werden können (beispielsweise durch Optimierung der Prozessketten),
- Impulse für die (Weiter-)Entwicklung der eigenen Klimastrategie zu gewinnen,
- die Relevanz von Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zu anderen Umweltwirkungen eines Produkts zu analysieren und zu bewerten.

In Ergänzung der Verfahren zur Bestimmung der Emissionen von den Produkten macht der Bericht auch Aussagen zur Kommunikation der Ergebnisse. Demnach wird die Angabe einer einzigen, aggregierten Zahl nicht für sinnvoll erachtet. Vielmehr sollten die Emissionen der einzelnen Phasen Produktion, Nutzung, Entsorgung angegeben werden. Ziel sollte eine Darstellung sein, die eine klare Handlungsrelevanz für den Verbraucher bietet. Es bleibt an dieser Stelle offen, ob die Übernahme einer aggregierten Zahl des Fußabdrucks von durch Hamburger konsumierte Produkte in eine Hamburger Emissionsbilanz sinnvoll ist.

Neben Fallstudien wird an verschiedenen Stellen auch an der Ausarbeitung von Standards zur Bestimmung des CO₂-Fußabdrucks von Produkten gearbeitet (vgl. Abbildung 1). Ein einheitlicher Standard hat sich noch nicht durchgesetzt. Es bleibt auch offen, wann, ob und wie dies geschehen wird. Ggf. setzen sich (z. B. je nach Herkunftsland eines Produkts) auch unterschiedliche Standards durch.

⁹ Siehe z. B. ifu Hamburg GmbH oder PE INTERNATIONAL GmbH. Einen Überblick über das Life Cycle Assessment auf Basis von ISO-Normen bietet bspw. Guinée (2002).

¹⁰ <http://www.pcf-projekt.de/>

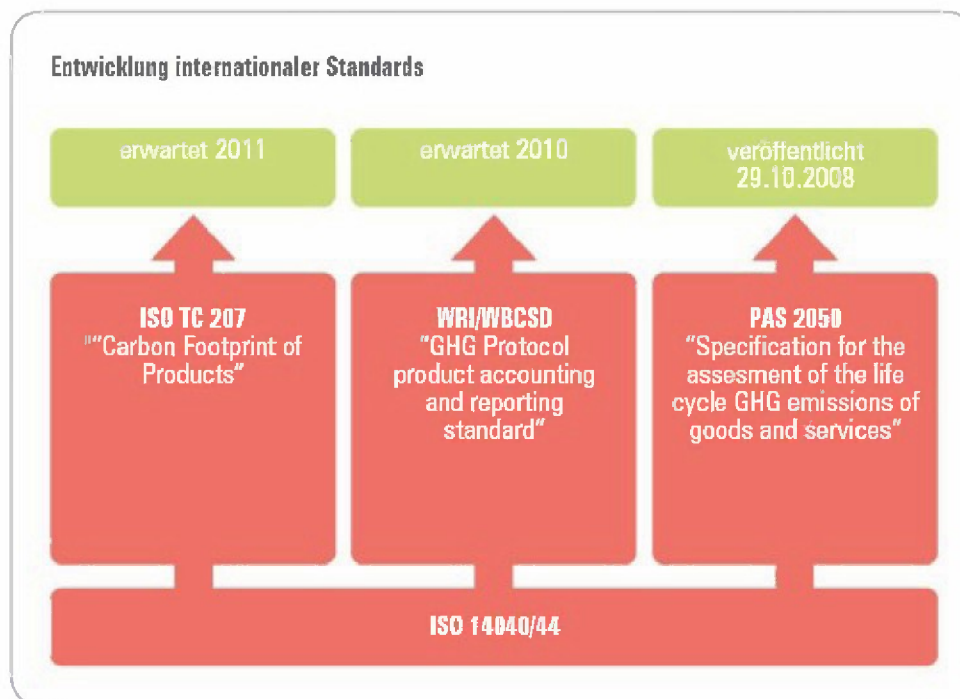


Abbildung 1: Entwicklung von Standards zu Erstellung von CO₂-Bilanzen von Produkten
(Quelle: PCF Pilotprojekt Deutschland 2009, S. 10)

