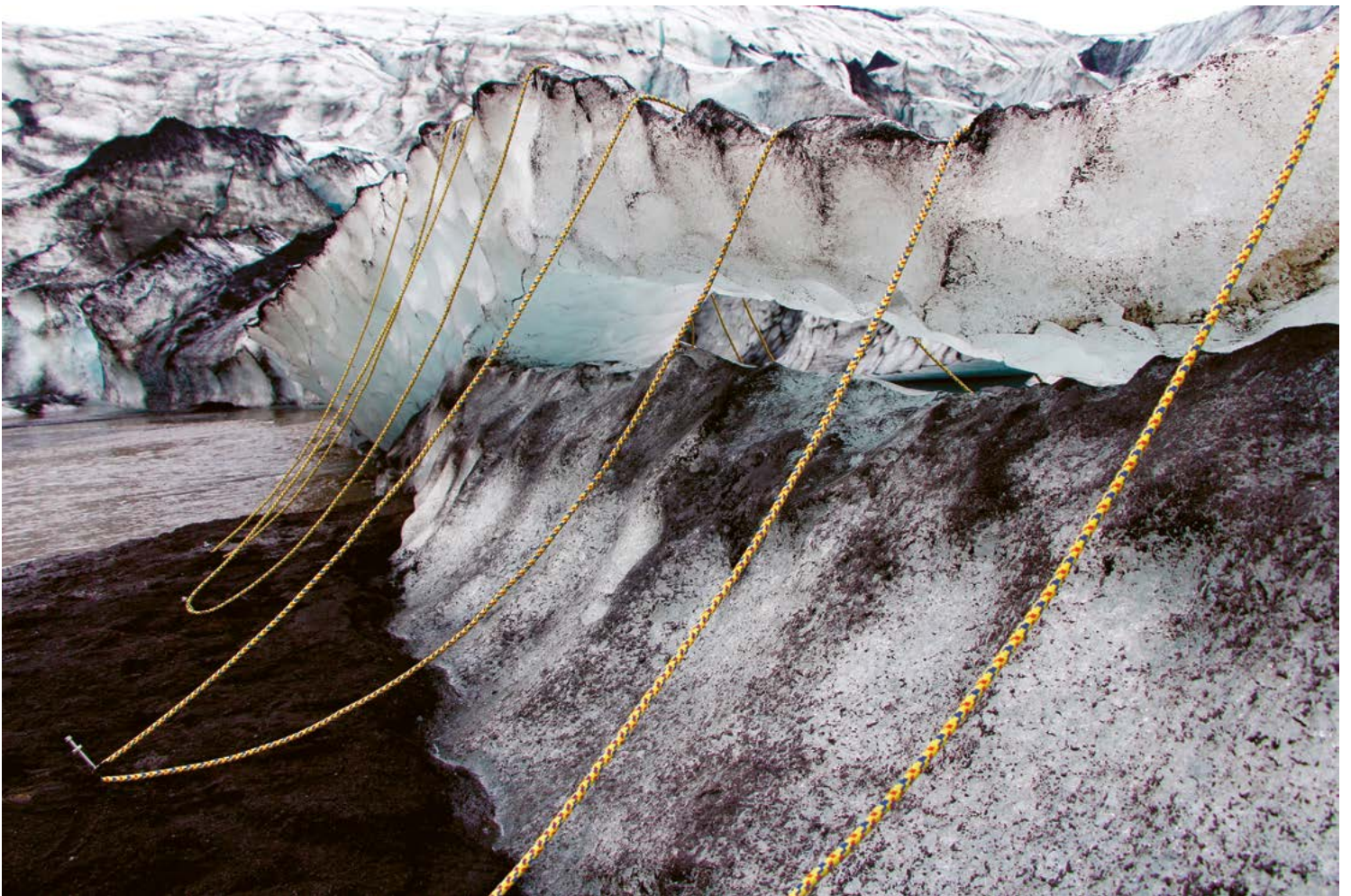


# GAIA

ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY  
ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT



NEUE METHODE ZUR TREIBHAUSGASBILANZIERUNG  
SUFFIZIENTE STADTENTWICKLUNG  
FAHRRADMOBILITÄT ÜBERKOMMUNAL FÖRDERN

GAIA is available online at [www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia](http://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia)  
www.oekom.de | B 54649 | ISSN print 0940-5550, online 2625-5413 | GAIAEA 32/4, 341–404 (2023)

# Die Einflussbilanz: eine Methode für die Treibhausgasbilanzierung subnationaler Gebietseinheiten

Die Einflussbilanz ist eine neue Treibhausgasbilanzierungsmethode. Sie erfasst alle Treibhausgasemissionen für subnationale Gebietseinheiten akteurszentriert: Reduktionen werden den Urhebern von Reduktionsmaßnahmen angerechnet. Die Methode schafft Anreize für die Erreichung der Treibhausgasneutralität und gleichzeitig für den Ausbau der erneuerbaren Energien.

Hauke Schmülling , Anja Höhne 

## The impact-based greenhouse gas balance: A methodology for a greenhouse gas balance of subnational territory units

GAIA 32/4 (2023): 377–385

### Abstract

Greenhouse gas (GHG) emissions in Germany are accounted for differently depending on the administrative level. Some of the current GHG balancing methods do not take all GHG emissions into account and use different methodological targets, leading to results that are not comparable. At present, there is no GHG balancing method that can map all GHG emissions of a subnational territory unit, that can then be transferred to the national level. The aim of this publication is to develop a new methodology that fulfils the objectives of GHG neutrality and the expansion of renewable energies. The newly developed GHG balance is intended to record all GHG emissions of a subnational territory unit, aiming to credit measures to reduce GHG emissions to those actors who implement them. This direct impact creates a clear incentive and a high level of self-efficacy for all stakeholders. The GHG balance combines the two existing concepts of the territory-based and the consumption-based GHG balance. Specifically, the impact-based GHG balance determines the GHG emissions from 1. the final energy production according to a consumption-based GHG balance, and 2. the final energy consumption and goods production according to a territory-based GHG balance.

### Keywords

consumption-based greenhouse gas balance, expansion of renewable energies, greenhouse gas balancing, greenhouse gas neutrality, impact-based greenhouse gas balance, territory-based greenhouse gas balance, variable subnational territory units

Hauke Schmülling | GermanZero e.V. | Berlin | DE | hauke.schmuelling@germanzero.de

Dr. Anja Höhne | GermanZero e.V. | Berlin | DE | anja.hoehne.ext@germanzero.de

© 2023 by the authors; licensee oekom. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY). <https://doi.org/10.14512/gaia.32.4.9>  
Received May 1, 2023; revised version accepted November 15, 2023 (double-blind peer review).

## Relevanz von Treibhausgasbilanzierungsmethoden

Gemäß dem sechsten Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change muss die Welt bis etwa 2050 treibhausgasneutral werden, wenn sie die 1,5-Grad-Grenze einhalten möchte (IPCC 2021). Die Welt ist administrativ die Summe der Territorialstaaten auf der Erde, *Nationalstaaten* genannt, und organisiert in den Vereinten Nationen (United Nations, UN). *Treibhausgasneutralität* wird gemäß der UN-Klimarahmenkonvention und dem deutschen *Klimaschutzgesetz* definiert: „Das Gleichgewicht zwischen den anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen aus Quellen und dem Abbau solcher Gase durch Senken“ (Luhmann und Obergassel 2020, S. 29); das heißt netto null Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) innerhalb eines definierten Zeitraums, typischerweise eines Jahres, in einem definierten Territorium, zum Beispiel der gesamten Welt oder einem Nationalstaat. Der Begriff *Klimaneutralität* wird auf UN-Ebene als Synonym für *Treibhausgasneutralität* verwendet. Deutschland geht einen Sonderweg (im *Klimaschutzgesetz* des Bundes<sup>1</sup>), hier ist der Begriff *Klimaneutralität* in Abgrenzung zu *Treibhausgasneutralität* im Sinne einer Quellenbilanz definiert. Neutralität wird unter Zuhilfenahme von Kompensationen erreicht (Luhmann und Obergassel 2020).

