
Treibhausgasemissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdüngern - gibt es eindeutige Aussagen?

Hans Marten Paulsen, Franziska Schulz, Sylvia Warnecke, Britta Blank, Dagmar Schaub,
Gerold Rahmann

Problemstellung

Bisher ist unklar, ob ökologisch und konventionell wirtschaftende Milchviehbetriebe systembedingte Unterschiede in den Emissionen von Treibhausgasen (THG) aufweisen. Bei der Milchproduktion stammt ein Großteil der THG-Wirkung aus der Methanbildung bei der Verdauung der Milchkühe sowie aus Methan- und Lachgasemissionen des Wirtschaftsdüngermanagements. Daher werden in diesem Beitrag nur für diese beiden Emissionsquellen die Auswirkungen aktuell gebräuchlicher Modellansätze auf die Rechenergebnisse untersucht. Die Emissionen der Futtermittelerzeugung und der Nachzucht sowie in der Vorkette der Produktion fließen nicht in die Berechnungen ein. Weiterhin werden Unterschiede der 44 Pilotbetriebe in wichtigen Begleitparametern, die das Ergebnis der THG-Wirkung der Milchproduktion beeinflussen können, analysiert.

Methodischer Ansatz

In den Jahren 2008 bis 2010 wurden die Futtrationen und Haltungsbedingungen der Milchkühe sowie das Wirtschaftsdüngermanagement durch Betriebsleiterbefragungen auf den Pilotbetrieben erfasst. Bei der Fütterung wurde zwischen Sommer- und Winterration sowie zwischen trockenstehenden und laktierenden Tieren (ggf. auch Leistungsgruppen) unterschieden. Die Daten zur Leistung, Herdengröße und -zusammensetzung wurden der Milchleistungsprüfung (Gruppenmittelwerte) bzw. dem Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere entnommen oder bei Betriebsbesuchen festgestellt. Alle eingelagerten Futtermittel, Weidegras jeweils vor der ersten Nutzung und Wirtschaftsdünger auf den Betrieben wurden auf Nährstoffe und emissionswirksame Komponenten analysiert. Die Betriebsangaben zur Fütterung wurden unter Berücksichtigung des ermittelten Futterwertes dem Energiebedarf der Tiere nach GfE (2001) gegenübergestellt und die Rationen ggf. korrigiert. Die mittleren Jahresrationen für die Milchviehherden wurden aus der Sommer- und Winterration unter Berücksichtigung der Weidetage, der Trockenstehdauer und der Zwischenkalbezeit berechnet. Für diese Zusammenstellung wurde die im Durchschnitt gefundene längere Nutzungsdauer der Tiere in ökologischen als in konventionellen Betrieben nicht berücksichtigt. Für alle Betriebe wurden die Methan-Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe mittels der Formeln von Kirchgeßner et al. (1994) und Ellis et al. (2007, Gleichung [2d]) berechnet. Dabei basiert letztere nur auf der mit dem Futter

aufgenommenen Menge an Trockensubstanz (TS), während erstere mit der täglichen Aufnahme an Rohnährstoffen (Rohfaser, stickstofffreie Extraktstoffe, Rohprotein, Rohfett) arbeitet. Weiterhin wurden am Beispiel von sechs Betrieben die Ergebnisse des Programmes REPRO (Hülsbergen 2003) - Grundmodell für die gesamtbetrieblichen Vergleiche im Projekt - mit denen aus dem Modell Gas-EM (Haenel et al. 2012), das für die internationalen Berichte über die deutschen THG-Emissionen verwendet wird, verglichen. Für alle Betriebe wurden auch die potentiellen THG-Emissionen aus den gemessenen chemischen Zusammensetzungen der Wirtschaftsdünger und ihrer Lagerungsform sowie die emissionsrelevanten Ausscheidungen der Milchkühe berechnet. Die Futterrationen sowie Haltungsfaktoren wie Einstreumaterial, Weidegang und die Aufenthaltsdauer der Tiere im Melkstand gingen hierbei ein.

Ergebnisse und Diskussion

Die auf den Betrieben im Interview ermittelten Futtermengen stimmten in der Regel nicht mit den für die Herdenmilchleistung rechnerisch notwendigen Mengen überein, wenn die analysierten Futterqualitäten oder auch Standardfutterqualitäten berücksichtigt wurden. Die tatsächlich vorgelegte und aufgenommene Futtermenge konnte so auf den Betrieben nicht eindeutig identifiziert werden. Die Futtermengen mussten daher für die THG-Modellierung angepasst werden. Der für die Betriebsvergleiche im Projekt verwendete Ansatz von REPRO nutzt dabei neben Rohprotein- und Energiegehalten als zusätzliche Prüfgröße die verfügbaren Futtermengen aus den Ernteschätzungen und addiert einen Standardfuttermittelferlust von 10 % auf die Ration, der ebenfalls in die verdauungsbedingten Emissionen eingeht. Bei den Berechnungen mit dem Milchviehmodul von Gas-EM wird die Rationszusammensetzung aus den Futterqualitäten nur passend zur Milchmenge errechnet. Bei sechs hierfür im Detail analysierten Betrieben lagen die mit REPRO ermittelten Gesamtfuttermengen im Mittel um 7 % höher (+31 bis -5,8 %) als die mit Gas-EM berechneten Werte.

