



Treibhausgasbilanzierung des deutschen Agrarsektors Ableitung kumulierter Produktbelastungen

In Zeiten von zunehmender Ressourcenknappheit und der Bedrohung durch den Klimawandel gewinnt effizientes und emissionsarmes Wirtschaften für die landwirtschaftliche Produktion von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen an Bedeutung. Als größter Emittent der Treibhausgase Lachgas und Methan steht die Rolle des Agrarsektors im Zusammenhang mit dem Klimawandel in der öffentlichen Diskussion. Im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen für die Landwirtschaft wird am Thünen-Institut eine Treibhausgasbilanzierung des gesamten Sektors und seiner Vorketten durchgeführt. Die hier vorgestellte Methode erlaubt es, diese Treibhausgasemissionen den verursachenden Produktionsverfahren und letztlich den Endprodukten zuzuordnen.

Kumulierte Emissionen und das Verursacherprinzip

Bei der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen fließt immer auch eine Bewertung der Emissionen mit ein, je nachdem welcher Ansatz gewählt wird. Wird nach dem Quellgruppenkonzept vorgegangen, werden der Landwirtschaft lediglich die direkten Emissionen zugeordnet. Diese laufen jedoch nicht isoliert von anderen Sektoren ab, sondern sind auf Inputs aus anderen, vorgelagerten Prozessen und Importen angewiesen. Aus diesem Grund wird oft auf das Verursacherprinzip zurückgegriffen, welches alle Emissionen einer Wertschöpfungskette dem ursächlichen Endprodukt anlastet. Dem ökonomischen Verständnis zur Folge gilt die Nachfrage als Ursache für die Produktion von Gütern und damit auch für die Entstehung von Treibhausgasen. Wird also ein Produktionsprozess betrachtet (z. B. Tierproduktion), müssen

auch die von ihm verursachten, indirekten Emissionen aus der Bereitstellung der benötigten Vorleistungen sowohl innerhalb (z. B. Futtermittel) als auch außerhalb des Agrarsektors (z. B. Bauleistungen) in die Bilanzierung einbezogen werden. Da die Marktnachfrage über die Produktion entscheidet, werden alle direkten und indirekten Emissionen entlang der Wertschöpfungskette dem marktfähigen Endprodukt zugeordnet. Man spricht von kumulierten Effekten.

Das methodische Vorgehen am Beispiel der Milchproduktion

Die Analyse der Wertschöpfungsketten ist ein zentrales Element der Ökobilanzierung und des „carbon footprints“. In der Regel können über diese Methoden detaillierte Angaben über den Lebensweg einzelner Produkte oder Produktionsprozesse gemacht werden. Aufgrund des hohen Detailgrads ist eine solche Analyse recht aufwendig und

auf wenige Produkte beschränkt. Unterschiedliche Annahmen, Systemgrenzen, Datengrundlagen und Zeitbezüge lassen nur eine geringe Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Studien zu. Aus diesen Gründen eignen sich auf Fallstudien bezogene Ansätze nur bedingt für einen Gesamtüberblick über den Agrarsektor und seine Emissionen. Deshalb wurde am Thünen-Institut ein sogenannter Top-down Ansatz gewählt. Er ordnet die offiziellen Daten des deutschen THG-Emissionsinventars den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zu und integriert sie in einen konsistenten Berechnungsansatz. Dieser enthält weitere nationale Statistiken. Die Methode orientiert sich an den Richtlinien des „System of Environmental Economic Accounting“ (SEEA) der Vereinten Nationen und basiert im Wesentlichen auf einer Input-Output (I/O) Analyse. Der Agrarsektor wird hierbei wie ein einzelner, großer landwirtschaftlicher Betrieb