Die vollständige, sprich alle Akteure<sup>2</sup> sowie deren gesamte Emissionen erfassende THG-Bilanz einer definierten Gebiets-einheit ist folglich von zentraler Bedeutung für die Klimapolitik. Sie hilft nicht nur, den Status quo auf dem Weg zur THG-Neutralität zu ermitteln, sondern auch Maßnahmen zielgerichtet auszuwählen und deren Wirksamkeit bewerten zu können. Die THG-Bilanz liefert entsprechend einer buchhalterischen Bilanz die Übersicht über Ausgaben (THG-Quellen) und Einnahmen

>

1 §15 Bundesgesetzblatt 2019: [www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#\\_\\_bgbl\\_\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl119s2513.pdf%27%5D\\_\\_1700034762789](http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl119s2513.pdf%27%5D__1700034762789).

2 Privatpersonen, Unternehmen, Vereine oder öffentliche Einrichtungen der betrachteten Gebietseinheit.



(THG-Senken) einer definierten Gebietseinheit. Eine Gebietseinheit und damit jeder einzelne Akteur kann als reiner Emittent nach einer Quellenbilanz<sup>3</sup> (Bilanzierung der THG-Emissionen gemäß dem physikalischen Ort ihrer Entstehung) oder als Verursacher nach einer Verursacherbilanz<sup>4</sup> (Bilanzierung der THG-Emissionen gemäß dem Endenergieverbrauch<sup>5</sup>, also Emissionen aus der Endenergeträgernutzung sowie aus der Endenergeträgerproduktion [Vorkettenemissionen]) klassifiziert und damit bilanziert werden. THG-Bilanzen von einzelnen Unternehmen, Verwaltungen oder anderen Akteuren können mithilfe anderer THG-Bilanzierungsmethoden, etwa dem *Greenhouse Gas Protocol*, erstellt werden, werden jedoch hier nicht betrachtet.

Die THG-Bilanzierungsmethode für nationale Emissionsbilanzen ist auf UN-Ebene definiert (IPCC 2006). Die Mitgliedstaaten haben diesem Common Reporting Format (CRF) entsprechend zu bilanzieren. Das gilt auch für die Zwischenebene EU. In Deutschland wurde dieses Bilanzierungsprinzip nicht an die nächsttiefere föderale Ebene beziehungsweise Gebietskörperschaft weitergegeben. Wie Bundesländer, Landkreise oder Kommunen bilanzieren, ist somit nicht vorgegeben. Es existieren mehrere methodische Konzepte für die THG-Bilanzierung von kleineren Gebietskörperschaften. Generell unterscheiden sich die Ansätze nach 1. der Anzahl und Aufteilung der Sektoren, 2. der Art der Gebietseinheit (Kommune, Landkreis, Bundesland, Deutschland), 3. der Methode der Bilanzierung, sprich gemäß einer Quellenbilanz oder einer Verursacherbilanz, und 4. ihrer zugrunde liegenden politischen Zielsetzung, beispielsweise mit Fokus auf der Senkung des Endenergieverbrauchs oder der THG-Emissionen.

Deutschland fasste 2019 erstmals offiziell das politische Ziel der THG-Neutralität für sein ganzes Territorium mit dem Zieljahr 2050. 2021 wurde dieses Ziel im Rahmen der Novelle des Klimaschutzgesetzes auf 2045 vorgezogen (BMUV 2021). Insbesondere der Ausbau von erneuerbaren Energien ist hierfür als sekundäres Ziel elementar. Daher wurde unter anderem 2022 im *Erneuerbare-Energien-Gesetz* § 1 (2) als Ziel gesetzt, bis 2030 den Erneuerbaren-Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland auf mindestens 80 % zu steigern.<sup>6</sup> Die offene Frage ist, nach welcher Bilanzierungsmethode die Beiträge von subnationalen Gebietskörperschaften zur Erreichung der kombinierten Ziele nationale THG-Neutralität und Ausbau der erneuerbaren Energien angemessen erfasst werden können.

Ziel dieser Veröffentlichung ist es daher, eine THG-Bilanzierungsmethode zu entwickeln, mit der die Zielsetzung der THG-Neutralität für eine beliebige subnationale Gebietseinheit verfolgt werden kann. Die neue Systematik soll methodisch nach der Endenergeträgerproduktion sowie nach der Endenergeträ-

gernutzung differenzieren, um vor allem auch Anreize für das sekundäre Ziel des Ausbaus der erneuerbaren Energien durch die Energiewirtschaft zu schaffen. Diese Idee ist elementar für die Methodenentwicklung, denn für das reine Ziel der THG-Neutralität würde es genügen, das Prinzip der Quellenbilanz auf die unteren Verwaltungsebenen durchzureichen. Solche Anreize könnten zum Beispiel in Frankreich ausreichen, wo Kernkraft ein maßgeblicher Pfeiler auf dem Weg zur THG-Neutralität ist und der Ausbau der erneuerbaren Energien nicht so zentral ist wie in Deutschland. Die hier entwickelte THG-Bilanzierungsmethode soll alle THG-Emissionen, inklusive energiebedingter (THG-Emissionen durch Nutzung von Endenergeträgern, zum Beispiel Kohlenstoffdioxid aus Gastherme) und prozessbedingter Emissionen (THG-Emissionen durch chemische Prozesse, zum Beispiel Zementklinkerproduktion) aller Akteure (Vollständigkeit) sektorspezifisch erfassen. Die subnationalen THG-Bilanzen sollen sich summieren lassen und grundsätzlich auf Bundesebene kongruent zum nationalen THG-Inventar sein, sodass internationale Doppelbilanzierungen methodisch ausgeschlossen werden.

Die Bilanzierung der THG-Emissionen soll so erfolgen, dass durch bestimmte Maßnahmen vermiedene THG-Emissionen denjenigen Akteuren zugerechnet werden, die die Maßnahmen umsetzen. Nur ein unmittelbarer Wirkzusammenhang zwischen ausgeführter Maßnahme und angerechneter THG-Reduktion schafft spürbare Selbstwirksamkeit für die Akteure der Sektoren und folglich einen klaren Anreiz zur Erreichung der THG-Neutralität. Es ist zu beachten, dass sich Anreize zur Vermeidung von THG-Emissionen nicht allein aus der Systematik der Bilanzierung ergeben, sondern maßgeblich auch von der übergeordneten marktwirtschaftlichen Preisgestaltung für THG-Emissionen und der Verfügbarkeit von Technologien abhängen. Marktwirtschaftliche Aspekte sind nicht Bestandteil dieser Veröffentlichung.

Im Sinne der Selbstwirksamkeit einer Gebietskörperschaft, also dem direkten Einfluss auf die eigene THG-Bilanz, nennen wir die neu entwickelte THG-Bilanzierungsmethode im Folgenden „Einflussbilanz“. Im Rahmen der Veröffentlichung erläutern wir die Methode und ordnen sie im Hinblick auf die gängigen THG-Bilanzierungsmethoden für verschiedene Gebietseinheiten in Deutschland qualitativ ein.

