

## Integrierte Tier-Pflanze-Agrarökosysteme: Ein Systemvergleich von Low-Input und High-Input Milchproduktion

Lambertz C<sup>1</sup>, Knob D<sup>1</sup>, Breuer L<sup>2</sup>, Gattinger A<sup>1</sup>

*Keywords: Milcherzeugung, Pflanzenbau, Umweltwirkungen, Systemanalyse.*

### Abstract

*Agriculture today, especially in animal production, is characterized by decoupled material cycles with high nitrogen surpluses, greenhouse gas emissions, competition for land, soil degradation and problems with animal welfare.*

*The aim of the GreenDairy project is to develop innovative animal-plant agricultural systems that are both ecologically and economically sustainable and enable a special level of animal welfare and thus experience a high level of acceptance in society.*

*The project is based on the new research infrastructure of a digitalized dairy farming system at the Hessian State Domain Gladbacherhof. This system enables the comparison of so-called high- and low-input milk production systems with digital animal identification, grazing control as well as automatic feeding and milking systems. Low-input systems with grazing and predominantly roughage from grassland have so far been considered the standard in organic dairy farms. Alternatively, in the high-input system with grazing, the animals are also fed with a high proportion of the farm's own corn silage and grain.*

### Einleitung und Zielsetzung

Seit den 1960er Jahren haben Züchtung, Verbesserungen im Herdenmanagement, vermehrter Einsatz von protein- und energiereichem Kraftfutter und eine verringerte Nutzung von extensivem Grünland die Produktivität von Tierhaltungssystemen erhöht (Steinfeld et al. 2006). Dies führte zu einer Steigerung der Futterverwertungseffizienz, der Arbeitsproduktivität und Erträge pro Tier sowie zu teilweise verminderten Treibhausgasemissionen je Produkteinheit (Gerber et al. 2011). Jedoch resultierten aus der Spezialisierung und Intensivierung auch entkoppelte Stoffkreisläufe mit hohen Stickstoffüberschüssen, Treibhausgasemissionen, Flächenkonkurrenz, Bodendegradation und Probleme beim Tierwohl (Schader et al. 2015, Steinfeld et al. 2006). In der Folge war und ist ein Akzeptanzverlust der modernen Nutztierhaltung in der Gesellschaft zu verzeichnen (Christoph-Schulz 2018).

Ökologische Gemischtbetriebe mit Milchviehhaltung und Pflanzenbau werden demgegenüber aufgrund der vorgeschriebenen flächengebundenen Tierhaltung sowie dem systembedingten hohen Anteil an Dauergrünland und Futterleguminosen als

---

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Ökologischen Landbau, Karl-Glöckner-Strasse 11, 35394 Gießen, Deutschland, [christian.lambertz@agr.uni-giessen.de](mailto:christian.lambertz@agr.uni-giessen.de), [diese.knob@agr.uni-giessen.de](mailto:diese.knob@agr.uni-giessen.de), [andreas.gattinger@agr.uni-giessen.de](mailto:andreas.gattinger@agr.uni-giessen.de), [www.uni-giessen.de](http://www.uni-giessen.de)

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Landschafts-, Wasser- und Stoffhaushalt, Heinrich-Buff-Ring 26, 35392 Gießen, Deutschland, [lutz.breuer@umwelt.uni-giessen.de](mailto:lutz.breuer@umwelt.uni-giessen.de), [www.uni-giessen.de](http://www.uni-giessen.de)

Modell für nachhaltige Tier-Pflanze-Agrarsysteme betrachtet (Barbieri et al. 2017, Gattinger et al. 2012).

Das Projekt GreenDairy setzt hier an und untersucht in einem gesamtheitlichen Ansatz die komplexen Wirkungen von ökologischer High-Input und Low-Input Milchproduktion auf Tier, Pflanze und Umwelt sowie die Akzeptanz der Gesellschaft. Low-Input-Systeme mit Weidegang und vorwiegendem Raufutter aus dem Grünland gelten bislang als der Standard in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Alternativ werden im High-Input-System mit Weidegang die Tiere zusätzlich mit einem hohen Anteil an hofeigener Maissilage und Getreide gefüttert.

## Methoden

Das Projekt wird auf dem Gladbacherhof, dem Lehr- und Versuchsbetrieb der Justus-Liebig-Universität seit 2022 mit Dauer von vier Jahren durchgeführt. Auf dem ökologisch bewirtschafteten Betrieb wird in einem Kernexperiment Tier und einem Kernexperiment Pflanze unter identischen Umweltbedingungen ein vollintegriertes Tier-Pflanzen-System untersucht.

Das Kernexperiment Tier wird in einem neu gebauten Forschungsstall mit 128 Tierplätzen durchgeführt. Zwei Holstein-Friesian Herden (je 64 Kühe) werden mittels stratifizierter Randomisierung nach den Zuchtwerten für Milch-kg, Parität und Laktationsstadium in eine High-Input- und Low-Input-Herde untersucht. Die Tiere werden aus einer bereits am Betrieb bestehenden Herde ausgewählt und es wird die eigene Nachzucht ohne weitere Tierzukäufe verwendet. Die Tiere werden aktuell in einem High-Input-System unter ökologischen Bedingungen gefüttert und haben eine Durchschnittsleistung von 8.400 kg pro Jahr. Die Haltung erfolgt im Boxenlaufstall mit Weidezugang. Die Umstallung von etwa 40 Kühen je Gruppe erfolgt ab Juni 2022, wobei die Umstellung der Fütterung ab Oktober 2022 vorgesehen ist. Im Stall erfolgt jeweils eine Unterteilung nach Laktationsstadium in eine frisch- und eine spät-laktierende Gruppe innerhalb der High-Input- und Low-Input-Herden.