Bei der Berechnung der Methan-Emissionen aus der Verdauung bestimmen nach Ellis et al. (2007) (REPRO) allein die Trockensubstanz-(TS)-Aufnahme der Tiere, bei der Bewertung nach IPCC (1996) (Gas-EM) nur die aufgenommene Gesamtenergie (GE) über das Ergebnis. So weisen Betriebe mit vergleichbarem mittlerem Futteraufnahmeniveau der Tiere trotz unterschiedlicher Rationsgestaltung nahezu identische Methan- und somit THG-Emissionen pro Tier und Jahr auf. Beim Vergleich von Betrieben mit ähnlich hoher durchschnittlicher Milchleistung zeigen sich dann in der Regel auch ähnliche Werte bei der produktgebundenen THG-Emission pro kg Milch (energiekorrigiert, ECM). Da sich für die Modellierung und Verifizierung der Ration die Futtermenge stets an der gefundenen Milchleistung orientiert, ist bei ähnlicher Milchleistung auch stets eine ähnliche TM- bzw. GE- Aufnahme zu erwarten. Ob dies den tatsächlichen Realitäten entspricht ist unklar.

Dies gilt zwar auch bei der Verwendung der Schätzformel von Kirchgeßner et al. (1994), aber hier wird auch die Nährstoffzusammensetzung der Ration, die je nach Einsatz einzelner Futtermittel und deren Qualitäten unterschiedlich sein kann, berücksichtigt. Wichtigster Faktor der Methan-Produktion ist dabei die Aufnahme an Rohfaser. Beispielsweise führt die Verdauung von 1 kg TS Heu dann zu einer höheren Methan-Produktion, als 1 kg TS Maissilage. Betriebe, welche ihren Tieren im Jahresmittel einen hohen Anteil an rohfaserreichen Futtermitteln wie Heu und Stroh vorlegen, zeigen dann eine höhere THG-Emission pro Tier und Jahr aus der Verdauung. Generell erhöhte der Einbezug diätischer Werte unabhängig von der Bezugsgröße (tier- oder produktbezogen) die absoluten Ergebnisse für die THG-Emissionen.

Die nach Kirchgeßner et al. (1994) bzw. Ellis et al. (2007) berechneten produktbezogenen THG-Emissionen aus der Verdauung der Tiere von ökologischen und konventionellen Betriebe überlappten in einem Bereich zwischen 0,39 und 0,65 bzw. 0,35 und 0,42 kg CO₂-Äquivalente pro kg ECM, bei Milchleistungen zwischen 5674 und 10278 kg ECM pro Tier und Jahr. Im Überlappungsbereich der Milchleistung der Betriebsformen - zwischen 6593 und 9185 kg ECM pro Tier und Jahr - ergaben sich THG-Emissionen zwischen 0,39 und 0,56 bzw. 0,35 und 0,43 kg CO₂-Äquivalente pro kg ECM. Generell wurde deutlich, dass die produktbezogenen THG-Emissionen aus der Verdauung mit steigender Milchleistung abnehmen. Energiereiche Futtermittel in der Ration wie Maissilage, welche die Milchleistung erhöhen, reduzieren die produktbezogenen THG-Emissionen. Diese Zusammenhänge waren bei der Bewertung der Betriebe sowohl mit dem Ansatz von Kirchgeßner et al. (1994) als auch dem von Ellis et al. (2007) erkennbar, da die Betriebe mit Maissilagefütterung in der Regel auch höhere Milchleistungen aufwiesen. Dagegen hatte der Faktor Weidegang, der auf ökologischen Betrieben immer, auf konventionellen nur zum Teil angeboten wurde, keinen übergeordneten Einfluss auf die Methan-Emissionen aus der Verdauung. Es wird deutlich, dass für eine gesamtbetriebliche Bewertung der Milchproduktion die THG-Emissionen z.B. für die Futtererzeugung und der Vorketten aber auch die Berücksichtigung tierbezogene Parameter unabdingbar sind. Der detaillierte Einbezug der Nährstoffzusammensetzung der Ration bei der Berechnung nach Kirchgeßner et al. (1994) führte zu einer deutlicheren Differenzierung der Betriebe bezüglich ihrer THG-Emissionen. Die Besonderheiten von Betrieben werden so besser berücksichtigt. Allerdings entstehen dafür ein höherer Datenbedarf und auch höhere Risiken durch Fehleinschätzungen durch eine ungenaue Erfassung der Futtermittelqualitäten.