## Neues Konzept zur Treibhausgasbilanzierung: die Einflussbilanz

Die Einflussbilanz gliedert sich in zwei methodische Bereiche: den Bereich der Endenergeträgernutzung, der gemäß einer Quellenbilanz bilanziert wird, und den Bereich der Endenergeträgerproduktion, der gemäß einer Verursacherbilanz bilanziert wird (Abbildung 1). Das Konzept der Verursacherbilanz wird hier nur für die Vorkettenemissionen der Endenergieproduktion – exklusive der Emissionen aus der Nutzung – verwendet. Akteure der Energiebranche werden also als Verursacher behan-

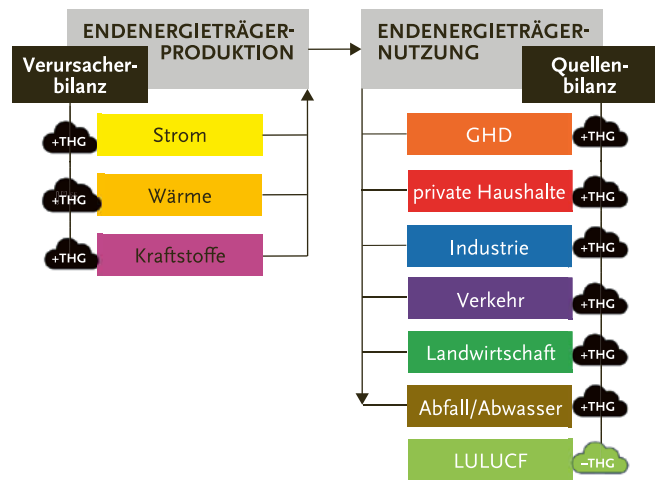
3 [www.statistik-bw.de/Glossar/480](http://www.statistik-bw.de/Glossar/480)

4 [www.statistik-bw.de/Glossar/481](http://www.statistik-bw.de/Glossar/481)

5 Endenergieverbrauch: Verbrauch einer für den Verbraucher nutzbaren Energieform, zum Beispiel Strom, Wärme, Kraftstoffe; [www.umweltbundesamt.de/service/glossar/e?tag=Endenergieverbrauch#alphanbar](http://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/e?tag=Endenergieverbrauch#alphanbar).

6 BGBl 2022. Teil I, Nr. 28, S. 1237. [www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBl&jumpTo=bgbl122s1237.pdf](http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl122s1237.pdf).

**ABBILDUNG 1:** Die Einflussbilanz gliedert sich in die zwei methodischen Bereiche der Endenergieträgerproduktion und der Endenergieträgernutzung. Die Endenergieträgerproduktion umfasst die drei Sektoren *Strom, Wärme und Kraftstoffe*, deren Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) nach einer Verursacherbilanz (Vorkettenemissionen gemäß Endenergieverbrauch) erfasst werden. Die Endenergieträgernutzung umfasst die sieben Sektoren *Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), private Haushalte, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Abfall- und Abwasserwirtschaft und Landnutzung-Landnutzungsänderung-Forstwirtschaft (land use, land-use change and forestry, LULUCF)*, deren THG-Emissionen nach einer Quellenbilanz (direkte Emissionen gemäß Ort der Entstehung) erfasst werden. Die Einteilung in die Sektoren ermöglicht den Vergleich mit den bestehenden THG-Bilanzierungsmethoden in Deutschland. Schwarze Wolken kennzeichnen, dass der Sektor in der Regel THG-Quelle ist, grüne Wolken, dass er in der Regel THG-Senke ist.



delt, während Akteure aus anderen Industriezweigen oder der Landwirtschaft als reine Emittenten klassifiziert werden.

Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit bestehenden THG-Bilanzierungsmethoden und unter Beachtung der Struktur der Energieversorgung in Deutschland wird die Einteilung der Endenergieträgerproduktion in die drei Sektoren *Strom, Wärme und Kraftstoffe* sowie die Einteilung der Endenergieträgernutzung in die sieben Sektoren *Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), private Haushalte, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft, Abfall- und Abwasserwirtschaft* sowie *Landnutzung-Landnutzungsänderung-Forstwirtschaft (land use, land-use change and forestry, LULUCF)* empfohlen. Den drei Sektoren der Endenergieträgerproduktion können nach heutiger energiewirtschaftlicher Situation 15 Endenergieträger und Endenergieträgergruppen zugeordnet werden, bei deren Produktion energiebedingte und/oder prozessbedingte Emissionen entstehen können.

Im Unterschied zur Einflussbilanz werden die THG-Emissionen bei den gängigen THG-Bilanzen in der Regel entweder ausschließlich nach einer Quellenbilanz oder ausschließlich nach einer Verursacherbilanz ermittelt (Abbildung 2, S. 382). Grundsätzlich ist die Quellenbilanz geeignet, um alle Akteure auf einer Gebietseinheit zu erfassen und dort eine physikalische THG-Neutralität anzustreben. Allerdings kann es bei kleinen Gebietseinheiten passieren, dass die Endenergieproduktion (etwa durch Wärme- oder Stromversorger) nicht in der betrachteten Gebietseinheit liegt und folglich nicht mit in die THG-Bilanz eingeht. Die THG-Emissionen der in Anspruch genommenen Endenergieproduktion werden in diesen Fällen den Akteuren außerhalb der betrachteten Gebietseinheit zugeschrieben. Folglich haben die innerterritorialen Akteure praktisch keinen Anreiz, die THG-Emissionen der außerterritorialen Endenergieproduktion zu senken.

Aus diesem Grund wird in der Einflussbilanz die Endenergieträgerproduktion gemäß einer Verursacherbilanz berechnet. Durch die Verursacherbilanz können die THG-Emissionen aus der Endenergieträgerproduktion, die Vorkettenemissionen, verursachergerecht den innerterritorialen Energieversorgern angerechnet werden. Damit wird ein Anreiz für die Energieversorger geschaffen, im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeit zum Bei-

spiel ihren Einkauf umzustellen (und somit auf anderen Territorien den Ausbau von erneuerbaren Energien anzuregen) oder alle ihre Endenergieträger selbst innerterritorial mit erneuerbaren Energien bereitzustellen. Im letzteren Extremfall wäre die Verursacherbilanz identisch mit einer Quellenbilanz. Damit gewährleistet wird, dass die Einflussbilanz auf der nationalen Ebene in die international genormte Quellenbilanz gemäß CRF übergeht, bezieht sich die Vorketten-Verursacherbilanz nur auf die THG-Emissionen aus der Endenergieträgerproduktion auf dem Territorium Deutschlands, im Folgenden „nationale Vorkettenemissionen“ genannt. Im Ausland anfallende Vorkettenemissionen von in Deutschland genutzten Endenergieträgern werden in der Einflussbilanz also nicht betrachtet. Damit ist eine THG-Bilanz gemäß Einflussbilanz auf nationaler Ebene identisch mit dem nationalen THG-Inventar gemäß CRF. So werden internationale Doppelbilanzierungen vermieden und supranationale oder globale THG-Bilanzen setzen sich additiv aus den international genormten nationalen THG-Bilanzen zusammen (Luhmann und Obergassel 2020).

