Verbesserung von Treibhausgasbilanzen in der Rindfleischproduktion mit Uckermärker Rindern

N. Schulze[1], V. Huth[2], N. Wrage-Mönnig[1]
[1] Universität Rostock, Grünland und Futterbauwissenschaften
[2] Universität Greifswald, Moorforschung
nina.schulze@uni-rostock.de

Einleitung

Die Rindfleischproduktion stellt eine bedeutende Quelle von Treibhausgasemissionen (THG) dar, vor allem durch Methan (CH_4), das infolge der enterischen Fermentation freigesetzt wird, sowie durch das Management von Gülle und die Produktion von Futtermitteln, die CH_4, Lachgas (N_2O) und Kohlendioxid (CO_2) emittieren (Desjardins et al. 2012). Dieser Sachverhalt wird deshalb im Kontext des Klimawandels intensiv diskutiert. Infolgedessen steht die Rindfleischproduktion unter zunehmendem Druck, Maßnahmen zur Reduzierung ihres Carbon Footprint (CF) zu ergreifen (Ruviaro et al. 2015).

Ziel der Studie ist es, die THG-Bilanzierung bei der Rindfleischproduktion von Uckermärker Rindern zu untersuchen. Dazu werden die Weide- und Stallperioden von zwei Betrieben auf Rügen (Mecklenburg-Vorpommern) analysiert. Es werden Messungen und Datenanalysen durchgeführt, um eine umfassende THG-Bilanz zu erstellen. Der Fokus liegt hierbei auf Einflussfaktoren, die die Emissionen signifikant erhöhen. Daraus werden Empfehlungen zur THG-Reduktion für die Betriebe entwickelt. Zudem erfolgen allgemeine Handlungsempfehlungen für andere Betriebe, um THG-Emissionen nachhaltig zu senken.

Material und Methoden

Für die Probenahme wurden zwei unterschiedliche Standorte auf der Insel Rügen (Mecklenburg-Vorpommern) ausgewählt:

1. Krimvitzer Weide (KW): Eine intensiv genutzte Koppelweide mit mineralischer (bis 2023) und ab 2024 aufgrund der Umstellung auf Bioweidehaltung ausschließlich organischer Düngung sowie aktiver Entwässerung der organischen Bodenbereiche.
2. Neuenkirchener Weide (NW): Diese Weide liegt im Naturschutzgebiet mit Salzgrasland und Sandmagerrasen und wird weder gedüngt noch aktiv entwässert.

An beiden Standorten wurden jeweils sieben Messpunkte eingerichtet (Abb. 1). Das Transekt wurde entlang eines Feuchtegradient von eher trockenen höhergelegenen Verhältnissen hin zu Gewässerrändern eingerichtet. Diese dienen der umfassenden Analyse der Treibhausgase CO_2, CH_4 und N_2O sowie deren stabilen Isotope ^{15}N und ^{18}O, den Ammonium- (NH_4^+) und Nitratgehalten (NO_3^-) im Boden und den relevanten Parametern der Vegetation und Biomasse. Die Messungen von CO_2 und CH_4 erfolgen in Echtzeit-in-Situ mittels eines Ultra Portable Greenhouse Gas Analyzers (UGGA). Die N_2O-Messungen werden mithilfe von Gasexetainern und anschließender Gaschromatographie (GC) bzw. Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS) durchgeführt. Ergänzend dazu werden Begleitparameter wie Bodenfeuchte, Bodentemperatur und Klimadaten mittels Logger und einer FieldSense Wetterstation erfasst. Die Messungen erfolgen in einem zwei- bis vierwöchigen Rhythmus, um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten und eine umfassende Analyse der Kohlenstoffbilanz und der THG-Flüsse zu ermöglichen.

