



Hans Hertle, Katharina Schächtele

# Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bürgers – ihre Erfassung, Entwicklung und Perspektiven



Im Dezember verhandelt die Staatengemeinschaft in Kopenhagen über eine gerechte Verteilung des Beitrags einzelner Nationen zum Klimaschutz. Klar ist, die Industrienationen sind historisch und aufgrund der weiterhin hohen Treibhausgasemissionen besonders in der Pflicht, ihre Anstrengungen beim Klimaschutz deutlich zu verstärken. Das Angebot der EU, die Emissionen bis 2020 um 30 % gegenüber 1990 zu reduzieren, und das langfristige Ziel einer Halbierung der weltweiten Emissionen bis 2050, bedeuten für den deutschen Bürger eine jährliche Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von drei bis sechs Tonnen. Wie der persönliche Beitrag zum Klimaschutz in der Praxis aussehen kann, zeigt der CO<sub>2</sub>-Rechner des Heidelberger Instituts für Umwelt- und Energieforschung (IFEU).

Hintergrund für die Entwicklung eines standardisierten CO<sub>2</sub>-Rechentools im Jahr 2007 war die Tatsache, dass es zwar im deutschsprachigen Raum etwa ein Dutzend internetbasierte Angebote gab, diese aber jeweils zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führten. Im Auftrag des Umweltbundesamtes und mit Unterstützung des LFU Bayern, der Stadt Freiburg und der avantTime Consulting GmbH entwickelte das IFEU daher einen einheitlichen Rechner, der inzwischen weite Verbreitung gefunden hat. Ziel war es, dem Bürger aufzuzeigen, welchen jährlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck er durch persönliches Handeln hinterlässt. Damit kann er die CO<sub>2</sub>-Effekte aktueller oder zukünftiger Entscheidungen abschätzen. Aktuelle Entscheidungen betreffen z.B. die Investition in Haushaltsgeräte oder die Frage des Urlaubsortes und der damit verbundenen Verkehrsmittelwahl. Zukünftige Entscheidungen könnten z.B. die Frage nach dem Bau eines Eigenheims auf der grünen Wiese sein und das damit verbundene höhere Fahrtaufkommen zum Arbeitsplatz.

Die Bürgerbilanz beschränkt sich daher nicht auf einzelne Aspekte, sondern unterscheidet Emissionen nach den Bedarfsebenen Wohnen, Verkehr, Ernährung und Konsum der privaten Haushalte sowie dem Konsum öffentlicher Institutionen. Das persönliche Ergebnis wird außerdem mit dem Bundesdurchschnitt verglichen und in Handlungsempfehlungen verpackt. Damit sollen Konsumenten angeregt werden, Potenziale besser auszuschöpfen und persönliche Klimaziele zu erreichen.

## Die Bilanzierungssystematik

Die Pro-Kopf-Emissionen liegen in Deutschland bei etwa elf Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr, einschließlich der Treib-

hausgase CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas. Dieser Berechnung liegt das Verursacherprinzip zugrunde, das sämtliche Emissionen entlang der Wertschöpfungskette eines Produktes oder einer Dienstleistung dem Endverbraucher zuschreibt. Der Ort des Emissionsausstoßes spielt keine Rolle, da es auch für den Klimaschutz unerheblich ist, an welcher Stelle Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz spiegelt damit den Fußabdruck eines einzelnen Bürgers wider, der heute weit über die nationalen Grenzen reicht.

In der Anwendung stellt sich eine exakte und einheitliche Ermittlung der Emissionen durch die globale Vernetzung der Güterproduktion jedoch als schwierig dar. Der Rechner kann die Frage „importierter“ und „exportierter“ Emissionen nur ansatzweise berücksichtigen. Bei der Bestimmung der Emissionsfaktoren für Energieträger kommt es zum Beispiel darauf an, dass nicht nur bei der Verbrennung, sondern auch bei der Bereitstellung von Treibstoffen und deren Verteilung Treibhausgase emittiert werden. Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden deshalb neben den direkten Emissionen bei der Umwandlung der Energie auch die Emissionen der Vorkette einberechnet. Die verwendeten Faktoren stammen aus eigenen Berechnungen unter Verwendung von standardisierten Datenbanken wie UMBERTO, GEMIS und Ecoinvent.