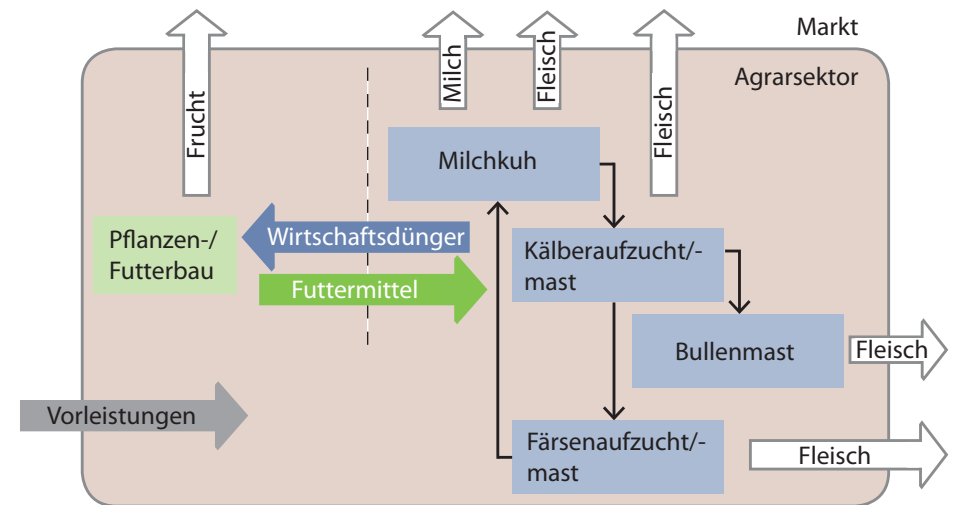


Abbildung 1: System Milchkuh

behandelt. Zunächst wird das gesamte System analysiert und alle relevanten Stoffströme werden sowohl physisch als auch monetär erfasst. Abbildung 1 stellt dies beispielhaft für das System der Milchproduktion dar. Pflanzenproduktionsverfahren liefern innerhalb des Agrarsektors Futtermittel an die Tierproduktionsverfahren und werden von diesen mit Wirtschaftsdünger beliefert. Zusätzlich liefert die Pflanzenproduktion Früchte an den Markt außerhalb des Agrarsektors. Das Produktionsverfahren „Milchkuh“ liefert zum einen Milch und Fleisch an den Markt, zum anderen aber auch Kälber an die Kälberaufzucht und –mast. Außerdem erhält das Produktionsverfahren „Milchkuh“ Färsen aus der Färsenaufzucht. Alle erfassten Stoffflüsse (in diesem Fall monetäre Flüsse) des Systems werden in eine große, symmetrische Input-Output-Matrix (I/O-Matrix) übertragen. Die Daten stammen zum größten Teil aus offiziellen Statistiken

des Statistischen Bundesamtes. Alle Produktionsverfahren werden in den Zeilenüberschriften als liefernde und in den Spaltenüberschriften als belieferte Verfahren aufgelistet. In der Tabelle kann somit nachvollzogen werden, welche Verfahren wie viel an andere Verfahren liefern. In einer zusätzlichen Spalte werden die Lieferungen an den Markt außerhalb des Agrarsektors erfasst.

Die I/O-Matrix bildet die Grundlage für die Bestimmung der direkten und indirekten Treibhausgasemissionen der einzelnen Produktionsverfahren und ihrer Produkte. Die notwendigen Arbeitsschritte sind in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS werden die Emissionsdaten aus dem Nationalen Treibhausgasemissionsinventar Deutschlands auf die modellierten Produktionsverfahren des Agrarsektors aufgeteilt. Zusätzlich werden die THG-Emissionen aus der Vor-