2.6 CO₂-Bilanz/ Fußabdruck von Bürgern

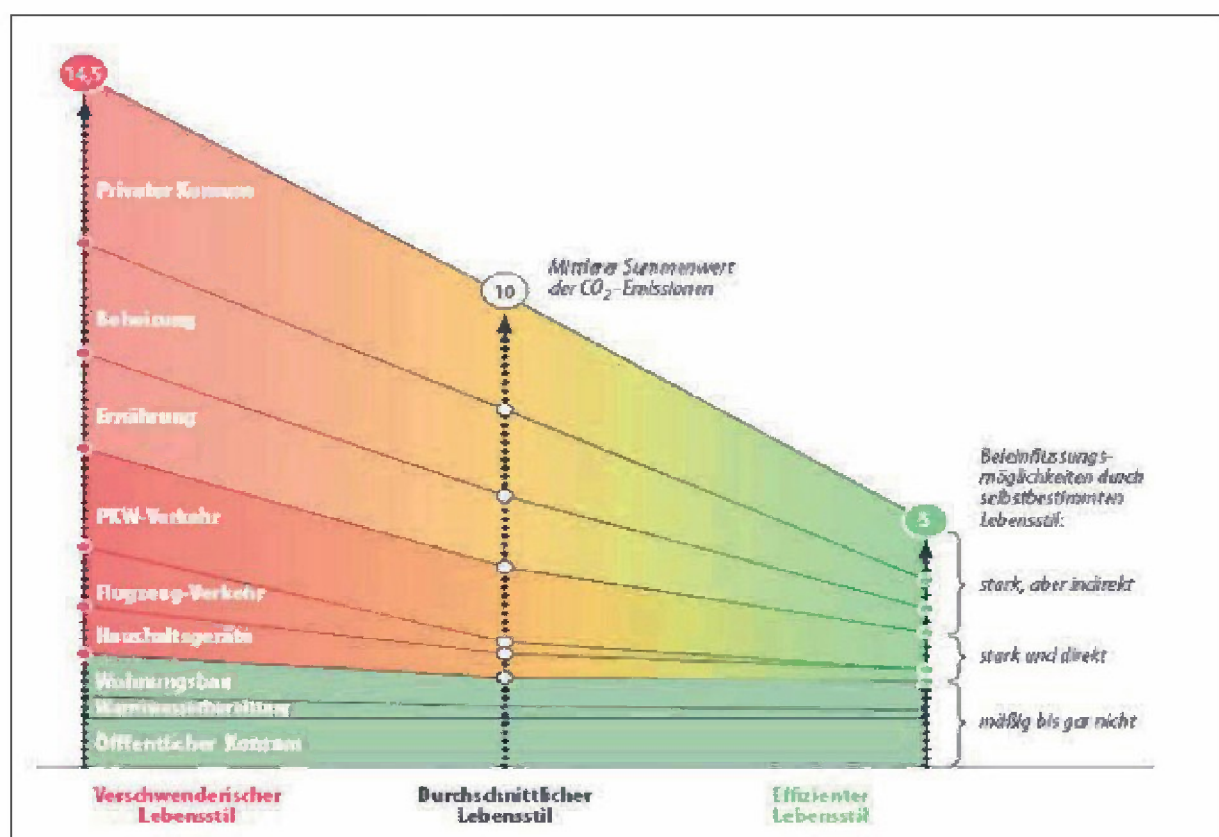
Neben Staaten und Unternehmen stand und steht auch der Bürger regelmäßig im Zentrum der Untersuchung der CO₂-Bilanzierung.



Tabelle 2 gibt einen Überblick. Die Berechnung unterscheidet sich deutlich: mal ist nur CO₂ berücksichtigt, mal weitere Treibhausgase, unterschiedliche Bilanzierungsansätze werden verfolgt, der (internationale) Flugverkehr ist unterschiedlich berücksichtigt usw. Häufig werden am Ende eine „Gesamtzahl der Emissionen in Deutschland“ durch die Anzahl der in Deutschland wohnenden Bürger geteilt und damit durchschnittliche Emissionen pro Kopf angegeben. Die tatsächliche Bilanz der Bürger kann dagegen eine große Bandbreite annehmen wie Abbildung 2 zeigt.