Die Kombination aus Quellen- und Verursacherbilanz bewirkt Vermeidungsanreize für alle Akteure, wie sich am Beispiel der Gasverbrennung für die Wärmeproduktion eines Einfamilienhauses darstellen lässt. Die physikalischen verbrennungsbedingten THG-Emissionen aus der Gasverbrennung werden dem/der Hausbesitzer(in) gemäß einer Quellenbilanz im Sektor *private Haushalte* zugeschrieben. Dagegen werden die Vorkettenemissionen aus der Bereitstellung des Gases dem Wärmeversorger gemäß einer Verursacherbilanz im Sektor *Wärme* zugeordnet. Ausgehend von dieser akteurszentrierten Bilanzierung ergeben sich für die einzelnen Akteure Anreize für verschiedene Maßnahmen, um die ihnen zugeschriebenen THG-Emissionen zu senken. Der Wärmeversorger könnte etwa aus erneuerbaren Energien sogenanntes grünes E-Methan produzieren. Die Produktion von grünem E-Methan würde im Sektor *Wärme* sogar zu einer Senke. Dem/der Hausbesitzer(in) entstehen durch die Verbrennung des grünen E-Methans gemäß der Quellenbilanz jedoch immer noch die gleichen Mengen an THG-Emiss-



	KOMMUNE UND LANDKREIS	BUNDESLAND	BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	UNIVERSELL
BILANZ	GPC	LAK VERURSACHER-BILANZ	NIR/CRF	EINFLUSS-BILANZ
VERURSACHER-BILANZ	stationary energy* transportation*	Haushalte GHD verarb. Gewerbe Verkehr		Strom Wärme Kraftstoffe
QUELLENBILANZ	PH Verkehr stationary energy waste AFOLU transportation IPPU	Haushalte GHD verarb. Gewerbe Verkehr Industrie-kraftwerke Kraftwerke allgem. Versorgung gesonderte Bilanz für Industrie-prozesse	Energie-wirtschaft Land-wirtschaft Abfall-/Abwasser Industrie-prozesse LULUCF Gebäude Industrie Land-wirtschaft LULUCF Abfall-wirtschaft	PH Verkehr Land-wirtschaft Abfall-/Abwasser GHD Industrie LULUCF

\* Scope 2: enthält Emissionen leistungsbundener Energieträger, zusätzlich zu den physikalisch vor Ort entstehenden Emissionen aus Scope 1 (Quellenbilanz).

GPC = Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories

BISKO = Bilanzierungs-Systematik Kommunal

LAK = Ländereinkreis Energiebilanzen

NIR/CRF = Nationaler Inventarbericht (National Inventory Report) gemäß Common Reporting Format

PH = private Haushalte

GHD = Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

IPPU = industrial production and product use

AFOLU = agriculture, forestry and other land use

LULUCF = land use, land use change and forestry

eb  
eb + pb  
pb

eb = energiebedingte Treibhausgasemissionen  
pb = prozessbedingte Treibhausgasemissionen

**ABBILDUNG 2:** Vergleich der gängigen Treibhausgasbilanzierungsmethoden (THG-Bilanzierungsmethoden: GPC, BISKO, LAK-Verursacherbilanz, LAK-Quellenbilanz, NIR/CRF, Klimaschutzgesetz) mit der Einflussbilanz. Der Vergleich zeigt, für welche Ebene (Kommune, Landkreis, Bundesland, national) eine Bilanzierungsmethode gültig ist, welche Sektoren jeweils nach einer Quellenbilanz bzw. Verursacherbilanz erfasst werden und ob es sich um energiebedingte (hellgrau), prozessbedingte (dunkelgrau) oder prozess- als auch energiebedingte (gepunktete Fläche) THG-Emissionen handelt (Legende rechts unten). Die Legende links unten erläutert verwendete Abkürzungen. Die einzelnen Sektoren werden immer wie in der angegebenen Methode bezeichnet.

sionen, sodass in der Gesamtbilanz netto eine Null steht. Um die eigenen THG-Emissionen zu senken, könnte der/die Hausbesitzer(in) die Wärmeversorgung (gegebenenfalls nach Sanierung) auf eine Wärmepumpe umstellen, deren Stromverbrauch keine THG-Emissionen vor Ort erzeugt. Analog zum Wärmeversorger werden die THG-Emissionen aus der Stromproduktion dann dem Stromversorger gemäß einer Verursacherbilanz im Sektor *Strom* zugeschrieben, wodurch nun auch dem Stromversorger ein Anreiz gegeben wird, seine THG-Emissionen durch Produktion oder Einkauf von erneuerbaren Energien zu senken.

Schauen wir uns dieses Beispiel in dem geltenden Quasi-Bilanzierungsstandard für Kommunen an, der Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO), wo die THG-Emissionen ausschließlich nach einer Verursacherbilanz bilanziert werden. Demnach werden im genannten Beispiel dem/der Hausbesitzer(in) alle THG-Emissionen zugeschrieben, wohingegen die Wärme- und Stromversorger nicht mitberücksichtigt werden. Diese Systematik bietet für die Endenergieträgerproduzenten keinen und für Endenergieverbraucher nur bedingt Anlass, ihre THG-Emissionen zu reduzieren.

Der Vergleich von BISKO mit der Einflussbilanz zeigt, dass entsprechend den oben definierten Anforderungen die Systematik der Einflussbilanz die vermiedenen THG-Emissionen stets denjenigen Akteuren anrechnet, die die Vermeidungsmaßnahmen umsetzen. Dieser direkte Wirkzusammenhang schafft klare Anreize für alle Akteure.

## Methodischer Vergleich der Einflussbilanz mit den gängigen Bilanzierungsmethoden

Die globale THG-Bilanz beziehungsweise supranationale THG-Bilanzen wie die der EU setzen sich additiv aus den einzelnen Nationalstaat-THG-Bilanzen zusammen (EEA 2023). Das heißt, dass auf höherer Ebene als der des Nationalstaats keine weitere THG-Bilanzierungsmethode existiert. Auf nationaler Ebene werden alle THG-Emissionen gemäß den internationalen Vorgaben des CRF nach einer Quellenbilanz erfasst.

Für die deutsche THG-Bilanz veröffentlicht das Umweltbundesamt jährlich das THG-Inventar gemäß CRF im *Nationalen Inventarbericht (National Inventory Report, NIR)*, gegliedert nach den fünf Sektoren *Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, LULUCF* sowie *Abfall/Abwasser* (UBA 2020). Die Sektoren des THG-Inventars wurden von der Politik für eine genauere Zuordnung von Minderungszielen im Rahmen des *Klimaschutzgesetzes* (BMUV 2021) leicht in die sieben Sektoren *Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft-Sonstiges* und *LULUCF* diversifiziert. Die Zuteilung der THG-Emissionen aus dem NIR (UBA 2020) erfolgt unter Berücksichtigung der Endenergieträgerstruktur der *Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen* (AG Energiebilanzen 2021).

Die Einflussbilanz ist eine quantitativ identische Alternative zu den zwei Bilanzierungsmethoden der Nationalstaatenebene, soll diese aber nicht ersetzen. Grundsätzlich kann die Einfluss-

bilanz subnationaler Gebietseinheiten in die Systematik des *Klimaschutzgesetzes* auf nationaler Ebene überführt werden. Da die Verursacherbilanz der drei Sektoren *Strom, Wärme* und *Kraftstoffe* durch die ausschließliche Betrachtung der nationalen Vorkettenemissionen auf Bundesebene in eine Quellenbilanz übergeht, müsste lediglich der Sektor *Gebäude* in die Sektoren *private Haushalte* sowie *Gewerbe-Handel-Dienstleistungen* und der Sektor *Energiewirtschaft* in die Sektoren *Strom, Wärme* und *Kraftstoffe* differenziert werden.

In Deutschland gibt es für die subnationalen Verwaltungsebenen (Kommune, Landkreis, Bundesland) verschiedene THG-Bilanzierungsmethoden mit unterschiedlichen Zielstellungen (Abbildung 2). Auf Landesebene gibt es gemäß *Länderarbeitskreis Energiebilanzen* (im Folgenden LAK)<sup>7</sup> entweder eine Methode gemäß einer Verursacherbilanz mit den drei Sektoren *verarbeitendes Gewerbe, Verkehr* sowie *Haushalte-GHD* oder eine Methode gemäß einer Quellenbilanz mit den sechs Sektoren *Kraftwerke allgemeine Versorgung, Industriekraftwerke, Fackelverluste* (Umwandlungsbereich), *verarbeitendes Gewerbe, Verkehr* sowie *Haushalte-GHD* (Endenergieverbrauchsbereich). Zusätzlich können die prozessbedingten Emissionen in einer gesonderten Bilanz dargestellt werden, wodurch Vollständigkeit erreicht werden kann. Die meisten Bundesländer erstellen stets beide Bilanzen, sodass auch die sich ergebenden Unterschiede der Bilanzierungsmethoden nach der Quellenbilanz und der Verursacherbilanz analysiert werden müssen.