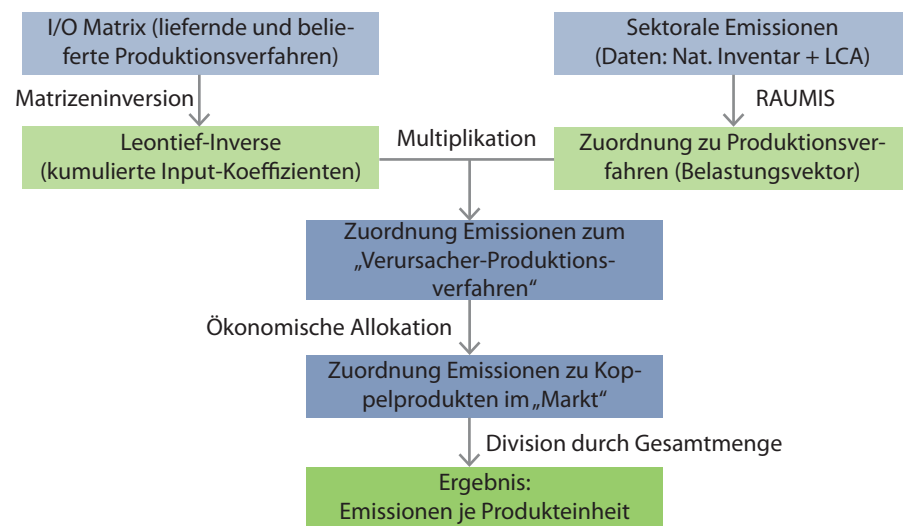


Abbildung 2: Schematische Darstellung der methodischen Schritte zur Berechnung von produktspezifischen THG-Emissionen



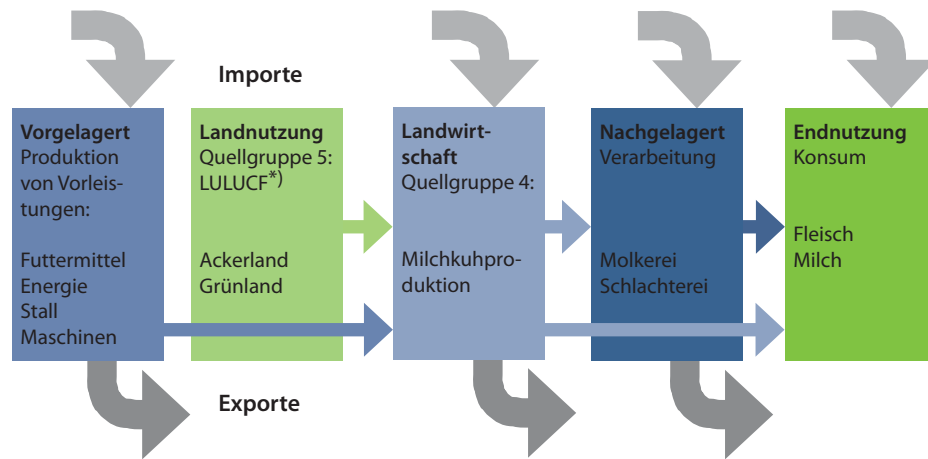
Abbildung 3: Molkereierzeugnisse

kette der Agrarproduktion (z. B. bei der Mineraldüngerherstellung) den Produktionsverfahren zugeordnet. Durch die Addition beider Quellen -Agrarsektor und Vorkette- erhält man die direkten Treibhausgasemissionen der Produktionsverfahren. Diese werden in Anlehnung an die I/O Matrix in einem Zeilenvektor dargestellt. Um die kumulierten Treibhausgasemissionen zu ermitteln und sie den verursachenden Produktionsverfahren zuzuordnen, wird nun die I/O Matrix invertiert. Das Ergebnis, die Leontief Inverse, ist eine Matrix mit sogenannten kumulierten Input-Koeffizienten. Bei diesen Koeffizienten handelt es sich um Faktoren, die angeben, welcher Anteil der Produktion eines Produktionsverfahrens zur Produktion einer Einheit eines anderen Produktionsverfahrens benötigt wird. Ein Faktor von 0,6 bedeutet beispielsweise, dass Getreide im Wert von 600 Euro für die Produktion von Schweinen im Wert von 1000 Euro benötigt wird. Multipliziert man den Zeilenvektor der direkten Emissionen mit der Leontief Inverse, erhält

man die kumulierten Emissionen jedes Produktionsverfahrens. Nun müssen diese lediglich über eine (in diesem Fall) monetäre Allokation den spezifischen Marktprodukten (z. B. Milch und Fleisch beim Produktionsverfahren „Milchkuh“) zugeordnet und durch die jeweiligen Produktionsmengen geteilt werden. Auf diese Weise erhält man die kumulierten THG-Emissionen je Produkteinheit, den „carbon footprint“. Ergebnisse der Treibhausgasbilanzierung und der Berechnung der „carbon footprints“ sind beispielsweise in Osterburg et al. (2013) zu finden.

