Nettoproteinerzeugung und Klimagasemissionen von graslandbasierten Milchviehbetrieben

S. Ineichen, N. Elmiger, J. Grenz, B. Reidy
BFH-HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen
beat.reidy@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Milch und Fleisch von Wiederkäuern spielen eine bedeutende Rolle in globalen Nahrungsmittelsystemen (FAO und GDP, 2019). Werden allerdings zur Fütterung von Wiederkäuern statt Raufutter Futtermittel verwendet, die auch direkt durch den Menschen verwertbar wären, entsteht Nahrungsmittelkonkurrenz. Dies trifft insbesondere auf Milchviehrationen mit einem hohen Anteil an Mais, Getreide oder Körnerleguminosen zu (Ineichen et al. 2023). Bei Wiederkäuern ist die Nettonahrungsmittelerzeugung speziell in graslandbasierten Systemen hoch, wenn viel Raufutter verfüttert wird, welches nicht direkt vom Menschen verwertet werden kann.

Neben vielfältigen positiven Ökosystemleistungen werden Wiederkäuer auch mit bedeutenden negativen Umweltexternalitäten, wie etwa lokalen Nährstoffüberschüssen oder Treibhausgasemissionen (THGE), in Verbindung gebracht (Beal et al. 2023). Letztere sind - bezogen auf ein kg Milch als funktionale Einheit - in kraftfutterbetonten Milchproduktionssystemen meist tiefer als in raufutterbasierten. Dies einerseits, weil kraftfutterbetonte Rationen mehr Milch pro kg Futterverzehr ermöglichen und die Emissionen aus enterischer Fermentation so über eine höhere Milchmenge «verdünnt» werden. Andererseits fallen die Methanemissionen pro kg TM aus stärkereichen Futtermitteln geringer aus als aus faserreichen (Hristov et al, 2013).

Im Rahmen des Projektes KlimaStaR Milch sollen sowohl THGE als auch die Nahrungsmittelkonkurrenz von Milchviehbetrieben in der Schweiz gesenkt werden. Es stellt sich deshalb die Frage, inwiefern Zielkonflikte zwischen der Rolle der Wiederkäuer als Verwerter von für den Menschen nicht verdaulicher Biomasse und der Reduktion des CO_2-Fussabdrucks bestehen. Wie die beiden Perspektiven kombiniert werden können, soll im vorliegenden Beitrag aufgezeigt werden.

Material und Methoden

Für das Jahr 2021 wurden auf 227 Milchviehbetrieben in der Schweiz betriebsspezifische Daten zu Fütterung, Hofdüngerlagerung und Herdenmanagement erhoben, um deren THGE und die Nahrungsmittelkonkurrenz zu berechnen. Die Betriebe befinden sich in verschiedenen Produktionszonen vom Tal- bis ins Berggebiet. Der TM-Verzehr pro Kuh wurde anhand der Schweizer Fütterungsempfehlungen (Jans et al. 2015), basierend auf dem Lebendgewicht (LG) und der Milchleistung der Kühe, berechnet. Milchmengen und -gehalte wurden der Schweizer Milchhandelsdatenbank (Treuhandstelle Milch) entnommen, während Angaben zum Tierbestand sowie Reproduktionskennzahlen (wie Erstkalbealter, Nutzungsdauer oder Zwischenkalbezeit) aus der Schweizerischen Tierverkehrsdatenbank bezogen wurden. Nicht zum Ersatz abgehender Milchkühe benötigte Jungtiere wurden vor der Mast als Fleischoutput betrachtet, ebenso die Schlachtkühe selbst. Alle Berechnungen folgen einem Ökobilanzierungsansatz und die Systemgrenze wurde als «von der Rohstoffgewinnung bis zum Hoftor» definiert. Die THGE wurden mittels dem Modell KLIR (Köke et al., 2021) berechnet. Dieses orientiert sich an den Vorgaben des IPCC. Die drei Klimagase (CO_2, CH_4, N_2O) werden mittels der GWP-100 Metrik als CO_2-Äquivalente (CO_2-äq) berechnet. Werden die THGE auf ein kg Milch als funktionale Einheit bezogen, erfolgt eine Allokation auf das Hauptprodukt Milch und das Koppelprodukt Fleisch mittels eines erneuerten biophysikalischen Ansatzes (Ineichen et al., 2022).

Die Nahrungsmittelkonkurrenz wird als Quotient des menschlich verwertbaren Rohproteins (RP) in Futtermitteln (Dividend) und den tierischen Erzeugnissen (Milch und Fleisch, Divisor) auf Betriebsebene ausgedrückt (Ineichen et al. 2023). Die Nettoproteinerzeugung beschreibt die Differenz zwischen menschlich vewertbarem RP in Erzeugnissen und den Futtermitteln. Die Verwertbarkeit der Proteine von Futtermitteln und tierischen Erzeugnissen in der Humanernährung orientiert sich an Ertl et al. (2015) und Anpassungen gemäss Ineichen et al. (2024). Es wurden keine Korrekturen für die unterschiedliche Aminosäurenzusammensetzung von pflanzlichen und tierischen Proteinquellen bzw. deren Eignung für die menschliche Ernährung vorgenommen.

Kraftfuttermittel werden gemäss Schweizer Direktzahlungsverordnung (Bundesrat, 2023) definiert. Die lineare Korrelation wurde mittels des Pakets ‘Hmisc’ (Harell, 2023) in der R studio version 4.2.1 (R Core Team, 2022) geprüft.

Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Betriebe können als graslandbasiert charakterisiert werden, wenngleich die Anteile der verfütterten Wiesenfuttermittel (Frischgras, Weide, Heu und Silage) zwischen 0.28 und 1 liegen (Abb. 1). Die Hälfte der Betriebe verfütterte zwischen 61 und 87% Wiesenfutter. Die mittleren Gehalte der Jahresration lagen bei 161 (±12.3) g RP und 6.1 (±0.23) MJ NEL pro kg TM. Bei einer mittleren Kraftfutterintensität von 110 (±55.9) g TM/kg energiekorrigierter Milch (ECM) lag die durchschnittliche Jahresmilchleistung pro Kuh bei 7 754 (±1677.1) kg ECM.

Pro Kuh wurden im Mittel 246 (±47.7) kg menschlich verwertbares RP in Form von Milch und Fleisch erzeugt. Von total 1 307 (±209) kg verfüttertem RP pro Kuh (inkl. Jungviehaufzucht) waren nur 115 (±69.8) kg menschlich vewertbar. Das führte zu einer Nahrungsmittelkonkurrenz von 0.44 (±0.224) bzw. einer Nettoproteinerzeugung von 131 (±49.9) kg RP pro Kuh. Zu beachten ist, dass drei Betriebe negative Werte für die Nettoproteinerzeugung aufwiesen. Das bedeutet, dass sie mehr für den Menschen verwertbares Protein verfütterten, als sie in Form von Milch und Fleisch generierten.

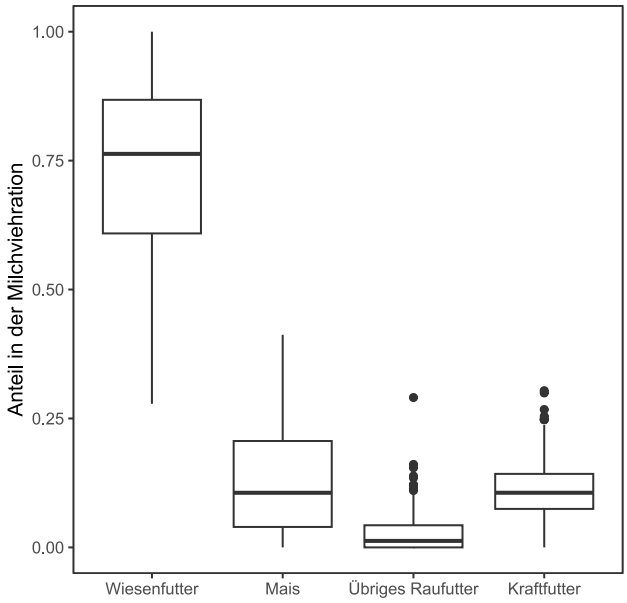

Abb. 1: Zusammensetzung der Ration der untersuchten 227 Schweizer Milchviehbetriebe.

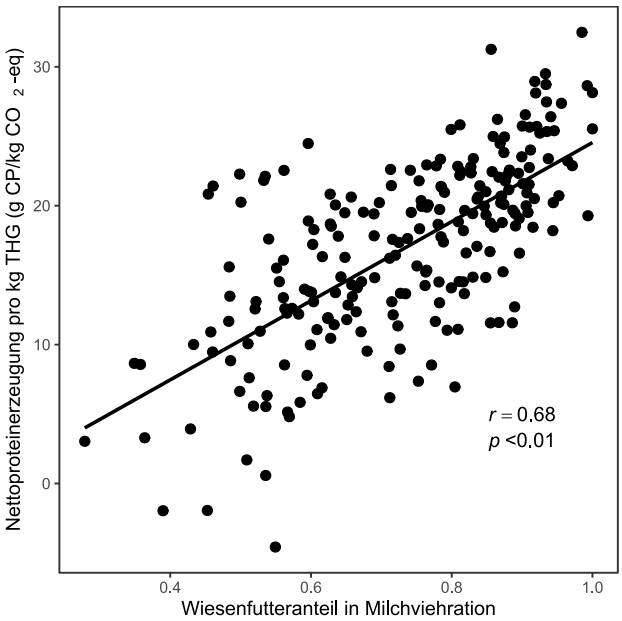

Abb. 2: Nettoproteinerzeugung pro kg Treibhausgase (THG) im Verhältnis zum Wiesenfutteranteil der Milchviehration.

Die THGE aus der Milch- und Fleischproduktion lagen im Mittel bei 7 898 (±1207.0) kg CO_2-eq pro Kuh. Rund 86% der Emissionen werden auf die Milchproduktion alloziert, was einer THGE-Intensität von 0.882 (±0.361) kg CO_2-eq/kg ECM entspricht.

Unseres Wissens wurde das Verhältnis von THGE und der Nettoproteinerzeugung von Milchviehbetrieben in der Literatur bis anhin nicht diskutiert. In einem Konferenzbeitrag (Ineichen et al. 2024) haben wir eine schwache, aber signifikant negative Korrelation zwischen der THGE-Intensität und der Nahrungsmittelkonkurrenz beschrieben. Die Integration beider Zielvariablen in einen Indikator ist möglich, allerdings muss dann die funktionale Einheit angepasst werden. Da die Kernaufgabe von landwirtschaftlichen Prozessen die Erzeugung von Nahrungsmitteln ist, beziehen sich Ökobilanzen meist auf Produkteinheiten, wie etwa kg ECM oder kg RP. Es bietet sich deshalb ein Bezug auf kg Nettoproteinerzeugung an. Da aber auch unter einer graslandbasierten Fütterung eine negative Nettoproteinerzeugung möglich ist, führt dies in der vorliegenden Untersuchung zu Werten von -515 bis 1 725 kg CO_2-eq/kg Nettoprotein. Negative Werte suggerieren hier negative Klimagasemissionen. Tatsächlich handelt es sich aber um eine negative Nettoproteinerzeugung. In diesem Sinne schlagen wir vor, für die Integration der beiden Zielvariablen die funktionale Einheit kg CO_2-eq zu wählen.

Dies führt zu Werten zwischen -4.5 und 32.5 g Nettoprotein pro kg CO_2-eq (Abb. 2), bei einem Mittelwert von 17.0. Betriebe mit hohen Wiesenfutteranteilen in der Milchviehration erzeugten signifikant mehr Nettoprotein pro kg CO_2-eq.

Schlussfolgerungen

Um die Zielvariablen Nettoproteinerzeugung und Klimagasemissionen in einem Indikator zu verknüpfen, schlagen wir vor, die Nettoproteinerzeugung pro kg CO_2-eq als funktionale Einheit zu wählen. Dieser bietet Orientierung bei der Herausforderung der Milchproduktion gleichzeitig die THGE zu senken und effizient Proteine für die menschliche Ernährung bereit zu stellen. Betriebe mit graslandbasierter Fütterung erzeugen viel Nettoprotein im Verhältnis zu den von ihnen emittierten Klimagasen.

Literatur

Beal, T., Gardner, C.D., Herrero, M., Iannotti, L.L., Merbold, L., Nordhagen, S. & Mottet, A. (2023): Friend or foe? The role of animal-source foods in healthy and environmentally sustainable diets. The Journal of Nutrition 153: 409-425.

Bundesrat (2023): Direktzahlungsverordnung SR910.13 vom 14. März 2023. URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/765/de

Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W. & Zollitsch, W. (2015): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. Agricultural Systems 137, 119-125.

FAO and GDP (2019) Climate change and the global dairy cattle sector - The role of the dairy sector in a low-carbon future. FAO, Rome, IT, pp 36.

Harell, Jr. F. (2023): _Hmisc: Harrell Miscellaneous_. R package version 5.1-0, https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc.

Hristov, A.N., Ott, T., Tricarico, J., Rotz, A., Waghorn, G., Adesogan, A., Dijkstra, J., Montes, F., Oh, J., Kebreab, E., Oosting, S.J., Gerber, P.J., Henderson, B., Makkar, H.P. & Firkins, J.L. (2013): Special topics--Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. Journal of Animal Science 91: 5095-5113.

Ineichen, S., Schenker, U., Nemecek, T. & Reidy, B. (2022): Allocation of environmental burdens in dairy systems: Expanding a biophysical approach for application to larger meat-to-milk ratios. Livestock Science 261, 104955.

Ineichen, S., Zumwald, J., Reidy, B. & Nemecek T. (2023): Feed-food and land use competition of lowland and mountain dairy cow farms. Animal 17, 101028.

Ineichen, S., Elmiger, N., Flachsmann, T., Grenz, J. & Reidy, B. (2024): Greenhouse gas emissions and feed food competition on Swiss dairy farms. In: Kloowijk, C.W., Bruinenberg, M., Cougnon, M., Hoekstra, N.J., Ripoll-Bosch, R., Schelfhout, S., Schils, R.L.M., Vanden Nest, T., van Eekeren, N., Voskamp-Harkema, W., van den Pol-van Dasselaar, A. (ed.): Why grasslands? Proceedings of the 30th General Meeting

of the European Grassland Federation. EGF, Hedingen, Switzerland. 9-13 June 2024.

IPCC (2021): Climate change 2021: The physical science basis. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. and Zhou, B. (ed.): Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp 2391.

Jans, F., Kessler, J., Münger, A. & Schlegel, P. (2015): Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh. Agroscope, Posieux, CH, pp. 23.

Köke, T., Ineichen, S., Grenz, J. & Reidy, B. (2021): KLIR: Modell zur Berechnung von Treibhausgasemissionen auf Milchviehbetrieben. Agrarforschung Schweiz 12, 8.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, AT. URL: https://www.R-project.org/.