Für Kommunen und Landkreise hat 2014 das Institut für Energie- und Umweltforschung, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, die Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO) entwickelt (ifeu 2014). Nach BISKO werden energiebedingte THG-Emissionen in den vier Sektoren *GHD, private Haushalte, Industrie* sowie *Verkehr* (optional der fünfte Sektor *kommunale Einrichtungen*) gemäß einer Verursacherbilanz ohne prozessbedingte Emissionen innerhalb der entsprechenden Gebietseinheit erfasst. Damit ist BISKO keine vollständige Bilanzierungsmethode, da nicht alle Emissionen aller Akteure erfasst werden. Die Endenergieverbräuche werden mittels national festgelegter Emissionsfaktoren in eine THG-Bilanz transferiert. Die Wahl einer reinen Verursacherbilanz verbunden mit national einheitlichen Emissionsfaktoren entspricht der primären Zielsetzung von Energieeinsparung und Energieträgerwechsel durch Verbraucher. Diese Priorisierung und Fokussierung auf die „lokale Energieeinsparung und Energieeffizienz vor lokaler Erzeugung“ wurde bei der Methodenentwicklung explizit festgelegt (ifeu 2014, S. 11).

Im Gegensatz dazu bietet die internationale Methode für die kommunale THG-Bilanzierung, das *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)* (Greenhouse Gas Protocol 2021) mit drei Bilanzierungsumfängen (Scope 1, Scope 2 und Scope 3) eine Diversifizierung an.

<sup>7</sup> [www.lak-energiebilanzen.de/methodik-der-co2-bilanzen](http://www.lak-energiebilanzen.de/methodik-der-co2-bilanzen)



Dabei betrachtet Scope 1 die THG-Emissionen innerhalb der definierten Gebietseinheit gemäß einer Quellenbilanz und ist somit konsistent mit der nationalen Emissionserfassung gemäß CRF. Für Scope 2 werden zusätzlich die THG-Emissionen aus dem Verbrauch leitungsgebundener Energieträger gemäß einer Verursacherbilanz bilanziert. Mit Scope 3 gibt es eine weitere Bilanzierungsmethode, die zusätzlich alle sonstigen indirekten THG-Emissionen erfasst. Zudem gibt es verschiedene Reporting-Formate mit Kombinationsmöglichkeiten von Emissionen aus Scope 1 bis 3. Die Zielsetzung des GPC lautet, dass von der THG-Bilanz THG-Reduktionsziele und eine Maßnahmenplanung ableitbar sein sollen, während Energieeinsparung nicht explizit genannt wird (Greenhouse Gas Protocol 2021).

Insgesamt unterscheiden sich die gängigen THG-Bilanzierungsmethoden für subnationale Gebietseinheiten in der übergeordneten Zielsetzung. Fokussieren die reinen Verursacherbilanzen vor allem auf Energieeinsparung und Energieträgerwechsel, ist mit den Quellenbilanzen THG-Neutralität erzielbar. Die Quellenbilanz stößt aber bei kleineren Gebietseinheiten an ihre Grenzen bei der sekundären Zielsetzung des dezentralen Ausbaus der erneuerbaren Energien. Die Einflussbilanz verknüpft beide Konzepte und fördert durch die Verursacherbilanz der Endenergieträgerproduktion nicht nur den dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern durch die Quellenbilanz in allen anderen Sektoren auch die vollständige THG-Neutralität für eine beliebig gewählte subnationale Gebietseinheit.

Die größten Unterschiede der Einflussbilanz ergeben sich zu den Bilanzierungsmethoden BSKO und LAK-Verursacherbilanz. Diese sind sektoral deutlich geringer differenziert, arbeiten ausschließlich nach einer Verursacherbilanz und berücksichtigen keine prozessbedingten THG-Emissionen.

Lediglich GPC Scope 2 verfährt wie die Einflussbilanz nach einem gemischten Ansatz der Quellenbilanz und Verursacherbilanz und ist prinzipiell auch für alle subnationalen Gebiets-einheiten einsetzbar (Greenhouse Gas Protocol 2021). Neben einer etwas anderen sektoralen Struktur ist der Hauptunterschied, dass nur die (eventuell auch internationalen) Vorkettenemissionen der leitungsgebundenen Endenergieträger inkludiert werden, während die Einflussbilanz die nationalen Vorkettenemissionen aller Endenergieträger erfasst. Die Wahlmöglichkeit zwischen mehreren Bilanztypen kann kritisch gesehen werden, da dadurch die Vergleichbarkeit und Addierbarkeit erschwert wird. Diesbezüglich kommt GPC Scope 2 der Idee der Einflussbilanz am nächsten, wird in Deutschland aber kaum eingesetzt, da die internationalen Vorgaben 2014 mit BSKO „für deutsche Belange zugeschnitten“ (Gugel et al. 2020, S. 12) wurden und seitdem explizit BSKO-Bilanzen finanziell gefördert werden.

Daneben ist allen THG-Bilanzierungsmethoden prinzipiell gemein, wie die THG-Emissionen berechnet werden, nämlich nach dem Schema *Aktivität* (etwa Produktionsmenge, Endenergieverbrauch, emittierende Fläche) multipliziert mit dem jeweiligen *Emissionsfaktor* (etwa Emissionen pro Produktionseinheit) (Abbildung 3 in Box 1). Aufgrund der differenzierteren Sektoreinteilung der Einflussbilanz sind hier vor allem die loka-

len Emissionsfaktoren – der ermittelte Anteil der Vorkettenemissionen, der in Deutschland anfällt („nationale Vorkette“) – für die THG-Bilanzierung eine zusätzliche Herausforderung.

Wird etwa der Strom vor Ort größtenteils aus Windkraft bereitgestellt, ist die lokale Vorkette deutlich geringer, als wenn dieser in einem Kohlekraftwerk (auf eigenem oder anderem deutschem Gebiet) gewonnen wird. Relevant ist also, wie der vor Ort genutzte Strom lokal produziert oder eingekauft wird. Die nicht vor Ort genutzte lokale Produktion sowie die im Ausland entstehenden THG-Emissionen der bezogenen Endenergieträger sind hierbei irrelevant (Teil auswärtiger THG-Bilanzen). In Folge des stetigen Wandels der energiewirtschaftlichen Situation müssen die Emissionsfaktoren zudem jedes Jahr neu ermittelt werden.

Das Umweltbundesamt veröffentlicht jährlich aktualisierte rein brennstoffbezogene Emissionsfaktoren fossiler Brennstoffe für die Nutzung im NIR (Jahrich 2022). Dagegen werden in einer reinen Verursacherbilanz wie BSKO üblicherweise kombinierte (Vorkette und Verbrennung) Emissionsfaktoren genutzt, die alle fünf Jahre aktualisiert werden (ifeu 2019). Die Aufteilung dieser endenergiebezogenen Emissionsfaktoren nach Nutzung (brennstoffbezogen) und Bereitstellung (Vorkette) von Endenergieträgern erfolgt innerhalb der von BSKO genutzten Datenbank *GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme)*<sup>8</sup>. Auch dort werden teilweise nationale Vorketten angegeben, sodass zum Beispiel der Vorketten-Emissionsfaktor von Erdgas aus Russland siebenfach so hoch ist wie der von Erdgas aus Deutschland und diese zu einem Erdgas-Mix verrechnet werden (Fritsche 2007, S. 11). Dadurch werden teilweise ausländische THG-Emissionen in subnationalen THG-Bilanzen inkludiert und damit doppelt bilanziert, was einen Bruch zur nationalen Berichterstattung darstellt.

Grundsätzlich ist es also möglich und gängige Praxis, jährlich aktualisierte Emissionsfaktoren als Mix aus verschiedenen Quellen zu ermitteln. Es ist zu beachten, dass die Berechnung der nationalen Vorkette für den lokalen Energiemix für kleinere Gebietseinheiten für alle THG-Bilanzierungsmethoden schwierig ist, da die Emissionsfaktoren bisher nur für die Bundesebene veröffentlicht werden. Auch viele der prozessbedingten Emissionsfaktoren aus Prozessen, die heute nicht berichtspflichtig sind, sind variabel und müssen für jeden Prozess jährlich aktualisiert werden.

## Zusammenfassung und Empfehlung

Die vollständige THG-Bilanzierung zur Erreichung der THG-Neutralität und des Ausbaus der erneuerbaren Energien für eine beliebige subnationale Gebietseinheit ist nicht trivial. In Deutschland existieren unterschiedliche THG-Bilanzierungsmethoden mit verschiedenen Zielsetzungen, sodass die Bilanzergebnisse

<sup>8</sup> <https://iinas.org/arbeit/gemis>

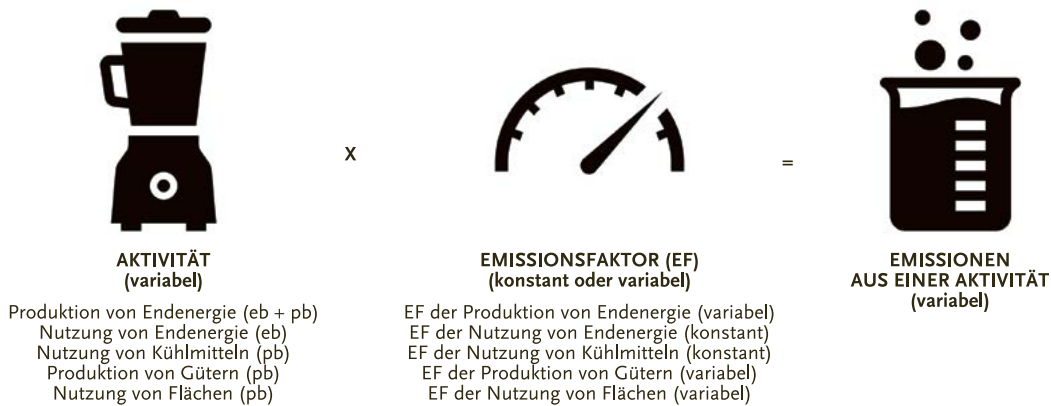
**BOX 1: Anleitung zur Erstellung einer Einflussbilanz vor Ort**

Für die Aufstellung einer Einflussbilanz müssen für alle potenziell treibhausgasemittierenden (THG-emittierenden) Prozesse in der Kommune die Aktivität, zum Beispiel Produktionsmengen, Produktion und Nutzung von Endenergie oder genutzte Fläche, sowie der jeweilige Emissionsfaktor (EF) ermittelt werden (Abbildung 3). Die Aktivitäten sind immer variabel, während die energiebedingten Emissionsfaktoren physikalisch konstant sind und die prozessbedingten Emissionsfaktoren (unter anderem in der Zusammensetzung) variabel sein können.

Diese Anleitung (siehe auch Online-Supplement<sup>9</sup>) gibt einen Überblick über die zu erfassenden Aktivitäten und Emissionsfaktoren und wie sie erhoben werden könnten. Viele Daten werden zurzeit nicht in dieser Tiefe und Transparenz erhoben oder berichtet, weshalb die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben ergänzt werden müssten, sodass eine automatische Abfrage (beispielsweise per Fragebogen) möglich wäre.

Grundsätzlich sind mehrere Sektoreinteilungen denkbar. Hier wurde eine Einteilung der Emissionen vorgenommen, die sich an das internationale *Common Reporting Format* anlehnt: Endenergieproduktion (*Strom, Wärme, Kraftstoffe*), Wohnen (*private Haushalte*), Transportleistung (*Verkehr*), Dienstleistungen (*Gewerbe-Handel-Dienstleistungen*), industrielle Produktion (*Industrie*), Abfall- und Abwasserbehandlung (*Abfall- und Abwasserwirtschaft*), landwirtschaftliche Produktion (*Landwirtschaft*), Flächennutzung (*land use, land-use change and forestry, LULUCF*).

Allerdings können manche Akteure in mehrere Sektoren fallen. So kann ein landwirtschaftlicher Betrieb Emissionen aus der Transportleistung, der landwirtschaftlichen Produktion und der Flächennutzung haben, gegebenenfalls auch aus Wohnen oder Dienstleistungen. Alternativ könnte man daher auch alle Akteure (Privathaushalte, Unternehmen) einzeln zu ihren Emissionen aus obigen Kategorien abfragen und anschließend gemäß den Wirtschaftszweigen plus Privathaushalte ausweisen.



**ABBILDUNG 3:** Das Grundprinzip der THG-Bilanzierung: Eine grundsätzlich variable Aktivität wird mit einem Emissionsfaktor (EF) zu Emissionen aus einer Aktivität multipliziert. Unterschieden wird zwischen energiebedingten (eb) und prozessbedingten (pb) EF. Der EF kann entweder konstant sein (zum Beispiel der EF aus der Verbrennung eines bestimmten Energieträgers) oder variabel (zum Beispiel der EF von Mooren je nach Bewässerungszustand). Alle variablen Faktoren können zur Optimierung der THG-Bilanz reduziert werden.

nicht miteinander vergleichbar sind. Zur Vermeidung von Missverständnissen wird daher grundsätzlich empfohlen, bei Angabe von THG-Bilanzierungsergebnissen stets die Bedingungen der gewählten Bilanzierungsmethode mit anzugeben, etwa in der Systematik „[THG-Emissionen GESAMT oder im SEKTOR] gemäß [METHODE] in [TERRITORIUM] im Jahr [JAHR]“.

Beim Vergleich der gängigen subnationalen THG-Bilanzierungsmethoden hat sich gezeigt, dass bislang eine THG-Bilanzierungsmethode fehlte, die die THG-Emissionen vollständig für eine beliebige subnationale Gebietseinheit bilanzieren kann und in höhere Ebenen bis hin zur Nationalstaatsebene überführbar ist. Die Einflussbilanz schließt diese Lücke und stellt darüber hinaus durch die Kombination von Quellenbilanz und Versacherbilanz erstmals ein Instrument für eine akteurszentrierte THG-Bilanzierung bereit. Damit kann eine gezielte Lenkungswirkung für alle Akteure hin zum primären Ziel der THG-Neutralität der subnationalen Gebietseinheit und zum sekundären Ziel des Ausbaus der erneuerbaren Energien geschaffen werden: Die präsentierte Systematik ermöglicht einerseits die direkte Ableitung der notwendigen technischen Maßnahmen

und ordnet andererseits THG-Reduktionen innerhalb der THG-Bilanz den Akteuren zu, die die Maßnahmen umsetzen. Die Einflussbilanz versteht sich als methodischer Vorschlag zur Standardisierung der THG-Bilanzierung subnationaler Gebiets-einheiten, mit dem die Ziele der THG-Neutralität und des Ausbaus der erneuerbaren Energien verfolgt werden können.

Ein erster Anwendungsfall der Einflussbilanz findet sich in der 2022 veröffentlichten Online-Software *Klimavision* von GermanZero<sup>9</sup> (deutsche Klimaschutzorganisation), mit der für jede Kommune, jeden Landkreis sowie jedes Bundesland Deutschlands eine überschlägige THG-Bilanz gemäß der Einflussbilanz generiert werden kann. In Box 1 wird eine Anleitung zur Erstellung der Einflussbilanz bereitgestellt. In Box 2 erläutern wir als Bilanzierungsbeispiel Ausschnitte der Ergebnisse der Klimavision für den Hohenlohekreis in Baden-Württemberg.<sup>10</sup>



<sup>9</sup> <https://localzero.net/loesungen/klimavision>

<sup>10</sup> Eine ausführliche Beschreibung von Anwendung der Einflussbilanz und dem Bilanzierungsbeispiel Hohenlohekreis finden sich im Online-Supplement: <https://doi.org/10.14512/gaia.32.4.9.suppl>.

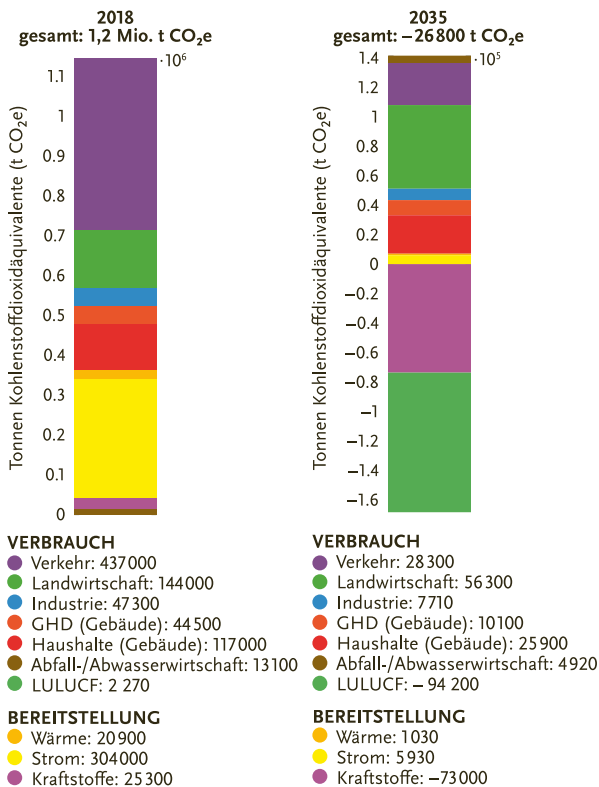


**BOX 2: Bilanzierungsbeispiel der Einflussbilanz: Exzerpt der Klimavision für den Hohenlohekreis in Baden-Württemberg**

Hintergrund/Transparenzhinweis: GermanZero e.V. hat 2022 die Online-Software *Klimavision* veröffentlicht, um für jede Kommune, jeden Landkreis und jedes Bundesland Deutschlands eine überschlägige vollständige Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) aufzustellen sowie einen Weg zur THG-Neutralität mit Ausbau der erneuerbaren Energien aufzuzeigen. In diesem Zuge wurde die THG-Bilanzierungsmethode *Einflussbilanz* erarbeitet, um für jede subnationale Gebietseinheit dieselben Algorithmen einsetzen zu können. In der *Klimavision* sind zudem bereits alle notwendigen Daten erhoben oder skaliert worden. Die damit erzeugten THG-Bilanzen für das Ausgangsjahr 2018 und ein beliebiges Zieljahr der THG-Neutralität (hier 2035) stehen exemplarisch für das Ziel der THG-Neutralität durch quantifizierte Maßnahmenplanung abgeleitet aus der Einflussbilanz.

Als Beispiel wird hier ein Exzerpt für den Hohenlohekreis in Baden-Württemberg präsentiert. Entsprechende Daten und Grafiken können für jede andere subnationale Gebietseinheit Deutschlands kostenlos auf [www.klimavision.online](http://www.klimavision.online) erstellt werden.

Die THG-Bilanz für 2018 (Abbildung 4.1) wird gemäß der Einteilung aus Abbildung 1 in zehn Sektoren erstellt. Diese können wiederum in Bereitstellung von Endenergie und Verbrauch von Endenergie gruppiert werden. Zu beachten ist, dass *LULUCF* (*land use, land-use change and forestry*) einen Sonderfall darstellt: Hier spielt Endenergie keine Rolle; der Sektor wird gemäß einer Quellenbilanz bilanziert, sodass er in die Verbrauchsgruppe einsortiert wird.



**ABBILDUNG 4.1:** Überschlägige THG-Bilanz 2018 gemäß der Einflussbilanz für den Hohenlohekreis.

**ABBILDUNG 4.2:** Prognostizierte THG-Bilanz 2035 gemäß der Einflussbilanz für den Hohenlohekreis nach Erreichen der THG-Neutralität.

Im Vergleich mit der THG-Bilanz für das Zielszenario 2035 (nach Erreichung der simulierten THG-Neutralität; Abbildung 4.2) fällt auf, dass die Sektoren *LULUCF* und *Kraftstoffe* zu Senken (unterhalb des Nullstrichs) geworden sind, die in diesem Fall sogar größer sind als die Quellen (oberhalb des Nullstrichs). Bei *LULUCF* liegt das an der Förderung der natürlichen Senken, während bei *Kraftstoffe* für die Bereitstellung von E-Fuels Kohlenstoff aus der Luft und Abgasen abgeschieden wird.

Dieser Kohlenstoff wird in den anderen Sektoren bei der Verbrennung wieder freigesetzt, weshalb wir uns dieses Gleichgewicht exemplarisch anhand der beiden Sektoren *Kraftstoffe* und *Verkehr* anschauen (siehe auch Tabellen im Online-Supplement<sup>10</sup>). Das Grundprinzip ist identisch für 2018 und 2035: Ausgangspunkt ist der Verbrauch beziehungsweise Bedarf an Endenergieträgern im Sektor *Verkehr*, 2018 beruhend auf realen Verkehrsdaten, 2035 auf prognostizierten Beförderungs- und Transportleistungen. Diese Bedarfe werden an den Sektor *Kraftstoffe* übergeben, denn relevant für die Verursacherbilanz der Endenergieträgerbereitstellung ist nicht die gesamte Erzeugung innerhalb des Gebiets, sondern der Verbrauch und die dafür benötigte innerterritoriale Erzeugung und der Import an Endenergieträgern.

Das Beispiel zeigt, wie die Maßnahmenableitung und Akteursansprache funktionieren kann: Für den Lückenschluss zwischen Status quo und Zielzustand müssen bestimmte technische Maßnahmen umgesetzt werden. Wer diese umzusetzen hat, muss im Einzelfall vor Ort entschieden werden, da teilweise mehrere Akteure zuständig sind (etwa Kauf von E-Autos durch private Haushalte, Unternehmen und die öffentliche Hand) oder die Zuständigkeit von der Eigentümerstruktur abhängt (so erfolgt der Kauf von E-Bussen zumeist durch die öffentliche Hand). Insbesondere Infrastrukturmaßnahmen müssen oft von höherer Ebene durchgeführt werden (wie der Ausbau des Schienennetzes durch den Bund beziehungsweise die Deutsche Bahn). Viele Maßnahmen kann die Privatwirtschaft übernehmen (wie der Aufbau von E-Diesel-Produktionsanlagen durch Unternehmen). Wichtig ist vor allem, im Planungsprozess das Gesamtziel in Sektorziele herunterzubrechen und diese wiederum in quantifizierbare technische Einzelmaßnahmen, für die direkte Zuständigkeiten definiert werden können.

Bei der innersektoralen THG-Bilanzierung gemäß der Einflussbilanz und davon abgeleiteter quantifizierter Maßnahmenplanung für die Sektoren *Kraftstoffe* und *Verkehr* im Hohenlohekreis sieht das folgendermaßen aus: 2018 beträgt die Beförderungsleistung der Linienbusse 120.000 Personenkilometer, einhergehend mit einem Endenergieverbrauch von 30.000 Megawattstunden, größtenteils Diesel, und verbrennungsbedingten Emissionen von 8.000 Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente. Basierend auf einer nationalen Studie zur THG-Neutralität (*RESCUE Green-Supreme*, Purr et al. 2019, S. 66 ff.) wird die Beförderungsleistung im Zieljahr 2035 mit 340.000 Personenkilometern prognostiziert. Dafür ist die Anschaffung von 500 E-Bussen (mit erwartetem jährlichem Stromverbrauch von 40.000 Megawattstunden ohne THG-Emissionen) sowie die Einstellung von 600 weiteren Busfahrer(inne)n notwendig, was insgesamt Mehrkosten für die Verkehrsbetriebe von 500 Millionen Euro innerhalb des Umsetzungszeitraums bedeutet.