## Betrachtete Bereiche

Von den durchschnittlich elf Tonnen fallen 2,8 Tonnen im Haus für Strom und Wärme, 2,5 Tonnen im Verkehr und 3,1 Tonnen im Konsum an. Die Ernährung hat mit 1,5 Tonnen eine geringere Bedeutung und ein Sockel von gut einer Tonne je

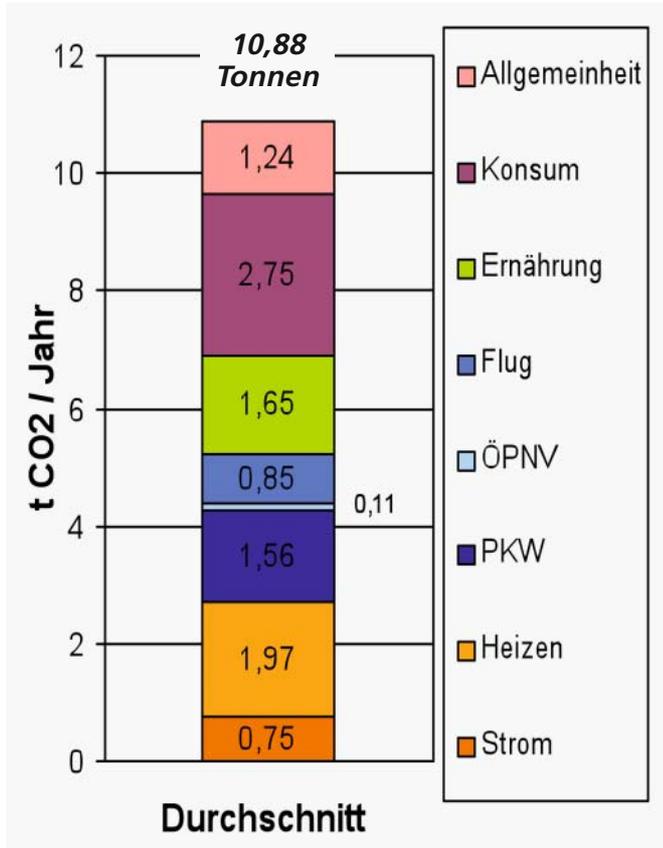


Abb. 1: Pro-Kopf-Emissionen in Deutschland und ihre Verteilung auf Bedarfsfelder – der deutsche Bundesdurchschnitt

Person ist für den Einzelnen nicht zu beeinflussen. Dieser feste Emissionsbeitrag entsteht durch die Aktivitäten des öffentlichen Sektors. Da staatliche Dienstleistungen allen Bürgern zur Verfügung stehen, wird der Emissionsausstoß im Rechner gleichmäßig auf alle verteilt.

## Wohnen

Im Bereich *Wohnen* werden vom Haushalt genutzte Energieträger und deren Jahresverbrauch ermittelt und daraus die personenbezogenen Emissionen berechnet. Im Bundesschnitt ist hier in den letzten Jahren ein zunehmender Energieverbrauch und damit auch Emissionsausstoß zu verzeichnen. Grund sind steigende Pro-Kopf-Wohnflächen und die zunehmende technische Ausstattung der Haushalte. Der Schritt in Richtung Niedrigenergiehaus- oder Passivhausstandards bietet nicht nur enorme energetische Vorteile (Einsparung 75 bis 90 %), sondern macht sich in gleichem Maße in der CO<sub>2</sub>-Bilanz bemerkbar. Auch durch die Nutzung CO<sub>2</sub>-ärmerer Energieträger (Kraft-Wärme-Kopplung in Städten oder Pelletheizungen auf dem Land) oder effizienterer Technologien im Haushalt werden Emissionen langfristig vermindert.

