

Klimagase und deren Minderung bei der Milchproduktion

Paulsen, H. M.,¹ Frank, H.², Hülsbergen, K.-J.², Rahmann, G.¹, Schmid H.²,
Warnecke, S.¹

Keywords: Treibhausgase, Milchvieh, unvermeidliche Emissionen, Effizienz

Abstract

Sources of greenhouse gas (GHG) emission of milk production were analysed on organic and conventional dairy farms from cradle to farm gate and resulted in a mean of ca. 1 kg CO₂ eq kg ECM⁻¹ independent of the farming system. When calculated according to dry matter intake of the cows, mean percentages of GHG emissions from enteric fermentation on organic or conventional farms were 31 or 42 % from the product related emissions from milk production, respectively. When feed quality parameters were considered in calculation, enteric methane production per kg ECM increased considerably with higher fibre contents in feedstuffs. This was especially important at lower milk yields. On the 44 farms analysed, minimal potential GHG emissions from enteric fermentation on herd level were 0.39 (organic farm) and 0.32 kg CO₂ eq kg ECM⁻¹ (conventional farm). This is proposed as unavoidable range of GHG emissions for milk in intensive conventional and organic dairy production. GHG emissions from replacement animals, feedstuff production and manure storage are also part of dairy systems. These emissions can only partly be reduced by energy saving in feed production and technical measures in manure management, e.g. covering of slurry tanks or biogas production. Efficiency gains in all steps of the process chain by appropriate management appear to be most important for (reliably) reducing GHG emissions, e.g., by optimal feed quality, its related good milk yields and healthy and long living cows.

Einleitung und Zielsetzung

Bei der Milchproduktion fallen Treibhausgase (THG) in der gesamten Prozesskette an. Doch was ist dabei unvermeidlich und was kann man vermeiden? Was ist die Grundlast der Milchproduktion und was bringen eigentlich Vermeidungsstrategien gesamtbetrieblich gesehen? Bekannt ist, dass die größten Anteile der THG-Emissionen aus der Milchviehhaltung aus der Verdauung der Tiere (Flachowsky 2011, Kebreab *et al.*, 2006) und aus der Wirtschaftsdüngerlagerung stammen (Dämmgen *et al.* 2012). Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) sind dabei die maßgeblichen klimawirksamen Gase. Gesamtbetriebliche Analysen zeigen die hohe Bedeutung der emittierten THG bei der Produktion von hofeigenen und hoffremden Futtermitteln. Für die einzelbetriebliche Minderung können Verfahren konkret verändert werden, die THG-Emissionen auslösen. In diesem Beitrag wird vor dem Hintergrund gesamtbetrieblicher Bilanzierungsdaten von Milchviehbetrieben diskutiert, in wieweit in der Praxis wirksame Veränderungen zu Ihrer Minderung vorgenommen werden können und welche unvermeidlichen Emissionen auftreten.

¹ Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, 23847 Westerau, Deutschland, hans.paulsen@ti.bund.de, www.ti.bund.de/ol

² Technische Universität München, 85350 Freising-Weihenstephan, Deutschland, oekolandbau.wzw.tum.de

Methoden

Grundlage für die Bewertung sind THG-Bilanzen der Milchproduktion (cradle to farm-gate) von jeweils 12 ökologischen und konventionellen deutschen Betrieben. Bei den gesamtbetrieblichen Berechnungen, wurden die THG-Emissionen aus der Verdauung nach der Trockenmasseaufnahme der Tiere errechnet (nach Ellis *et al.* 2007, Gleichung 2d). Zusätzlich wurden die betriebsspezifischen THG-Emissionen pro kg Milch aus Verdauung (Kirchgessner *et al.* 1995) und Wirtschaftsdünger (Rösemann *et al.* 2013) unter Berücksichtigung der gemessenen Futterqualitäten und der Lagerungsbedingungen der Wirtschaftsdünger für je 22 ökologische und konventionelle Betriebe berechnet. Sie sind Bestandteil des Netzwerks Pilotbetriebe (www.pilotbetriebe.de), in dem seit 2009 40 Paare räumlich benachbarter konventioneller und ökologischer Betriebe mit gleicher Produktionsrichtung (Milchvieh oder Marktfrucht) in vier geographischen Regionen Deutschlands untersucht werden (Hülsbergen & Rahmann 2013).

Ergebnisse

Die gesamtbetrieblichen Bilanzen der THG-Emissionen der Milchproduktion werden im Folgenden produktbezogen in Gramm CO₂-Äquivalente pro kg Energie-korrigierte Milch angegeben [g CO₂ Äq kg ECM⁻¹]. Für die Milch der ökologischen Betriebe ergaben sich im Mittel 1006±157 (± kennzeichnet die Standardabweichung), für die Milch konventioneller Herkunft im Mittel 1067±85 g CO₂ Äq kg ECM⁻¹. Auf die THG aus der Verdauung der Milchkühe entfielen im Mittel 419±43 (42 % der Gesamtemissionen) in ökologischen bzw. 326±18 (31 %) in konventionellen Betrieben (berechnet nach Ellis *et al.* (2007), auf die Entmistung und Wirtschaftsdüngerlagerung 130±39 (13 %) bzw. 129±30 (12 %) und auf die Futtererzeugung für die Milchkühe 121±63 (12 %) bzw. 289±62 (27 %) g CO₂ Äq kg ECM⁻¹. Die Bilanzen des Futterbaus enthalten die zum Teil erhebliche C-Bindung und C-Freisetzung durch Humusaufbau und -abbau (Spannweite -241 bis 104 g CO₂ Äq kg ECM⁻¹).

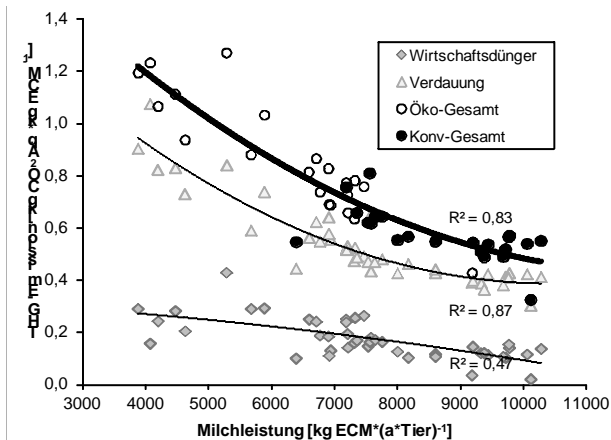


Abb. 1: THG-Potential pro kg Milch aus den Emissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdüngerlagerung der Milchkühe in ökologischen und konventionellen Betrieben, basierend auf Jahresdurchschnittsrationen und Futterqualitäten

Durch Fütterung und Haltung der Nachzucht zur Bestandsergänzung in den Betrieben emittierten 257 ± 85 (26 %) bzw. 257 ± 79 (24 %) $\text{g CO}_2 \text{ \AA} \text{ kg ECM}^{-1}$. Bei der Nachzucht entfallen mehr als 50 % der THG-Wirkung auf CH_4 aus Verdauung und THG der Wirtschaftsdüngerlagerung. Diese beiden Quellen verursachen damit den überwiegenden Anteil der THG-Last der Milch. Erwartungsgemäß waren die produktbezogenen THG-Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe in hohem Maße von der Milchleistung abhängig sind (Abb. 1).

Durch die hohe rechnerische Abhängigkeit der CH_4 -Bildung von den Rohfasergehalten des Futters bei der Bewertung nach Kirchgeßner *et al.* (1995) ergaben sich für Herden, die z.B. mit höheren Anteilen an Heu und Stroh in der Ration gefüttert werden, bei ähnlicher Milchleistung deutlich höhere CH_4 -Emissionen. Gekoppelt mit geringerer Milchleistung traten daher einzelbetrieblich sehr hohe THG-Wirkungen aus der Verdauung auf. Bei den Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung war die Abhängigkeit von der Milchleistung weniger ausgeprägt, obwohl die anfallenden Mengen und Gehalte an emissionswirksamen Substanzen aus der Futterration berechnet wurden und die Milchleistung über den Futterbedarf auch die ausgeschiedenen Mengen beeinflusst.

Diskussion

Bei den produktbezogenen CH_4 -Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe wurde unter Berücksichtigung der Futterinhaltsstoffe das Minimum bei einem konventionellen Betrieb mit $10.117 \text{ kg a}^{-1} \text{ ECM}$ Milchleistung mit $0,32 \text{ kg CO}_2 \text{ \AA} \text{ kg ECM}^{-1}$ berechnet. Bei den ökologischen Betrieben trat der minimale Wert von $0,39 \text{ kg CO}_2 \text{ \AA} \text{ kg ECM}^{-1}$ auf dem Betrieb mit der höchsten Milchleistung von $9.185 \text{ kg a}^{-1} \text{ ECM}$ auf. Dies scheinen die unter Praxisbedingungen bei intensiver Milchproduktion unvermeidbaren Grundlasten aus dieser Quelle zu sein. Zusätzlich müssen die Emissionen der Nachzucht für die Bestandsergänzung je nach betriebsspezifischen Remontierungsraten ergänzt und auf die Milchproduktion der Herde umgelegt werden. Die beiden oben genannten Betriebe produzierten auch Biogas aus Wirtschaftsdüngern und konnten so die THG-Emissionen aus dieser Quelle zusätzlich wirksam vermindern (Abb. 1).

Das enge Wechselspiel aus Futterqualität, Milchleistung, erforderlichen Nachzuchttiere, der Humusbildung und der Emissionen aus der Düngung im Pflanzenbau kann nur mit einer einzelbetrieblichen Gesamtanalyse hinsichtlich der potentiellen THG-Emissionen optimiert werden. Wie beschrieben, sind dabei die Faktoren in der THG-Bilanz der Milchproduktion unterschiedlich bedeutsam und auch standort- und witterungsabhängig. Minderungen sind daher mit unterschiedlicher Sicherheit tatsächlich durch Managementänderungen zu erreichen. So sind die potentiellen THG-Wirkungen durch Emissionen aus den N-Ausscheidungen der Tiere und durch die N-Ausbringung auf Acker und Grünland bei der Milchproduktion produktbezogen nur mäßig bilanzwirksam. Die N-Emissionen des Pflanzenbaus sind zudem stark witterungs- und standortabhängig. Zudem sind je nach Betriebssystem Kleegrasanbau oder (Wirtschafts)-Düngung für die Futterproduktion unerlässlich und deren THG-Emissionen zum Teil unvermeidlich. Sie sind durch N-Mengen, N-Formen, Ausbringungszeitpunkte und -technik sowie Umbruchstermine, aber nur in nicht exakt vorhersehbarer Größenordnung, zu beeinflussen. Die Emissionen aus dem Energieeinsatz im Futterbau und aus der Wirtschaftsdüngerlagerung hatten produktbezogen geringe bis mittlere Anteile an der THG-Emission der Milchproduktion. Sie sind technisch z.B. durch Energieeinsparung oder Biogasgewinnung aus den Wirtschaftsdüngern zu vermindern. CH_4 -Emissionen aus der Verdauung sind durch Futterqualität und Futterkomponenten oberhalb des genannten unvermeidbaren Bereichs zu beeinflussen. Eine

rechnerische Verbesserung der Humusbilanz kann durch Umstellungen im Pflanzenbau erreicht werden. Sie kann die THG-Bilanz der Milchproduktion wirksam verbessern. Jedoch ist die tatsächliche Wirkung bei wechselnder Witterung und Bodenbearbeitung und wechselnden Pflanzenerträgen unsicher und nur bei langfristigen Systemveränderungen durch Messwerte quantifizierbar.

Sehr hohe positive Effekte in Richtung einer Verminderung der THG-Last oberhalb der unvermeidbaren Emissionen der Milchproduktion können nur durch eine Verbesserung der innerbetrieblichen Effizienz erreicht werden. Dazu zählen das Erzielen optimaler Futterqualitäten bei hoher Flächenproduktivität und ein Management im Tierbereich, welches bei gesunden langlebigen Tieren eine an Grundfutterressourcen angepasste (aber auch hohe) Milchleistung ermöglicht. Qualitäts- und Ertragssteigerungen sollten naheliegender Weise nicht durch unangepasste Steigerung des Ressourcenverbrauchs, sondern durch geschicktes Management bei gegebener oder abgesenkter Ressourcennutzung erzielt werden. Neben dem hier vorgenommenen produktbezogenen Ansatz, können flächen- oder tierplatzbezogene oder auch Bewertungsansätze, die die THG-Emissionen des Betriebs als Ganzes betrachten, aber auch die Konkurrenz zwischen Nahrungs- und Futtermitteln weitere Diskussionsgrundlagen sein.

Schlussfolgerungen

In jedem Fall sind für die Quantifizierung von THG-Emissionen der Milchproduktion und Wechselwirkungen zwischen den Betriebszweigen und auch zwischen anderen Umwelt- und Effizienzparametern Betriebsmodelle erforderlich. Jedoch kann durch grundlegende Bewirtschaftungsprinzipien eine Verminderung der THG-Emission der Milchproduktion auch ohne exakte Bilanzierung angestrebt werden. Unvermeidbare Emissionen treten dabei in allen Prozessabschnitten auf.

Danksagung

Das Projekt wurde vom BMEL gefördert (BÖLN 06OE160 und 06OE353). Projektpartner waren das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, die Technische Universität München, die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Göttingen, die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und die Bioland Beratung GmbH.

Literatur

- Dämmgen U, Amon B, Hutchings NJ, Haenel HD *et al.* (2012): Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and solid manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. *Landbauforsch* 62(1-2):1-19
- Ellis JL, Kebreab E, Odongo NE, McBride BW *et al.* (2007): Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *J Dairy Sci* 90(7):3456-3466
- Flachowsky G (2011): Carbon-footprints for food of animal origin, reduction potentials and research need. *J Appl Anim Res* 39(1):2-14
- Hülsbergen KJ & Rahmann G (2013) (Hrsg.): Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme. Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Thünen Rep 8, Braunschweig, Thünen-Institut, 383 S.
- Kebreab E, Clark K, Wagner-Riddle C, France J (2006): Methane and nitrous oxide emissions from Canadian animal agriculture: A review. *Can J Anim Sci* 86(2):135-158
- Kirchgeßner M, Windisch W, Müller HL (1995): Nutritional Factors for the Quantification of Methane Production. Proc. 8. Int. Symp. Ruminant Phys., Enke, 333-348
- Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Poddey E, *et al.* (2013): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2011. Thünen Rep 1, 390 p