Tabelle 2: Übersicht über CO₂-Bilanzen für Bürger (Quelle: UBA 2007, S. 10)

Quelle	Jahr	t CO ₂ /Person.	Kommentar
DIW	2002	10,3	nur energiebedingte CO ₂ Emissionen, Quellenbilanz
UBA	2003	10,5	energiebedingte CO ₂ Emissionen plus Industrieprozesse, Quellenbilanz
UBA	2003	12,3	CO ₂ -Äquivalente, alle Sektoren, Quellenbilanz
UBA	2004	10,7	energiebedingte CO ₂ Emissionen plus Industrieprozesse, Quellenbilanz
UBA	2005	12,15	CO ₂ -Äquivalente, alle Sektoren, Quellenbilanz
UBA	2005	10,6	energiebedingte CO ₂ Emissionen plus Industrieprozesse, Quellenbilanz
StBA	2004	12	CO ₂ -Äquivalente für CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , Quellenbilanz.
StBA	2003	11,8	CO ₂ -Äquivalente für CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , Verbrauchsbilanz.
StBA	2003	9,99	CO ₂ Emissionen, Verbrauchsbilanz
WI	2006	5-14,5	persönliche Bilanz, CO ₂

Abbildung 2: CO₂ Emissionen in Tonne pro Kopf und Jahr als Funktion des Lebensstils (Quelle: Barthel 2006)

Die Bandbreite beim privaten Konsum und der Ernährung ist relativ groß und gut durch eigenes Verhalten zu beeinflussen. Es bleibt an dieser Stelle offen, ob die Datenlage ausreicht, einen „sinnvollen“ CO₂-Fußabdruck für Hamburger auf Basis hamburg-spezifischer

Daten zu berechnen. Den Bürgern werden bei in den Bilanzen regelmäßig auch die Emissionen der „Öffentlichen Hand“ zugerechnet.¹¹ Offensichtlich ist aber, dass auf diese Emissionen nur mittelbar Einfluss durch die Bürger genommen werden kann.

2.7 CO₂-Bilanz von Städten

Auch auf Ebene von Städten werden mitunter nach unterschiedlichen Verfahren CO₂-Bilanzen erstellt. Eine vollständige Analyse ist im Rahmen dieses Hintergrundpapiers nicht möglich. Als Beispiele seien jedoch genannt.

- GRIP: greenhouse gas emissions inventories for 18 European Regions (→ von LSK unterstützt)
- CDP: Das bereits oben genannte Carbon disclosure Project hat nach einem vorherigen Pilotprojekt im Herbst 2010 ebenfalls angefangen, Städte systematisch zu interviewen bzw. zu vergleichen. In einem ersten Schritt wurden Fragebögen an die 40 größten Städte der Welt verschickt. Im Mai 2011 sollten die Ergebnisse veröffentlicht werden. Sollte die Entwicklung bei Städten ähnliche wie bei Unternehmen verlaufen, wäre damit zu rechnen, dass sukzessive kleinere Städte in die Analyse und damit auch Hamburg einbezogen werden.
- Software: Es gibt auch verschiedene Anbieter von Software zur Erstellung Bilanzen für Städte wie z. B. ECORegion.¹²

¹¹ Siehe auch den Bereich „Konsum des Staates“ in der umweltökonomischen Gesamtrechnung.

¹² <http://www.klimabuendnis.org/co2-monitoring-software0.html?&L=1>



3 BILANZIERUNG ZUR BERECHNUNG VON EMISSIONSMINDERUNGEN

Von der zuvor genannten Bilanzierung im Sinne der Inventarisierung kann die Bilanzierung im Sinne der Berechnung von Emissionsänderungen bzw. -minderungen unterschieden werden.

Die einfachste Form ist die Darstellung eines Inventars nach einem der o.g. Ansätze zu (zwei) unterschiedlichen Zeitpunkten, woraus sich die Änderungen/ Minderungen berechnen lassen. Eine derartige Darstellung ist rein deskriptiv und macht keinerlei Aussagen über die Gründe für die entsprechende Emissionsentwicklung. Tatsächlich lässt sich in der öffentlichen Diskussion jedoch das Bedürfnis erkennen, die Gründe genauer darzustellen. Als Beispiele hierfür sei genannt:

- Die Bewertung von Politiken und Maßnahmen (z. B. Förderinstrumente)
- Die Bewertung von freiwilligen Selbstverpflichtungen
- Die Bewertung sonstiger Klimaschutzprojekte.