Die Energiebedarfe werden aggregiert und zusammen mit den Bedarfen der anderen Verbrauchssektoren an die Erzeugungssektoren *Strom*, *Wärme* und *Kraftstoffe* übergeben. Die Erzeugungskapazitäten für die benötigten E-Fuels und Wasserstoff für den Sektor *Kraftstoffe* müssen komplett neu aufgebaut werden. So sind für 80.000 Megawattstunden E-Diesel pro Jahr (Bedarfe aus Schifffahrt und Landwirtschaft) E-Diesel-Produktionsanlagen mit einer Leistung von 70 Megawatt für 80 Millionen Euro zu installieren, vornehmlich durch die Privatwirtschaft.

2023 wurde erstmals eine kommunale THG-Bilanz für die Stadt Öhringen im Hohenlohekreis gemäß der Einflussbilanz erstellt, die sich das Ziel der THG-Neutralität bis 2035 gesetzt hat<sup>11</sup>. Die Ergebnisse der THG-Bilanzierung gemäß der Einflussbilanz sowie gemäß der BSKO-Methode werden voraussichtlich Anfang 2024 im Klimaschutzkonzept von Öhringen veröffentlicht. Die Erfahrungen der beteiligten Planungsbüros bestätigen die Praxistauglichkeit der Einflussbilanz trotz des deutlich höheren Bedarfs an detaillierten (sektorspezifischen) Daten und der damit verbundenen Mitarbeit der Akteure.

Das Problem der Datenverfügbarkeit und Datenbereitstellung ist auch für die anderen gängigen THG-Bilanzierungsmethoden fundamental und häufig in Folge politischer, administrativer oder ökonomischer Umstände nicht trivial. Grundsätzlich braucht es pragmatische Lösungen zur:

- Verbesserung der Transparenz und Verfügbarkeit von lokalen Daten und
- Vereinheitlichung und Standardisierung der Bestimmung der Emissionsfaktoren der Endenergieträgerproduktion, der „nationalen Vorkette für den lokalen Energiemix“.

**Acknowledgement:** We would like to thank three anonymous reviewers for their helpful comments.

**Funding:** This work received no external funding.

**Competing interests:** The authors declare no competing interests.

**Disclaimer:** The authors work for GermanZero and introduce a method developed for a software from this organisation.

**Author contribution:** HS: initial research design, data collection and analysis, manuscript drafting, writing the final manuscript; AH: analysis, manuscript drafting, writing the final manuscript.

## References

- AG Energiebilanzen e.V. 2021. *Bilanz 2018*. <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/bilanzen-1990-bis-2030> (abgerufen 17.11.2023).
- BMUV (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit). 2021. *Lesefassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021*. [https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/ksg\\_aendg\\_2021\\_3\\_bf.pdf](https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ksg_aendg_2021_3_bf.pdf) (abgerufen 17.11.2023).
- EEA (European Environment Agency). 2023. *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2021 and inventory report 2023: Submission to the UNFCCC Secretariat*. <https://unfccc.int/documents/627851> (abgerufen 25.11.2023).
- Fritsche, U. R. 2007. *Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten. Kurzbericht im Auftrag des Bundesverbands der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW)*. Darmstadt: Öko-Institut. [https://iinas.org/app/downloads\\_from\\_old\\_page/GEMIS/2007\\_thg\\_fossil\\_BGW.pdf](https://iinas.org/app/downloads_from_old_page/GEMIS/2007_thg_fossil_BGW.pdf) (abgerufen 25.11.2023).
- GermanZero e.V. 2022. *Hohenlohekreis klimaneutral 2035 – Die Klimavision von GermanZero*. Berlin. [www.klimavision.online](http://www.klimavision.online).
- Greenhouse Gas Protocol. 2021. *Global protocol for community-scale greenhouse gas inventories: An accounting and reporting standard for cities*. Version 1.1. [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC\\_Full\\_MASTER\\_RW\\_v7.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf) (abgerufen 17.11.2023).

- Gugel, B., H. Hertle, F. Dünnebeil, V. Herhoffer. 2020. *Weiterentwicklung des kommunalen Bilanzierungsstandards für THG-Emission. Bilanzierungssystematik kommunal – BSKO Abschlussbericht*. Climate Change 19/2020. Dessau-Roßlau: UBA. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc\\_19-2020\\_endbericht\\_sv-gutachten\\_bisko.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_19-2020_endbericht_sv-gutachten_bisko.pdf) (abgerufen 17.11.2023).
- ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg). 2014. *Empfehlungen zur der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“*. [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Bilanzierungsmethodik\\_FEU\\_April\\_2014.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Bilanzierungsmethodik_FEU_April_2014.pdf) (abgerufen 17.11.2023).
- ifeu. 2019. *Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Kurzfassung (Aktualisierung 11/2019)*. [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO\\_Methodenpapier\\_kurz\\_ifeu\\_Nov19.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf) (abgerufen 17.11.2023).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2021. Summary for policymakers. In: *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge UK: Cambridge University Press. 3–32. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>.
- IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama: IGES. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> (abgerufen 21.11.2023).
- Juhrich, K. 2022. *CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. Aktualisierung 2022*. Climate Change 28/2020. Dessau-Roßlau: UBA. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc\\_28-2022\\_emissionsfaktoren-brennstoffe\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_28-2022_emissionsfaktoren-brennstoffe_bf.pdf) (abgerufen 17.11.2023).
- Luhmann, H.-J., W. Obergassel. 2020. Klimaneutralität versus Treibhausgasneutralität: Anforderungen an die Kooperation im Mehrebenensystem in Deutschland. *GAIA* 29/1: 27–33. <https://doi.org/10.14512/gaia.29.1.7>.
- Purr, K., J. Günther, H. Lehmann, P. Nuss. 2019. *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie*. Dessau-Roßlau: UBA. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue\\_studie\\_cc\\_36-2019\\_wege\\_in\\_eine\\_ressourcenschonende\\_treibhausgasneutralitaet\\_aufgabe2\\_juni-2021.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_aufgabe2_juni-2021.pdf) (abgerufen 28.11.2023).
- UBA (Umweltbundesamt). 2020. *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2018*. Climate Change 22/2020. Dessau-Roßlau: UBA. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change\\_22-2020\\_nir\\_2020\\_de.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change_22-2020_nir_2020_de.pdf) (abgerufen 17.11.2023).



**Hauke Schmülling**

Studium Physik in Hannover, Göteborg, Boston. Seit 2021 Studium Biologie in Berlin, Bratislava, Wien. Seit 2020 Projektmanagement *LocalZero* bei GermanZero e.V. in Berlin. Forschungsinteressen: lokale THG-Neutralität, THG-Bilanzierung, THG-Budgetierung; Moore.



**Anja Höhne**

Studium Technischer Umweltschutz, TU Berlin. 2018 bis 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin. 2019 bis 2022 Promotion Hydrologie, University of Western Australia. Seit 2023 Fachgebietsleiterin im Geschäftsbereich Wasser/Abwasser beim Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Berlin. Forschungsinteressen: Wasserressourcenmanagement, Wasserqualität, Klimaschutz, Klimaneutralität.

<sup>11</sup> [www.oehringen.de/unsere-stadt/klima-und-energie/klimaschutzkonzept/was-ist-ein-klimaschutzkonzept](http://www.oehringen.de/unsere-stadt/klima-und-energie/klimaschutzkonzept/was-ist-ein-klimaschutzkonzept)