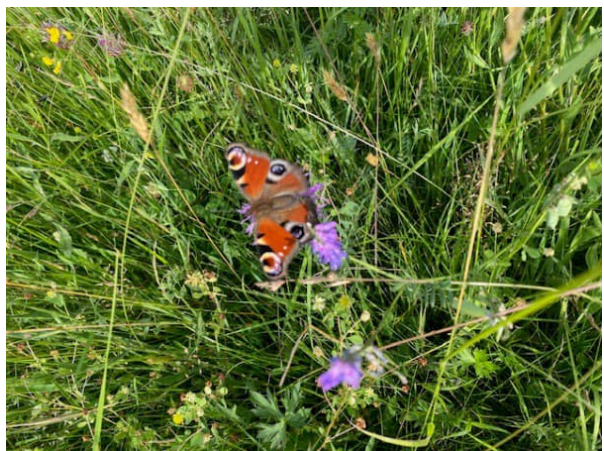


Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften



Standortangepasste Grünlandwirtschaft - Chancen und Risiken

67. Jahrestagung
vom 2. bis 4. September 2026 in Gießen



HESSEN
Landesbetrieb
Landwirtschaft Hessen

JUSTUS-LIEBIG-
 UNIVERSITÄT
GIESSEN

IMPRESSUM

Herausgeber: Justus-Liebig-Universität Gießen
Fachbereich 09 - Agrarwissenschaften, Ökotropologie und
Umweltmanagement
Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung
Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement
Prof. Dr. Till Kleinebecker
E-Mail: till.kleinebecker@umwelt.uni-giessen.de
Internet: <https://www.uni-giessen.de/de/fbz/fb09/institute/ilr/loek>

Redaktion: Noemi Santo
E-Mail: noemi.santo@agrار.uni-giessen.de

Bezug: Über den Herausgeber

Abb. Deckblatt: Jörn Milnikel

Die Beiträge unterliegen der alleinigen wissenschaftlichen Verantwortung der jeweiligen Autorinnen und Autoren.

Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorinnen- und Autorenrechte sind ausschließlich die Verfassenden zuständig. Daher können mögliche Fragen, Beanstandungen oder Rechtsansprüche u.ä. nur von den Verfassenden bearbeitet werden.

STABILITÄT DER NETTO-PROTEINERZEUGUNG UNTER GRASBASIERTER MILCHVIEHFÜTTERUNG

Maria Wild^{1,2}, Johannes Isselstein^{1,2}, Karin Jürgens³ und Martin Komainda^{1,4}

¹ DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft, Georg-August-Universität Göttingen und

² Campus-Zentrum für Biodiversität und Nachhaltige Landnutzung (CBL), Göttingen, maria.wild@uni-goettingen.de;

³ Kasseler Institut für ländliche Entwicklung e.V., Gleichen;

¹ DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft, Georg-August-Universität Göttingen und ⁴ Institut für Pflanzenbau und -züchtung, IGSA, CAU Kiel

Einleitung und Problemstellung

Die grasbasierte Milcherzeugung gilt zunehmend als Hebel für eine ressourceneffiziente Nahrungsproduktion. Obwohl die Einzeltierleistung unter begrenztem Konzentratfutter-Einsatz niedriger ist als die von input-intensiven Betrieben, kann stattdessen die Netto-Erzeugung von Nahrungsprotein maximiert werden (Peyraud & Peeters, 2016). Neben der Menge ist die zeitliche Stabilität der Produktion eine weitere kritische Dimension der Ernährungssicherheit (FAO, 2021). Vor dem Hintergrund sich häufender globaler Krisen kann eine verringerte Abhängigkeit von externen Inputs und eine weniger intensive Produktion zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Markt- und Lieferkettenschwankungen beitragen (Thorsøe et al., 2020). Neben ökonomischen Risiken bringen zunehmende Extremwetterereignisse voraussichtlich verringerte und weniger stabile Erträge mit sich (Olesen & Bindi, 2002). Dies kann für stark flächengebundene Betriebe zusätzliche Risiken bergen. Es bleibt unzureichend untersucht, wie sich der Grasanteil in der Fütterung von Milchkühen auf die interannuelle Stabilität der Erzeugung von Nahrungsprotein auswirkt. Ziel dieser Studie ist es daher, diesen Zusammenhang auf Grundlage mehrjähriger Daten von 38 Milchviehbetrieben auf Einzeltier- und Flächenebene zu untersuchen. Dabei wird zwischen der absolut erzeugten Menge (Brutto) und der erzeugten Menge nach Abzug der fütterungsbedingten Inputs von Nahrungsprotein (Netto) unterschieden.

Material und Methoden

Produktions- und Fütterungsdaten von 38 Milchviehbetrieben aus verschiedenen Grünlandregionen Deutschlands wurden über einen sechsjährigen Zeitraum (2017-2022) mithilfe von Betriebsinterviews, Buchführungsunterlagen und Daten aus der Milchleistungsprüfung erhoben. Die Betriebe wirtschafteten in unterschiedlichem Ausmaß grasbasiert (45-100 % Anteil an der Fütterung) und mit einer durchschnittlichen Konzentratfutter-Intensität von 98 ± 51 g je kg energiekorrigierter Milch (ECM). Als Indikator für den Grasanteil in der Fütterung wurde die Milchmenge aus Gras (%) mittels anteiliger Energie-Allokation (Leisen et al., 2013) ermittelt. Die Menge des human-verwertbaren Proteins (hvP) in der Fütterung und in der Milch wurde betriebs- und jahresindividuell auf Grundlage gängiger Konvertierungsfaktoren berechnet (Ertl et al., 2016, Wilkinson et al., 2011). Die insgesamt benötigte Fläche (ha_{gesamt}) umfasst sowohl betriebsinterne Grünland- und Ackerfutterflächen als auch externe Flächen für den Zukauf von Grund- und Konzentratfutter. Zur Bewertung der jährlichen Produktionsleistung wurden vier Parameter

wie folgt berechnet, wobei BP für Brutto-Proteinerzeugung und NP für Netto-Proteinerzeugung steht:

$$BP_{Tier} = kg \ hvP_{Milch} / Kuh \quad Gl. 1$$

$$BP_{Fläche} = kg \ hvP_{Milch} / ha_{gesamt} \quad Gl. 2$$

$$NP_{Tier} = (kg \ hvP_{Milch} - kg \ hvP_{Futter}) / Kuh \quad Gl. 3$$

$$NP_{Fläche} = (kg \ hvP_{Milch} - kg \ hvP_{Futter}) / ha_{gesamt} \quad Gl. 4$$

Zur Bewertung der interannuellen Stabilität der vier Produktionsparameter wurde der Variationskoeffizient (cv) über sechs Jahre ermittelt, indem die Standardabweichung durch den Mittelwert der jeweiligen Größe dividiert wurde. Niedrigere cv-Werte weisen auf geringere Schwankungen und damit eine höhere Stabilität der Produktionsleistung hin. Der Einfluss des Grasanteils in der Fütterung auf die Produktionsmenge (sechsjährige Mittelwerte) und Stabilität wurde mithilfe linearer Modelle (lm) für jede der betrachteten Zielvariablen analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die mittlere jährliche Brutto-Proteinerzeugung der Betriebe betrug 218 ± 31 kg hvP (humanverwertbares Protein) Kuh^{-1} und 238 ± 63 kg hvP ha^{-1} . Beide Zielgrößen sanken signifikant mit steigendem Grasanteil in der Fütterung (**BP_{Tier}**: $slope = -1,1$; $F_{1,36} = 8,2$; $p < 0,01$; Abb. 1a; **BP_{Fläche}**: $slope = -3,4$; $F_{1,36} = 24,2$; $p < 0,0001$; Abb. 1c). Die mittlere jährliche Netto-Produktion von Nahrungsprotein betrug 133 ± 46 kg hvP Kuh^{-1} und 145 ± 49 kg hvP ha^{-1} . Im Gegensatz zur Brutto-Produktion stiegen beide Zielgrößen der Netto-Produktion signifikant mit steigendem Grasanteil: (**NP_{Tier}**: $slope = +3,1$; $F_{1,36} = 66$; $p < 0,0001$; Abb. 1b; **NP_{Fläche}**: $slope = +2,4$; $F_{1,36} = 18$; $p < 0,0001$; Abb. 1d). Der Grasanteil in der Fütterung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Variationskoeffizienten und damit auf die Schwankung der Brutto-Produktion (Abb. 1e und 1g), welche im Mittel bei 6 ± 2 % für **BP_{Tier}** und bei 9 ± 5 % für **BP_{Fläche}** lag. Demgegenüber waren die Schwankungen der Netto-Proteinerzeugung im Mittel nicht nur höher (**NP_{Tier}**: 15 ± 10 %; **NP_{Fläche}**: 17 ± 10 %), sondern sanken mit steigendem Grasanteil auch signifikant (**cv NP_{Tier}**: $slope = -0,6$; $F_{1,36} = 33$; $p < 0,0001$; Abb. 1f; **cv NP_{Fläche}**: $slope = -0,5$; $F_{1,36} = 23$; $p < 0,0001$; Abb. 1h).

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Steigerung des Grasanteils in der Milchviehfütterung sowohl die Netto-Produktion von Nahrungsprotein (hvP) als auch deren zeitliche Stabilität auf Tier- und Flächenebene erhöhte. Da die Steigerung des Grasanteils mit einem reduzierten Einsatz von Konzentratfutter ($r = -0,78$; $p < 0,0001$) und Mais ($r = 0,75$; $p < 0,0001$) und damit einer weniger intensiven Fütterung einherging, nahm die Brutto-Produktion erwartungsgemäß ab (Knaus, 2016). Die geringe Netto-Produktion auf input-intensiveren Betrieben resultiert daraus, dass höhere hvP-Inputs über die Fütterung nur begrenzt in zusätzlichen hvP-Output umgewandelt werden, während ein Großteil der Nährstoffe über Exkremente ausgeschieden wird. Da die absoluten Schwankungen der Netto-Produktion zwischen den Betrieben ähnlich groß waren, fielen diese bei input-intensiveren Betrieben relativ zu ihrem Betriebsniveau stärker ins Gewicht als bei grasbasierten Betrieben mit hoher Netto-Produktion. Dies wird durch den Vergleich zweier kontrastierender Beispielbetriebe deutlich (Tabelle 1): Wenngleich beide ähnliche absolute Schwankungen von **NP_{Tier}** aufwiesen (SD), führte der hohe hvP-Input des input-intensiveren Betriebs zu einer deutlich niedrigeren Netto-Stabilität.

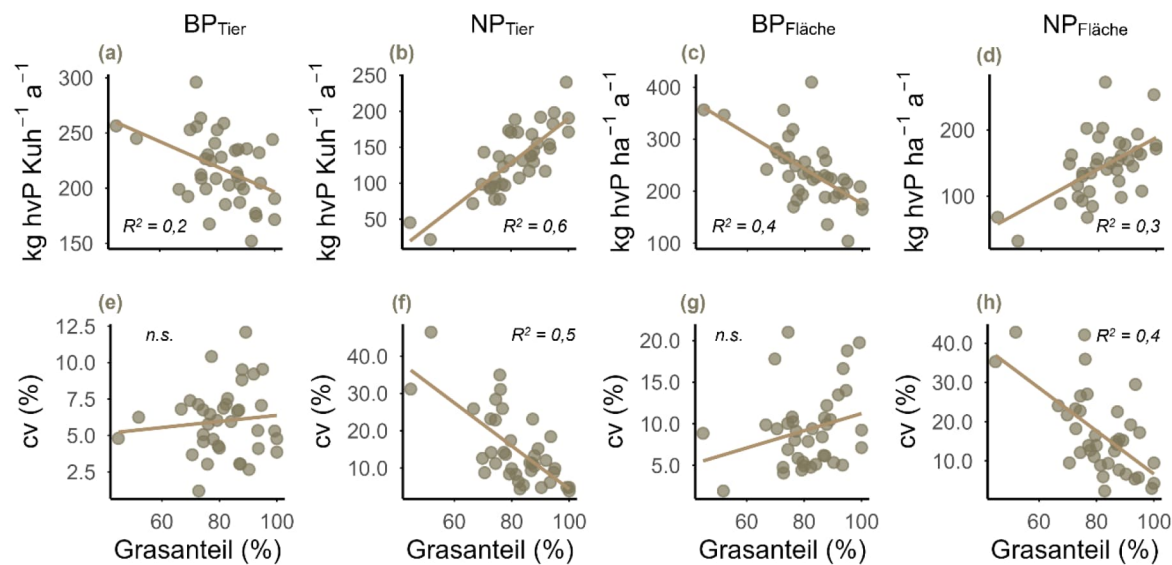


Abbildung 1: Menge (a-d) und Stabilität (e-h) der Bruttoproduktion (BP) und Nettoproduktion (NP) von Nahrungsprotein auf Tier- und Flächenebene in Abhängigkeit vom Grasanteil in der Fütterung (%). Brutto bezeichnet die absolut erzeugte Menge, Netto bezeichnet die erzeugte Menge nach Abzug des hvP-Inputs über die Fütterung. cv (%) = coefficient of variation * 100.

Tabelle 1: Produktionsmenge und -stabilität von zwei kontrastierenden Beispielbetrieben. BP = Bruttoproduktion, NP = Nettoproduktion, SD = Standardabweichung, cv = Variationskoeffizient.

	Betrieb A	Betrieb B
Grasanteil	99 %	45 %
Konzentratfutter-Intensität (g kg ⁻¹ ECM)	5	155
Milchleistung (kg ECM Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	7179	7543
hvP-Input (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	4	211
BP _{Tier} (kg hvP Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	244	256
NP _{Tier} (kg hvP Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	240	45
SD BP _{Tier} (absolute Schwankung)	13	12
cv BP _{Tier} (relative Schwankung)	5 %	5 %
SD NP _{Tier} (absolute Schwankung)	12	14
cv NP _{Tier} (relative Schwankung)	5 %	31 %

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass grasbasierte Produktionssysteme Nahrungsprotein sowohl ressourceneffizient als auch zeitlich verlässlich bereitstellen können. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch eine andere Studie, welche intensive gras- und maisbasierte Betriebe gegenüberstellte (Battheu-Noirfalise et al., 2025). Dies gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund geopolitischer Verwerfungen und volatiler Agrarmärkte an Bedeutung. Intensivere und spezialisiertere Betriebe gelten als anfälliger gegenüber steigenden Inputkosten und Lieferkettenstörungen, wie sie z.B. durch die Covid-19-Pandemie ausgelöst wurden (Abson et al., 2013; Helferstein et al., 2022). Darüber hinaus identifizierten Perrin et al. (2020) Produktionsautarkie und grasbasierte Fütterung als zentrale Faktoren für die subjektive Resilienz von Landwirten, da sie laut Befragungen die Abhängigkeit von externen Akteuren und variable Kosten reduzieren und die Lebensqualität der Landwirte erhöhen.

Obwohl der Datensatz mit den Jahren 2018 und 2019 zwei Jahre starker Trockenheit umfasst, in denen das Risiko für Ertragseinbußen hoch war (Olesen und Bindi, 2002), konnte keine höhere Schwankung in der Brutto-Produktion der grasbasierten Betriebe festgestellt werden. In Battheu-Noirfalise et al. (2025) lag die Brutto-Stabilität von intensiv grasbasierten Betrieben zwar über der von maisbasierten, die von extensiv grasbasierten jedoch darunter. In der vorliegenden Untersuchung wird keine weitere Unterscheidung der Management-Praktiken vorgenommen und es werden keine stark input-basierten und hochleistenden Betriebe abgebildet, die zu einem veränderten Bild führen könnten. Hier ergeben sich Potenziale für weiterführende Fragestellungen.

Schlussfolgerung

Eine Milcherzeugung, die verstärkt auf die Nutzung von für den Menschen nicht direkt verwertbarer Biomasse setzt, kann die Netto-Proteinversorgung für die menschliche Ernährung nicht nur erhöhen, sondern auch stabilisieren. Die Untersuchung verdeutlicht, dass eine differenzierte Bewertung der verlässlichen Bereitstellung von Nahrungsprotein die Einbeziehung der aufgewendeten Ressourcen voraussetzt, wofür sich die Gegenüberstellung von Brutto- und Netto-Produktion in der vorliegenden Form eignet.

Die Analyse ist Teil des Forschungsprojektes BioDivMilchplus, welches finanziell vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) gefördert wird (FKZ 3522 84 100A).

Literatur

Abson DJ, Fraser EDG, Benton TG (2013): Landscape diversity and the resilience of agricultural returns: a portfolio analysis of land-use patterns and economic returns from lowland agriculture. *Agriculture & Food Security* 2: 2. [doi: 10.1186/2048-7010-2-2]

Battheu-Noirfalise C, Zampieri M, Froidmont E, et al. (2025): Quantifying the stability of food supply and assessing the impact of milk quota removal in Walloon specialized dairy systems. *Scientific Reports* 15: 23656. [doi: 10.1038/s41598-025-06733-z]

Ertl P, Steinwidder A, Schönauer M, Krimberger K, Knaus W, Zollitsch W (2016): Net food production of different livestock: a national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 67 (2). [doi: 10.1515/boku-2016-0009]

FAO (2021): *FAO Strategic Framework 2022–31*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Helfenstein J, Bürgi M, Debonne N, et al. (2022): Farmer surveys in Europe suggest that specialized, intensive farms were more likely to perceive negative impacts from COVID-19. *Agronomy for Sustainable Development* 42: 84. [doi: 10.1007/s13593-022-00820-5]

Knaus W (2016): Perspectives on pasture versus indoor feeding of dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96 (1): 9–17. [doi: 10.1002/jsfa.7273]

Leisen E, Spiekers H, Diepolder M (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. 57. Jahrestagung AGGF, 181-184

Olesen JE, Bindi M (2002): Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16 (4). [doi: 10.1016/S1161-0301(02)00004-7]

Perrin A, San Cristobal M, Milestad R, Martin G (2020): Identification of resilience factors of organic dairy cattle farms. *Agricultural Systems* 183: 102875. [doi: 10.1016/j.agsy.2020.102875]

Peyraud J-L, Peeters A (2020): The role of grassland based production system in the protein security. *Grassland Science in Europe* 21

Thorsøe M, Noe E, Maye D, Vigani M, Kirwan J, Chiswell H, Grivins M, Adamsone-Fiskovica A, Tisenkopfs T, Tsakalou E, Aubert P-M, Loveluck W (2020): Responding to change: Farming system resilience in a liberalized and volatile European dairy market. *Land Use Policy* 99: 105029. [doi: 10.1016/j.landusepol.2020.105029]

Wilkinson JM (2011): Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5 (7). [doi: 10.1017/S175173111100005X]