In diesem Zusammenhang kann unmittelbar auf die sog. flexiblen Mechanismen CDM und JI aus dem Kyoto Protokoll referenziert werden. Unter diesen Mechanismen kann die Emissionsminderung eines konkreten Projektes oder eine Politikmaßnahme berechnet werden.¹³ Die Berechnung der Emissionsminderung erfolgt dabei aus der Differenz der Emissionen in einem Referenzszenario (auch Baseline genannt) und den tatsächlichen Emissionen innerhalb einer zuvor definierten Systemgrenze (vgl. Abbildung 3). Beide Emissionspfade werden nach Implementierung einer Maßnahme berechnet. Das Referenzszenario ist dabei kontrafaktisch, d.h. sein Eintreten kann mehr verifiziert werden, da mit Beginn der Maßnahme ja gerade ein anderer Pfad eingeschlagen wird.

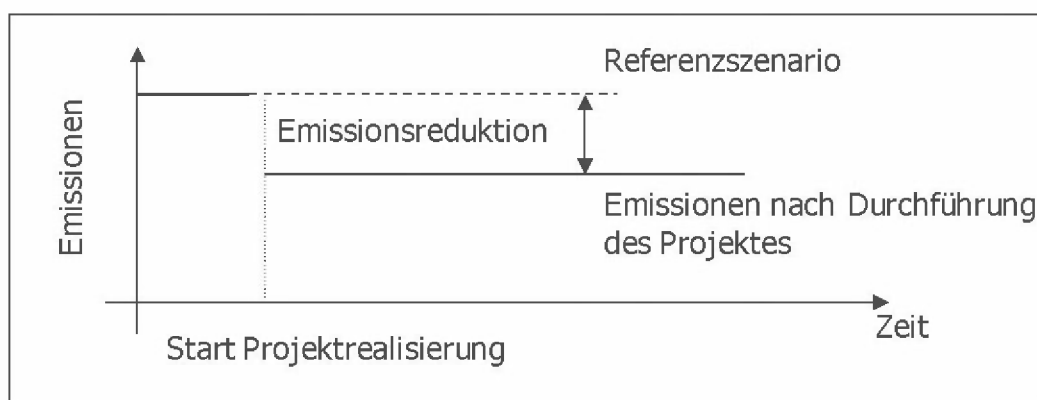


Abbildung 3: Berechnung von Emissionsminderung aus Projekten und Politiken & Maßnahmen mittels Referenzszenarien (Quelle Bode et al. 2002)

¹³ Der Ansatz findet in jüngster Zeit unter dem Begriff NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions) in der internationalen Klimapolitik ein Comeback.

Je nach Zielsetzung der Bilanzierung kann noch genauer gefragt werden, warum eine bestimmte Emissionsminderung eintritt. Z. B. kann eine Minderung eintreten, weil sie ökonomisch rentabel ist. In diesem Fall bräuchte sie beispielsweise nicht durch zusätzliche Förderung angereizt werden.¹⁴ Für die Bestimmung der Baseline liegen unter den genannten Mechanismen des Kioto Protokolls Erfahrungen aus über 1.000 Projekten vor.

Mit Blick auf das Erreichen von absoluten Emissionszielen, die durch „einfaches“ Inventarisieren zu einem bestimmten Zeitpunkt überprüft werden können (wie z. B. das Klimaschutzziel Hamburgs), sei folgendes angemerkt. Da die Berechnung von Emissionsminderungen aus Projekten oder Politiken und Maßnahmen ggü. eines Referenzszenarios erfolgt, lässt sich die Zielerreichung durch einfaches Aufaddieren von einzelnen Maßnahmen nicht zwangsläufig sicherstellen. Wird die Minderung beispielsweise ggü. eines steigenden Emissionspfades im Referenzfall berechnet, so können trotz projektbasierter Minderungen die absoluten Emissionen steigen (vgl. Abbildung 4).