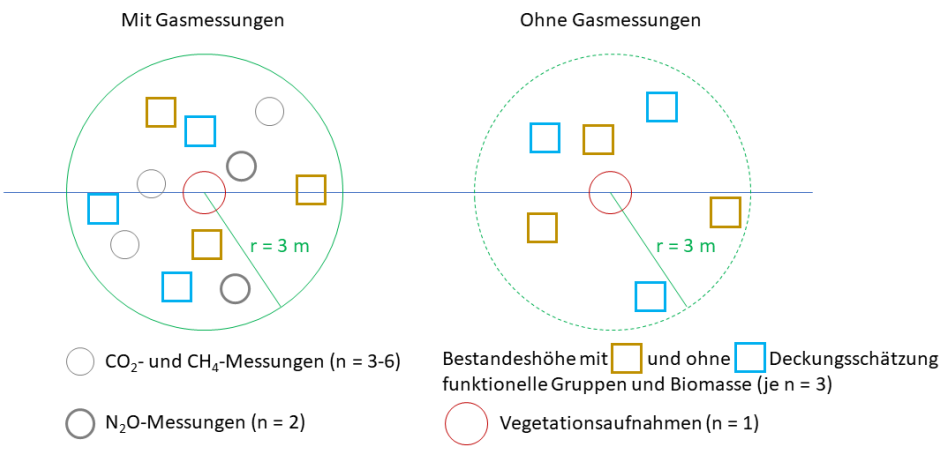

Abb. 1: Schematisches Design der Messpunkte pro Transekt mit (n=4) und ohne (n=3) Gasmessungen

Im Rahmen der Studie werden sämtliche erforderlichen Parameter für ein Life-Cycle-Assessment (LCA) während der Stallperiode gesammelt. Diese umfassen Aspekte wie Düngung, Weidezeiten der Tiere, Schlacht- und Lebendgewichte der Tiere, Transportwege und die Art des Futters (Tab. 1). Sie dienen als Grundlage für alle weiteren Bilanzierungen und Berechnungen des CF mithilfe der IPCC-Methode und dem gestuften (Tier-) System (Nabuurs et al. 2023). Durch die Kombination aller Daten ergibt sich eine Gesamttreibhausgasbilanz für beide landwirtschaftlichen Betriebe.

Tab. 1: Allgemeine Betriebsdaten für beide Standorte KW und NW für die Weide- und Stallperiode

Standort	Grünland [ha]	Acker-land [ha]	Tierbestand	Weide-zeiten	Futter (Stall)	Düngung	Schlacht-gewichte Durchschnitt [kg]
KW	180 (Rotations-weide)	150	105 Kühe + 3 Bullen + 90 Kälber	Mai - Novem-ber	Grassilage, Maissilage, Luzerne-silage, Triticale, Bullen BJR	N-Düngung, organische Düngung	330
NW	167 (Stand-weide)	-	42 Kühe + 40 Kälber	Juni - Oktober	Grassilage, Maissilage, Erbsenschrot, Kulmin	keine	310

Die statistische Analyse wurde mithilfe der Programmiersprache "R" durchgeführt. Zur Erstellung des LCAs für 1kg Rindfleisch wurde die Software "OpenLCA" verwendet.

Ergebnisse

Die Bilanzierung von N_2O (Abb. 2) an den insgesamt acht Messpunkten auf beiden Flächen während der Jahre 2022 bis 2024 zeigt, dass sämtliche Standorte geringe Mengen an N_2O aufnehmen. Lediglich NW7, welcher im Einflussbereich der Ostsee liegt, weist insgesamt eine geringfügige N_2O-Emission auf. Die Gründe hierfür werden noch näher untersucht. Ein Einfluss eines Eintrages von Stickstoff über das Wasser der Ostsee ist nicht auszuschließen. Die tendenziell höhere N_2O-Aufnahme auf der KW als auf NW, könnte auf die allgemein höhere Vegetationsdichte und Biomassebildung dort zurückzuführen sein. Diese Bedingungen könnten – trotz der erfolgten Stickstoffdüngung – zu einer verstärkten Umsetzung und Verwertung von Stickstoff beitragen.

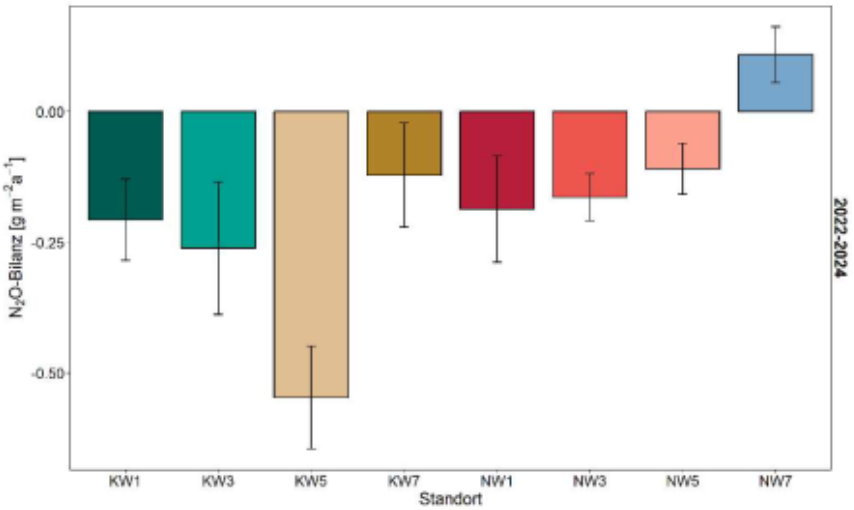

Abb. 2: N2O-Bilanzierung [g m^{-2} a^{-1}] für alle Messpunkte (n=8) auf beiden Standorten für den Zeitraum 2022-2024.