Auch anhand der auf den Milchviehbetrieben erhobenen Daten zur Zusammensetzung und Lagerung von Wirtschaftsdüngern wurde ersichtlich, dass die daraus emittierende Menge an THG unabhängig vom Betriebssystem und betriebsindividuell ist. Aus den Werten zur Zusammensetzung und Lagerung und üblichen Rechenansätzen ergab sich folgerichtig, dass die THG-Emissionen bei der Flüssigmistlagerung überwiegend durch Methan bedingt sind. Bei der Festmistlagerung - Festmist ist auf ökologischen Betrieben verbreite-

tet - stammen größere Anteile der THG-Wirkung auch aus direkten Lachgasemissionen. Heute gängige Emissionsfaktoren haben z.B. beim Wirtschaftsdüngermanagement Unsicherheitsbereiche von $\pm 20\%$ für Methan und von -50 bis +100 % für die direkten Lachgas-Emissionen (IPCC, 2006). Da der Wirtschaftsdüngeranfall auf Betrieben in der Regel ebenfalls nicht sehr exakt erhoben werden kann, wurden die emissionsrelevanten Ausscheidungen der Tiere aus Futteraufnahme und Rationszusammensetzung zusätzlich nach der Methode von Gas-EM berechnet. Sie sind dann verhältnismäßig genau zu ermitteln ($\pm 10\%$). Auch hier waren keine systembedingten Unterschiede zwischen konventionellen und ökologischen Pilotbetrieben festzustellen.

Schlussfolgerung für die Praxis und Beratung

Für die wirklichkeitsnahe Kalkulation der THG-Emissionen aus der Fütterung und dem Wirtschaftsdüngermanagement ist die exakte Abbildung der Futterzusammensetzung, -mengen und -inhaltsstoffe auf den Betrieben ein entscheidender Faktor. Dies ist aber auf landwirtschaftlichen Betrieben kaum in allen Details zu erreichen. Daher müssen - wie im Gesamtprojekt realisiert- um Betriebsvergleiche durchzuführen, in jedem Fall einheitliche Modellierungsmethoden angewandt und dokumentiert werden. Unabhängig von der Methode zur Ermittlung der verdauungsbedingten Methanemissionen und unabhängig von „konventionell“ oder „ökologisch“, zeigte sich auf den Pilotbetrieben: Um THG-Emissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdüngern bei der Milchproduktion produktbezogen zu vermindern, muss durch die Erzeugung und Nutzung energiereicher Futtermittel eine möglichst hohe Milchleistung erzielt werden. Dies ist mit verschiedenen Fütterungsstrategien möglich. Ziel muss es dabei sein, dies mit minimalen direkten und indirekten THG-Emissionen in der Futterkette zu erreichen. Auf jeden Fall sind für eine gute Klimabilanz „Höchstleistungen“ der Tiere nicht unbedingt erforderlich. Auch die Emissionen aus dem Management von Wirtschaftsdüngern sind betriebsspezifisch. Sie können durch technische und organisatorische Maßnahmen, wie Abdeckung von Lagern, Biogasgewinnung, Ausbringungstechniken und -zeitpunkte verringert werden. Eine gezielte Förderung besonders effizienter Maßnahmen in der Praxis ist angezeigt. Neben der Bewertung der THG-Wirkung der Milchproduktion sollten die Nutzungsdauer der Tiere, Weidegang und Tiergesundheit auch unter dem Aspekt des Tierwohls und der Weidegang auf Grünland auch unter dem Aspekt Nahrungsmittelkonkurrenz zum Menschen nicht unberücksichtigt bleiben.

Literatur

- Ellis JL, Kebreab E, Odongo NE, McBride BW, Okine EK, France J** (2007) Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *J Dairy Sci* 90(7):3456-3466
- GfE** (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2001) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder 2001. Frankfurt am Main: DLG-Verlag, 136 S, ISBN 3-7690-0591-0
- Haenel HD, Röseman C, Dämmgen U et.al.** (2012) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2010: report on methods and data. vTI Agriculture and Forestry Research - Sonderheft 394 S
- Hülsbergen KJ** (2003) Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Aachen: Shaker-Verlag, 292 p
- IPCC** (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 3. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC WGI Technical Support Unit, Bracknell
- IPCC** (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan
- Kirchgeßner M, Windisch W, Müller HL** (1994) Methane release from dairy cows and pigs. In: Proc. 13th Symposium on Energy Metabolism of Farm Animals (ed. Aguilera JF) 399-402; EAAP Publ. 76, Spain