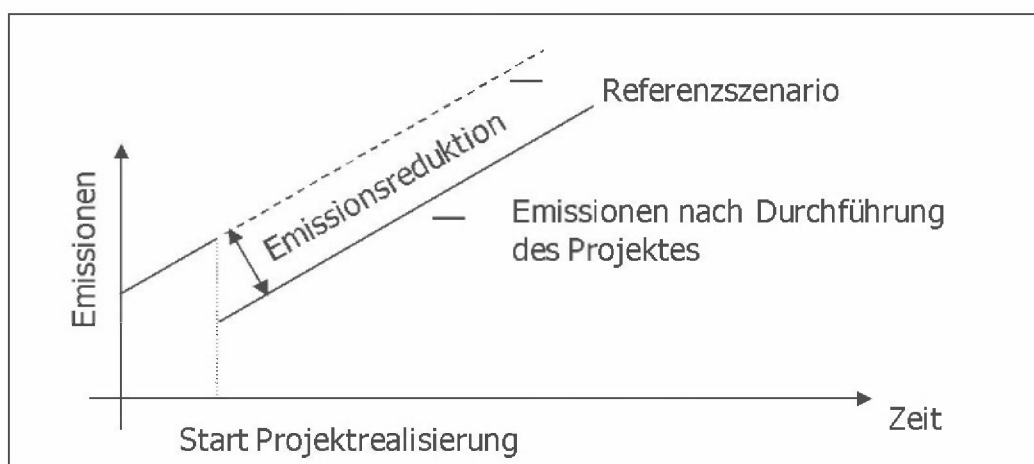


Abbildung 4: Berechnung von Emissionsminderung aus Projekten und Politiken & Maßnahmen mittels Referenzszenarien mit steigendem Emissionspfad

¹⁴ Siehe hierzu auch die Diskussion um die sog. „Zusätzlichkeit“ („additionality“).



4 FAZIT

Es existiert eine ganze Reihe von Bilanzierungsmethoden für Treibhausgas-Emissionen, von denen keine als die allein richtige angesehen werden kann.

Wenn es um nationale und internationale Ziele geht, wird die Quellenbilanz herangezogen, sie ist die Basis internationaler Abkommen. Bei regionalen Klimaschutzplänen geht es im Gegensatz dazu darum, zu identifizieren, welche lokalen Handlungsmöglichkeiten bestehen. Hierfür hat sich die Verursacherbilanz als sinnvoll erwiesen. Wenn es dagegen um die Handlungsoptionen Einzelner geht, dann kann es hilfreich sein, den persönlichen Fußabdruck einschließlich indirekter Emissionen zu betrachten.

Daneben existieren Berechnungsmethoden für einzelne Projekte zur Minderung von Treibhausgasemissionen.

Alle diese Methoden existieren nebeneinander. Es hängt von der jeweiligen Aufgabenstellung ab, welche Methode angemessen und sinnvoll einzusetzen ist. Wichtig ist in jedem Fall, die einmal gewählte Bilanzierungsmethode konsequent zu verwenden und nicht verschiedene Bilanzierungsmethoden miteinander zu vermischen.

Für Hamburg gilt, dass das von Senat und Bürgerschaft verabschiedete CO₂-Minderungsziel von 40% bis 2020 gegenüber den Emissionen von 1990 auf der Basis der Verursacherbilanz formuliert wurde. Sie ist daher der alleinige Maßstab für die Zielerreichung. Andere Berechnungen, z.B. für einzelne Projekte, können Hinweise darauf geben, ob sich Hamburg auf dem richtigen Weg befindet.

Quellen

Barthel, Claus (2006) Den European Way of Life im Blick – Spielraum der Konsumenten bei ihrer CO₂-Emission, In: *Energie & Management*, 2006, 15/2006, S. 3.

Bode, Sven; Lüdeke, Florian (2007) CO₂-neutrales Unternehmen, was ist das? in: *Umwelt-WirtschaftsForum*, 15, 4, S. 265 – 273.

Bode, Sven; Greiner, Sandra; Butzengeiger, Sonja (2002) Referenzszenarien – Eine offene Frage im Klimaschutz in: *Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 2, S. 111 – 113.

Günther, Edeltraud; Tröltzsch, Jenny (2004) Erfassung von Treibhausgasemissionen - eine Analyse von 25 Leitfäden, *Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre* Nr. 87/04, Technische Universität Dresden.

PCF Pilotprojekt Deutschland (2009) Product Carbon Footprinting – Ein geeigneter Weg zu klimaverträglichen Produkten und deren Konsum? Erfahrungen, Erkenntnisse und Empfehlungen aus dem Product Carbon Footprint Pilotprojekt Deutschland, Ergebnisbericht.

UBA (2007) Die CO₂ Bilanz des Bürgers Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂ Bilanzen Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 206 42 110, Juni 2007.

WBCSD & WRI (2004) The Greenhouse Gas Protocol A Corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition, World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute.