

Lebenszyklusanalyse eines Milchviehbetriebes – Grundlagen und Herausforderungen der Modellierung

Sebastian Gollnow, Enno Bahrs

Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre (410b)
Universität Hohenheim
Schloss Osthof-Süd
70593 Stuttgart
s.gollnow@uni-hohenheim.de

Abstract: Anhand eines Produktionsmodelles, modelliert in der LCA Software GaBi, werden die Treibhausgasemissionen der Milchproduktion cradle to farm gate ermittelt sowie Möglichkeiten und Herausforderungen, die sich aus der Modellierung des gesamten Produktionssystems ergeben, dargestellt.

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der Klimadebatte und Initiativen wie etwa des britischen Carbon Trusts [B08] oder des PCF-Pilotprojektes in Deutschland [GH09] nimmt das Interesse der Landwirtschaft an einer aktiven Beteiligung am Klimaschutz deutlich zu. Die Nahrungsmittelproduktion verursacht in Deutschland ca. 20 % der Treibhausgasemissionen pro Kopf. Davon ist die Milchviehhaltung mit einem Anteil von ca. 30 % für den Großteil der Emissionen verantwortlich [O09]. Aus diesem Anlass ist und wird vor allem die Milcherzeugung ins Interesse klimapolitischer Strategien geraten, welche die Erzeuger in direkter oder indirekter Weise betreffen werden [I09, WW08]. Umweltmanagementsysteme und -instrumente wie die Lebenszyklusanalyse (LCA) gewinnen vor diesem Hintergrund daher auch im Agribusiness zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wurde ein Produktionsmodell der landwirtschaftlichen Milcherzeugung in der LCA Software GaBi 4 erstellt. Das Produktionsmodell dient der Erfassung klimarelevanter Gase. Welche Möglichkeiten ein Produktionsmodell eröffnet und welche Herausforderungen sich ergeben, soll im Folgenden erläutert werden.

2 Methodik

Zielsetzung des Produktionsmodells ist es, den Carbon Footprint (CF) der Milcherzeugung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten und verschiedener methodischer sowie betrieblicher Parameter aufzuzeigen.

Um die Plausibilität der Ergebnisse zu gewährleisten, erfolgt die Vorgehensweise anhand anerkannter Vorgehensweisen. Dies sind die ISO Standards 14040 und 14044, die Spezifikation PAS 2050 und das internationale Lebenszyklusdaten Referenzhandbuch (ILCD) der Europäischen Kommission.

Die durchgeführte Lebenszyklusanalyse ist eine „cradle to farm gate“ Analyse auf Produktebene. Dies bedeutet, dass alle Emissionen von der „Wiege“ bis zum Verlassen des landwirtschaftlichen Betriebs berücksichtigt werden. Die Studie beschränkt sich auf die Wirkungskategorie Treibhauspotential. Die funktionelle Einheit der Studie ist ein Kilogramm Milch. Koppelprodukte (Kälber, Altkühe) werden über eine ökonomische Allokation berücksichtigt.

Das Produktionsmodell wurde als generisches Modell entwickelt. Betriebsspezifische Gegebenheiten und Parameter werden über freie Parameter gesteuert, sodass sich ohne eine Änderung des Modells der CF verschiedener Betriebe berechnen lässt. Datengrundlage für folgende Berechnungen sind Durchschnittsdaten der Produktion in Baden-Württemberg. Das Haltungsverfahren ist ein einstreufreier Boxenlaufstall. Die durchschnittliche jährliche Milchleistung liegt bei 7000 kg. Das Erstkalbealter bei 31 Monaten und die Anzahl an Laktationen liegen bei 2,9. Die unterstellten Futterration sowie Futterbauverfahren wurden gemäß KTBL angesetzt [K06].

3 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Treibhausgasemissionen in CO₂ Äquivalenten (CO₂e), die sich aus der Produktion eines Kilograms Milch ergeben. Insgesamt ist die Produktion für 1348 g CO₂e verantwortlich. Den größten Anteil trägt die enterische Fermentation der Milchkuh mit 439 g CO₂e/kg (33%). 28% trägt die Aufzucht der Färsen beziehungsweise für die Remontierung des Milchviehbestandes bei (382 g CO₂e/kg).

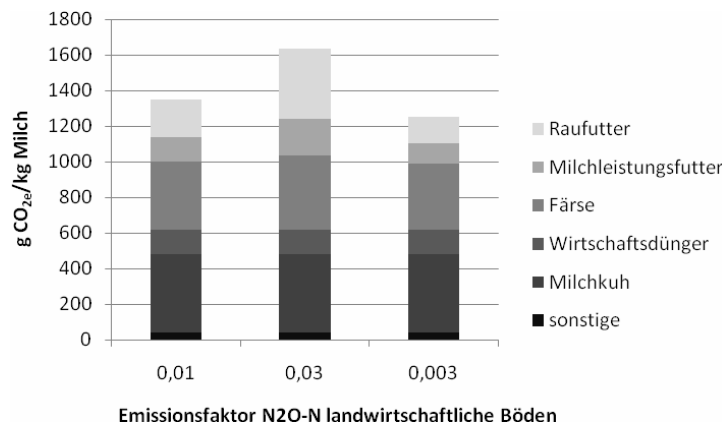


Abbildung 1: Carbon Footprint 1 kg Milch, nach Quellgruppen

Raufutterproduktion und die Bereitstellung des Milchleistungsfutters für die Milchkühe tragen 15% bzw. 10% zu der Gesamtemission bei. Die Kategorie sonstige Emissionen beinhaltet die Bereitstellung von Mineralfutter und elektrischer Energie. In der Raufutterproduktion tragen Emissionen landwirtschaftlicher Böden ca. 60% zur Gesamtemission bei. Etwa 40% werden durch die Bereitstellung von Diesel und Düngemitteln verursacht.

Die Berechnung der Emissionen biologischer Prozesse wie der Erfassung von CH₄ Emissionen der enterischen Fermentation oder N₂O Emissionen landwirtschaftlicher Böden sind mit einer hohen Unsicherheit verbunden. Untersucht wurden Unsicherheiten, welche mit der Erfassung von N₂O Emissionen landwirtschaftlicher Böden einhergehen, um beispielhaft die Schwierigkeiten einer soliden Emissionsinventarisierung zu verdeutlichen. N₂O Emissionen landwirtschaftlicher Böden tragen zu etwa 20% des Carbon Footprints der Milch bei. Nach IPCC wird der vorgegebene Emissionsfaktor von 0,01 verwendet. Die Unsicherheit liegt bei 300%. Das heißt, der Emissionsfaktor liegt zwischen 0,003 und 0,03 bei einer lognormalen Verteilung [I06]. In Abbildung 1 sind die Treibhausgasemissionen eines Kilogramms Milch bei einem Emissionsfaktor von 0,01, 0,03 und 0,003 dargestellt.

In das Produktionsmodell wurden 4 Regressionsgleichungen für die Berechnung der CH₄ Emissionen aus der enterischen Fermentation integriert (vgl. Tabelle 1). Alle 4 Methoden weisen verschiedene Datengrundlagen auf und kommen zu teilweise stark abweichenden Ergebnissen. Der PCF gemäß IPPC Tier 1 Verfahren weist ein um ca. 20% geringeren Carbon Footprint auf als die Methode gemäß Giger-Reverdin.

Kalkulationsmethode	Berechnungsgrundlage	kg CH ₄ je Kuh und Jahr	g CO _{2e} je kg Milch
IPCC Tier 1 [I06]	Tierkategorie und Emissionsfaktor	109	1224
IPCC Tier 2 [I06]	Bruttoenergieaufnahme und Emissionsfaktor	135	1403
Giger-Reverdin [G07]	Bruttoenergieaufnahme und Verhältnis Raufutter zu Kraftfutter	152	1521
Kirchgessner [K04]	Rohnährstoff Aufnahme und deren Methanbildungspotential	127	1348

Tabelle 2: Integrierte Kalkulationsmethoden zur Erfassung der CH₄ Emissionen der enterischen Fermentation

4 Diskussion und Fazit

Unter der Verwendung betriebsspezifischer Daten können Produktionsmodelle wie das vorgestellte effizient zur Identifikation von Hot Spots, zur Quantifizierung von ökonomisch sinnvollen Minderungspotentialen und der Erstellung von Nährstoff- und Treibhausgasbilanzen genutzt werden. Durch die Berücksichtigung aller vorgelagerten Bereiche und die Einbeziehung systemimmanenter Wechselwirkungen ist es auf produkt- sowie betrieblicher Ebene in der strategischen Planung einsetzbar.

Die Integration verschiedener Kalkulations- und Allokationsverfahren ermöglicht die Berücksichtigung unterschiedlicher Carbon Footprinting-Standards. Die gewonnenen Ergebnisse können somit auch für standardkonforme Kommunikationszwecke verwendet werden.

Einige Initiativen nutzen bereits den Carbon Footprint für die direkte Kommunikation zum Konsumenten oder beabsichtigen dies. In einigen Fällen werden Lebensmittel mit einem statischen CO_{2e} Wert in Gramm gekennzeichnet. Diese Art der Kennzeichnung wird von vielen kritisiert [Q10, GH09, V10], da es eine Genauigkeit vorgibt, die nicht realistisch ist. Diese Erkenntnis wird auch durch die vorliegende Studie unterstützt.

Die Angabe einer aggregierten Gesamtzahl in Form eines statischen Carbon Labels gewährleistet unter jetzigen methodischen Bedingungen keine Vergleichbarkeit und kann daher nicht als zielführende Informationsgrundlage für den klimafreundlichen Einkauf gesehen werden [Q10].

Literaturverzeichnis

- [B08] BSI: PAS 2050 – Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services. BSI British Standards Institution, London. 2008.
- [GH09] Griebhammer, R. und Hochfeld, C.: Memorandum Product Carbon Footprint – Positionen zur Erfassung und Kommunikation des Product Carbon Footprint für die internationale Standardisierung und Harmonisierung. Berlin. 2009.
- [G07] Giger-Reverdin, S.: Empirical Modelling by Meta-analysis of Digestive Interactions and CH₄ Production in Ruminants. In: Ortigues-Marty I (Hrsg.) Energy and Protein Metabolism and Nutrition. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. S. 561-562, 2007.
- [I06] IPCC: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Hrsg.). Published: IGES, Japan. 2006.
- [I09] IDF: Environmental / Ecological Impact of the Dairy Sector: Literature review on dairy products for an inventory of key issues List of environmental initiatives and influences on the dairy sector. Bulletin of the International Dairy Federation 003 2005 436/ 2009.
- [K04] Kirchgessner: Tierernährung: Leitfaden für Studium , Beratung und Praxi. 12., verbesserte Auflage, Frankfurt (Main): DLG-Verlag. 2004.
- [K06] KTBL: Betriebsplanung Landwirtschaft. Datensammlung mit Kalkulationsprogramm. KTBL Darmstadt.
- [O09] Osterburg, B. et al.: Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors, Braunschweig. 2009.
- [Q10] Quack, D.: Requirements on Consumer Information about Product Carbon Footprint. Commissioned by: ANEC, the European consumer voice in standardisation, AISBL, Brussels, Belgium. Final Report. 2010.
- [V10] vTI: Antwort des Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) für die öffentliche Anhörung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages in Berlin am 22. 02.2010 zum Thema »Landwirtschaft und Klimaschutz«. Ausschussdrucksache 17(10)101-F.
- [WW08] Weidema BP, Wesnaes M.: Environmental Improvement Potentials of Meat and Dairy Products. JRC Scientific and Technical Reports. 2008.