Der Eigenheimbesitzer kann diese Maßnahmen selbst veranlassen und profitiert damit direkt von der Einsparung. Vermieter können mit Hilfe staatlicher Unterstützung die Kosten reduzieren und Anteile der Mehrkosten auf die Mieter umlegen. Aber auch der Mieter kann beim Kauf von energieeffizienten

Geräten langfristig Emissionen einsparen. Mit jeder eingesparten Kilowattstunde Heizöl sind das 315 g und mit jeder Kilowattstunde Strom 630 g CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Bei der Ermittlung der persönlichen Emissionen, die durch den Stromverbrauch verursacht werden (im Schnitt 0,75 Tonnen pro Jahr), gilt ein nationaler Faktor, um die bundesweite Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Damit erhalten auch Bemühungen, den Stromverbrauch zu reduzieren, überall den gleichen Einspareffekt. Wer allerdings explizit Ökostrom bezieht, zeigt ein deutliches Interesse, die Stromversorgung nachhaltig zu gestalten, und wird im Rechner mit einem niedrigeren CO<sub>2</sub>-Faktor „belohnt“. Da es bei Ökostrom noch keine eindeutige bundesweite Bilanzierungsvorschrift gibt, wird ebenfalls ein durchschnittlicher Faktor verwendet, jedoch ohne die Energiequellen einzeln zu hinterfragen. Es soll aber darauf hingewiesen werden, dass auf dem Markt qualitativ unterschiedliche Ökostrom-Produkte angeboten werden und bei der Wahl des Stromanbieters unbedingt auf anerkannte Labels wie z. B. das Grüne-Strom-Label zu achten ist.

## Verkehr

Emissionen aus dem Handlungsfeld *Verkehr* lassen sich über die Entfernungen ermitteln, die im Laufe eines Jahres mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt wurden. Die gefahrene oder geflogene Kilometerleistung, der Spritverbrauch der Fahrzeuge sowie die Personenauslastung sind für die Bilanz entscheidend. Für die Nutzung des öffentlichen Nah- und Fernverkehrs wurden bundesweite Emissionswerte auf der Basis von TREMOD zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe des Radiative Forcing Index (RFI) für Mittel- und Langstreckenflüge gehen zusätzliche klimaschädliche Nebeneffekte aus dem Flugverkehr in die Bilanz ein. Da Schadstoffe (v.a. Stickoxide, Wasserdampf und Partikel) direkt in die höheren Schichten der Atmosphäre gelangen und dort zur Wolkenbildung beitragen, unterscheidet sich ihre Klimarelevanz nach heutigem Kenntnisstand um einen Faktor von 3 bis 5 von bodennahen Treibhausgasmissionen<sup>1</sup>. Im Rechner werden deshalb Emissionen aus internationalen Flügen dreimal höher bewertet als mit dem PKW. Ein Hin- und Rückflug von Deutschland in die USA liegt damit zwischen vier bis sechs Tonnen und macht Einsparpotenziale durch einen geringeren Energieverbrauch im Haushalt schnell zunichte.

Auch für den Verkehr gelten im Klimaschutz die altbewährten Rezepte: den PKW für Kurzstrecken stehen lassen und weitestgehend auf öffentliche Verkehrsmittel umsteigen. Wer täglich 50 km vom Land mit dem PKW zur Arbeit pendelt, hat im Vergleich zum Städter mit kurzen Wegen ca. zwei Tonnen pro Jahr mehr auf dem Konto. Die Wahl des Wohnortes spielt also auch für die Klimabilanz eine große Rolle. Inwieweit Erholung und Glück nur an fernen Reisezielen möglich ist, muss der

<sup>1</sup> Quelle: Mäder C. 2008, Klimawirksamkeit des Flugverkehrs – Aktueller wissenschaftlicher Kenntnisstand über die Effekte des Flugverkehrs, Umweltbundesamt, Dessau



Einzelne entscheiden, wobei sich viele Kurz- und Mittelstreckenflüge problemlos durch Bahn oder Auto ersetzen lassen.

## Ernährung

Bei der *Ernährung* sind Emissionen aufgrund individueller Essgewohnheiten und Vorlieben schwer allgemein ermittelbar. Fest steht, dass besonders Fleisch- und Milchprodukte durch Methan- und Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft die größte Auswirkung auf die persönliche Bilanz haben. Aus diesem Grund dient die Ernährungsform sowie der Kalorienverbrauch (für die Menge der Nahrungsaufnahme) als Hauptindikator bei der Emissionsberechnung. Vegetarische oder veganische Kost senkt den Emissionsausstoß um bis zu 30 Prozent im Vergleich zur Mischkost. Weitere Faktoren sind Regionalität, Saisonalität, der Kauf von Bioprodukten und der Verzicht auf Tiefkühlkost, die sich in geringerem Maße auf das Ergebnis auswirken. Der Rechner soll beim Verbraucher das Bewusstsein schaffen, die Herstellung der Nahrungsmittel sowie Transportwege bei der Wahl der Produkte einzubeziehen.

## Konsum

Für den Bundesdurchschnitt im Handlungsfeld *Konsum* wurden Emissionsdaten aus der umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR) des Statistischen Bundesamtes verwendet. Der Ausstoß von Treibhausgasen wird dort nach in Deutschland konsumierten Produktgruppen mit Vorleistungen aus dem In- und Ausland dokumentiert. Damit sind sämtliche Emissionen, die zur Herstellung und zum Transport von Konsumgütern und Dienstleistungen entstehen, in der Bilanz enthalten. Obwohl die UGR die Ein- und Ausfuhr versteckter Emissionen nicht vollständig abbilden kann, wurde hiermit ein Ansatz geschaffen, den Lebenszyklus von Produkten auch über Landesgrenzen hinweg zu betrachten.

Die Berechnung der persönlichen Emissionen basiert auf dem Konsummuster des Durchschnittsbürgers, das über eine sub-

jektive Einschätzung des Nutzerverhaltens entsprechend auf- oder abgewertet wird. Diese Einschätzung wird außerdem mit Angaben zu Autoklasse, Wohnfläche, Haushaltsgröße und Urlaubsaufhalten kombiniert. Dieser Vorgehensweise liegt die Annahme zugrunde, dass ein wohlhabender Lebensstil auch mit höheren Konsumausgaben und damit höheren Emissionen einhergeht. Eine genaue Bestimmung der Emissionen ist derzeit allerdings nicht möglich. Der Schwerpunkt liegt deshalb darauf, dem Nutzer zu vermitteln, dass er durch die gezielte Wahl von Produkten einen persönlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Dabei ist es entscheidend, weniger und dafür langlebige Produkte zu kaufen.

## Handlungsspielraum

Je nach Lebensentwurf weicht der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Einzelnen stark vom Durchschnittswert ab. Die nachfolgenden Beispiele zeigen Bilanzen für ein Familienleben auf dem Land, den Singlehaushalt sowie ein möglichst klimaverträgliches Familienleben in der Stadt. Ein Lebensstil, der sich wie im Beispiel des Singles durch hohe Mobilität auszeichnet, erreicht besonders durch lange Flugreisen Werte weit über dem Bundesdurchschnitt. Auch Fahrten mit dem PKW wirken sich negativ auf die Bilanz aus (Single, Familie Land). Dieser Anteil entfällt für Stadtbewohner, die bewusst für kurze und lange Strecken öffentliche Verkehrsmittel nutzen (siehe KLIMA-Familie Stadt).

Im Vergleich zu Mehrfamilienhäusern sind Einfamilienhäuser durch eine weniger kompakte Bauweise besonders heizintensiv. Werden bestehende Gebäude auf Niedrigenergiehausstandard saniert und effiziente Heizungssysteme verwendet, sinken die Emissionen auf einen Bruchteil (KLIMA-Familie Stadt). Der Stromverbrauch ist wiederum alltäglich individuell beeinflussbar und hängt von der Ausstattung mit elektrischen Geräten und deren Nutzung ab. Da im Mehrpersonenhaushalt



Abb. 2: Emissionsbeispiele



## Fall 1 – Die Familie auf dem Land

**Wohnen:** 150 m<sup>2</sup>, Familie mit zwei Kindern, 230 kWh/m<sup>2</sup> (Altbau), Ölheizung mit 3.500 l/a, Stromverbrauch 5.000 kWh/a

**Mobilität:** Erstwagen Mittelklasse-PKW (Diesel): 30.000 km/a (davon 15.000 km zur Arbeit), Zweitwagen Kleinwagen (Benzin): 8.000 km/a, ÖPNV: 12.000 km/a (Kinder fahren täglich 15 km zur Schule), Flugreise in die Türkei: 5.000 km

**Ernährung:** Mischkost, vorwiegend regional und saisonal, gelegentlich Tiefkühlkost, teilweise Ökoprodukte

**Konsum:** durchschnittlich, Kaufkriterium Funktionalität, zwei Wochen Hotelurlaub

## Fall 2 – Der Single in der Stadt

**Wohnen:** 60 m<sup>2</sup>, 125 kWh/m<sup>2</sup>, Erdgaszentralheizung 7.800 kWh/a, Stromverbrauch 2.000 kWh/a

**Mobilität:** Mittelklasse-PKW (Diesel), 15 000 km/a (davon 2.000 km zur Arbeit), ÖPNV ab und zu mit 500 km/a, Flugreise nach Thailand 18.000 km

**Ernährung:** fleischbetonte Kost, Einkaufen im Supermarkt, nicht saisonal, 2- bis 3-mal pro Woche Tiefkühlkost, keine Ökoprodukte.

**Konsum:** großzügiges Einkaufen, Kaufkriterium Funktionalität, drei Wochen Hotelurlaub im Jahr

## Fall 3 – Die effiziente Familie in der Stadt

**Zuhause:** 120 m<sup>2</sup>, Familie mit zwei Kindern, 50 kWh/m<sup>2</sup> (Niedrigenergiehaus), Erdgasheizung 6.000 kWh/a, Stromverbrauch 2.500 kWh/a, Ökostrom

**Mobilität:** Car Sharing 3.000 km, ÖPNV 8.000 km (alle fahren pro Tag 10 km), Bahnreisen 10.000 km

**Ernährung:** vegetarische Kost, ausschließlich regional und saisonal, keine Tiefkühlkost, Ökoprodukte

**Konsum:** sparsam, Kaufkriterium Langlebigkeit, kein Hotelurlaub

Tab. 1: Drei Fallbeispiele

viele Geräte gemeinsam benutzt werden (z.B. Kühlschrank), ist der durchschnittliche Stromverbrauch pro Person tendenziell niedriger (Familie Land vs. Single). Beziehen die Nutzer zusätzlich Ökostrom, fallen die Emissionen nahezu auf null (KLIMA-Familie Stadt).

Die Einsparmöglichkeiten beim Konsum sind insgesamt am geringsten. Das liegt vor allem an der Art der Bilanzierung, in der sich die persönliche Bilanz am Durchschnittswert orientiert. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Genauigkeit der Ergebnisse zu steigern. Zurzeit liegt der maximal erreichbare Pro-Kopf-Wert bei ca. fünf Tonnen, ohne dass beim Lebensstandard besondere Einschränkungen entstehen. Wer noch mehr sparen möchte, ist heute gezwungen, auf Kompensationsmechanismen zurückzugreifen.

## Ausblick

Jeder Einzelne hat hinreichend Gründe, mit gutem Beispiel voranzugehen und in seinem Umfeld Bewusstsein für den Umgang mit Energie und Ressourcen zu schaffen. Um aus Sicht des Klimaschutzes richtige Entscheidungen zu treffen, hilft die Anwendung des CO<sub>2</sub>-Rechners. Es ist allerdings nicht zu erwarten, dass sämtliche privaten Alltagsentscheidungen nur noch aufgrund des Klima-Erkenntnisprozesses getroffen werden. Die Politik muss dazu Instrumente nutzen, mit denen umweltfreundliches Verhalten gefordert und gefördert wird. Es müssen die externen Kosten der Energiebereitstellung eingepreist werden (insbesondere bei Flugbenzin), Gesetze und Verordnungen müssen dem Bürger die Investition in zukunftsfähige Gebäude und Techniken vorgeben. Nur dann können globale Ziele auch langfristig erreicht werden. Nicht zuletzt sollte die Kommune, als Schnittstelle zwischen Staat und Bürger, Klimaschutz als Pflichtaufgabe in ihren Aufgabenkatalog geschrieben werden.

Hans Hertle  
Wissenschaftler am ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH, Heidelberg

Katharina Schächtele  
Freie Mitarbeiterin am ifeu, Fachbereich Energie

### Testen Sie selbst: [www.ifeu.de/internet/co2rechner](http://www.ifeu.de/internet/co2rechner)

Anmerkung: Die Betrachtung beschränkt sich auf Treibhausgase und vernachlässigt andere ökologisch nachteilige Auswirkungen des Konsums. Sämtliche Berechnungsbeispiele basieren auf den Arbeiten des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2009).