Die Zeitreihe der CO_2-Messungen (Abb. 3) zeigt deutliche saisonale Veränderungen mit eindeutigen Spitzen in der CO_2-Aufnahme und -Abgabe auf beiden Grünlandflächen in den Sommermonaten. Gründe hierfür sind unter anderem die Erhöhung der Biomasse und der Lichtintensität. Im Winter wurden im Allgemeinen geringere THG-Flüsse gemessen.

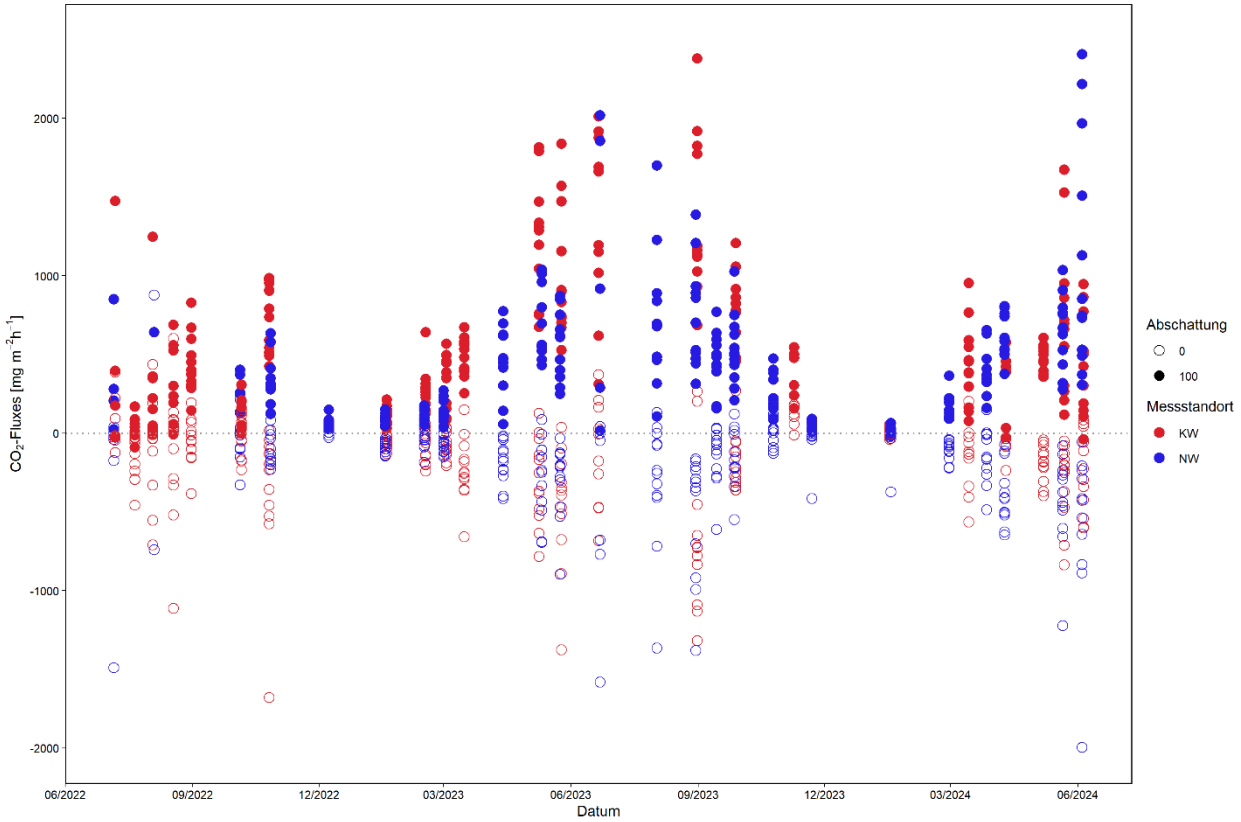

Abb. 3: Zeitreihe der CO2-Flüsse von Juli 2022 bis Juni 2024 für die zwei Messstandorte KW (rot) und NW (blau), Abschattung in Prozent (%)

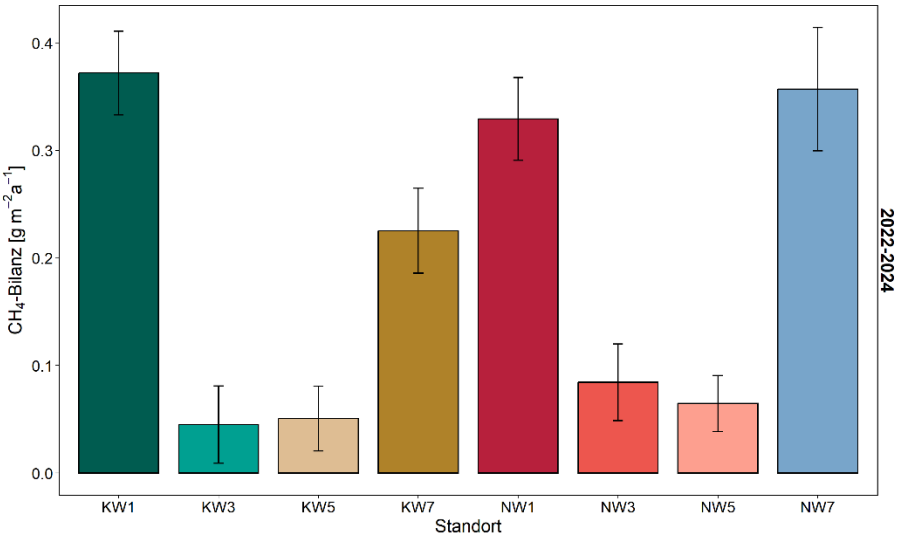

Abb. 4: CH4-Bilanzierung (g m^{-2} a^{-1}) für die acht Messpunkte auf beiden Standorten für den Zeitraum 2022-2024.

Die Bilanzierung der CH_4-Konzentrationen (Abb. 4) zeigt, dass alle Messpunkte eine Methanemission aufweisen, wenn auch in geringem Ausmaß. Die beiden nassen und im organischen Bereich des Grünlands liegenden Standorte KW7 und NW7 zeigen etwas höhere Emissionen als die Standorte 3 und 5 auf beiden Weiden. Interessanterweise weisen sowohl KW1 als auch NW1 ebenfalls höhere Emissionen auf, obwohl diese im mineralischen Bereich liegen und hier die Bodenfeuchte geringer ist. Die genauen Ursachen hierfür erfordern noch weitere Untersuchungen.

Schlussfolgerungen

An beiden Messstandorten zeigen die Jahresbilanzen von N_2O und CH_4 allgemein sehr geringe Werte um den Nullpunkt. Da CH_4 allerdings ein 28-fach und N_2O ein 265-fach höheres THG-Potenzial als CO_2 (Myhre et al. 2013) haben, könnten diese trotzdem einen Einfluss auf die Gesamtbilanz haben. Bei der Berechnung der CO_2-Flüsse sind im Sommer größere Schwankungen festzustellen. Die Bilanzierung von CO_2 am Ende des Projektzeitraums wird zeigen, wie diese Schwankungen die Gesamt-THG-Emissionen beeinflussen. Als nächster Schritt werden deshalb alle Bilanzen in CO_2-Äquivalente umgerechnet, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen. Außerdem werden sich künftige Untersuchungen verstärkt auf die Stallperiode konzentrieren, da hier voraussichtlich mehr Potenzial zur Einsparung von THG-Emissionen besteht. Weitere Ergebnisse werden im Laufe des Jahres ausgewertet und präsentiert.

Literaturverzeichnis

Desjardins, R. L., Worth, D. E., Vergé, X. P., Maxime, D., Dyer, J., & Cerkowniak, D. (2012): Carbon footprint of beef cattle. *Sustainability*, *4*(12), 3279-3301.

Ruviaro, C. F., de Léis, C. M., Lampert, V. D. N., Barcellos, J. O. J., & Dewes, H. (2015): Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. *Journal of Cleaner Production*, *96*, 435-443.

Nabuurs, G. J., Mrabet, R., Hatab, A. A., Bustamante, M., Clark, H., Havlík, P., ... & Steinfeld, J. P. (2023): Agriculture, forestry and other land uses (AFOLU). In *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change.* (pp. 747-860). Cambridge University Press.

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestvedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang (2013): Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.