Vor- und Nachteile der Methode

Ein großer Vorteil der beschriebenen Methode besteht darin, mit relativ geringem Zeitaufwand einen Überblick über einen ganzen Sektor und seine Vorketten zu bekommen. Die Treibhausgasemissionen werden, anders als beim Quellgruppenprinzip, dem Verursacher zugeordnet. Die Ergebnisse sind repräsentativ für Deutschland (Durchschnittswerte) und untereinander vergleichbar.



*) Land use, land use change and forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)

Abbildung 4: Geplante Erweiterungen: Integration zusätzlicher Sektoren und Betrachtung von Im- und Exporten entlang der Wertschöpfungskette von Lebensmitteln

Gleichzeitig sind sie konsistent zu offiziellen Statistiken und dem nationalen Emissionsinventar. Aus diesen Gründen eignet sich der Ansatz insbesondere für die Politikberatung.

Aufgrund des sektoralen Ansatzes und der Verwendung von Modellen können die einzelnen Produktionsverfahren jedoch nicht so detailliert abgebildet werden wie bei der Ökobilanzierung einzelner Produktionsprozesse und Produkte. Dies scheitert auch an der Verfügbarkeit von Daten. Oftmals fehlen wichtige Informationen oder die verfügbaren Daten sind unvollständig und inkonsistent. Zusätzlich werden Officialstatistiken erst zeitverzögert veröffentlicht, wodurch für die Analysen oft keine aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Erweiterung des Ansatzes

Ein weiterer Vorteil ist die relative Flexibilität dieses Ansatzes. Weitere Produkti-

onsprozesse aus anderen Sektoren können in der Input/Output-Matrix ergänzt werden. Zusätzlich können Produktionsverfahren aggregiert dargestellt oder noch detaillierter aufgegliedert sowie weitere Emissionen und Ressourcenansprüche berechnet werden.

Die weiteren Entwicklungsarbeiten am Thünen-Institut haben zum einen das Ziel, den Agrarsektor soweit zu disaggregieren, dass einzelne Regionen und Betriebstypen differenziert werden können. Zum anderen wird angestrebt, neben dem bereits integrierten Vorleistungssektor noch weitere Sektoren entlang der Wertschöpfungskette zu betrachten (Abb. 4). So sollen Lebensmittelverarbeitung und -konsum sowie Im- und Exporte berücksichtigt werden. Ziel ist es ebenfalls, die Treibhausgasemissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen zu integrieren. Dies erweist sich jedoch als schwierig, da sich

Verantwortlichkeiten nicht eindeutig zuzuordnen lassen.

Trotz solcher Schwierigkeiten handelt es sich um einen vielversprechenden methodischen Ansatz, der aufgrund seiner Flexibilität je nach Fragestellung angepasst und weiterentwickelt werden kann. Angesichts der gesamtwirtschaftlichen Betrachtungsweise und der Relevanz für einen „nachhaltigen Konsum“ kann die Methode ein wichtiges Instrument in der Politikberatung und der Information der Öffentlichkeit darstellen.



**Stephanie Kätsch, Bernhard Osterburg,
Dr. Thomas G. Schmidt**
Thünen-Institut für Ländliche Räume,
Braunschweig
stephanie.kaetsch@ti.bund.de

literatur

EU Commission, FAO, IMF, OECD, UN, World Bank (2012) System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework. United Nations, New York. 306 p

Grünberg J, Nieberg H, Schmidt TG (2010) Treibhausgasbilanzierung von Lebensmitteln (Carbon Footprints): Überblick und kritische Reflektion. Landbauforschung 2 (60): 53-72

Leontief W, Ford D (1970) Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. Review of Economics and Statistics 52 (3): 262-271

Osterburg B, Kätsch S, Wolff A (2013) Szenarioanalysen zur Minderung von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2050. Thünen Report 13

Schmidt TG, Osterburg B (2009) Aufbau des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ in den umweltökonomischen Gesamtrechnungen: Projekt II: Ergänzungen und Anwendung der Ergebnisse aus Projekt I; Endbericht