Jede Herde hat Zugang zu einem Melkroboter (Lely Astronaut 5, Lely Holding B.V., The Netherlands), der die Milchmenge und verschiedene Milchparameter (Proteingehalt, Fettgehalt, somatische Zellzahl (indirekt), Milchtemperatur) bei jeder Melkung erfasst. Bei der Melkung erfolgt ebenso eine Wiegung der Tiere. Der Methan- (CH<sub>4</sub>) und CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird mittels Sniffer-Technik gemessen.

Im Low-Input-System bekommen die Tiere eine vorwiegend grasbasierte Ration mit möglichst wenig Kraftfutter. In dieser Gruppe wird eine Leistung von 7.200 Kilogramm Milch pro Jahr angestrebt. In der High-Input-Vergleichsgruppe werden die Kühe mit Einsatz von Maissilage auf eine Leistung von 9.000 Kilogramm Milch gefüttert. Die Fütterung erfolgt mit Hilfe eines Fütterungsroboters (Lely Vector, Lely Holding B.V., The Netherlands), der herdenspezifisch die tägliche Futteraufnahme erfasst.

Während der Weidesaison haben die Tiere täglich Zugang zur Weide (ca. 7 ha je Herde), wobei die Zuteilung der Weideflächen je nach Gruppenzugehörigkeit über Sensoren gesteuert wird (Lely Grazeway, Lely Holding B.V., The Netherlands). Im Stall werden die Exkremente mittels Robotertechnik (Lely Discovery Collector, Lely Holding B.V., The Netherlands) gesammelt und in getrennten Güllelagern gelagert.

Zur Bewertung der Emissionen erfolgt im Stall eine kontinuierliche Messung von Temperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Staubbelastung, sowie

Methan, CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O. Gasflussmessungen (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) werden mittels Laserspektrometer (G-2508, Picaroo, Santa Clara/CA, USA) durchgeführt.

In Analogie zur Milchviehhaltung werden im Kernexperiment Pflanze im Grünland- und Ackerbau die High-Input- und Low-Input-Bewirtschaftungssysteme miteinander verglichen. In einem Exaktversuch zum Ackerbau werden insgesamt 64 Parzellen mit High-Input und Low-Input-Bewirtschaftungssystemen, einer 8-jährigen Fruchtfolge (Tabelle 1) und 4 Wiederholungen untersucht. Der exakte Grünlandversuch spiegelt die Eigenschaften eines Dauergrünlandes für die Grassilageproduktion mit Variationen in der Güllebehandlung (Rohgülle vor, Dünngülle nach Separation jeweils aus High-Input und Low-Input-Milchviehhaltung gewonnen) wider. Es werden 16 Parzellen mit einer vierfachen Kombination beprobt.

Neben der Erfassung der raum-zeitlichen Variabilität von Ertrag, Qualität und Bestandszusammensetzungen, steht die Bewertung von Emissionen bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger aus dem Kernexperiment Tier im Zentrum des Vergleiches der High-Input und Low-Input Bewirtschaftungssysteme. Dazu werden gasförmige Verluste (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) mit automatischen Messkammern und einem Laserspektrometer gemessen.

**Tabelle 1: Fruchtfolge im High-Input und Low-Input Bewirtschaftungssystem**

Nr.	High-Input	Low-Input
1	Luzerne	Luzerne
2	Luzerne	Luzerne
3	Winterweizen (Humanernährung)	Winterroggen (Humanernährung)
4	Mais/Sorghum (Tier)	Kartoffeln (Humanernährung)
5	Wintertriticale (Tier)	Winterweizen (Humanernährung)
6	Körnerleguminose (Tier)	Körnerleguminose (Tier)
7	Winterdinkel (Humanernährung)	Winterdinkel (Humanernährung)
8	Sommerhafer (Tier)+Luzerne (Untersaat)	Sommerhafer (Tier)+Luzerne (Untersaat)

## Ergebnisse und Diskussion

Im vorliegenden Beitrag sollen die High-Input und Low-Input Bewirtschaftungssysteme in der Milchviehhaltung sowie dem Grünland- und Ackerbau charakterisiert werden und die gesamtsystemare Bewertung diskutiert werden. Erste Ergebnisse, die sich auf die Umstellungsphase der Milchviehherde in das Low-Input und High-Input Fütterungssystem ab Oktober 2022 beziehen, werden vorgestellt.

## Danksagung

Wir bedanken uns für die Förderung im Rahmen des LOEWE-Forschungsschwerpunktes „GreenDairy – Integrierte Tier-Pflanze-Agrarökosysteme“ des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst.

## Literatur

- Barbieri P, Pellerin S & Nesme T. (2017) Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Sci. Rep.* 7, 13761. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14271-6>
- Christoph-Schulz I (2018) SocialLab – Nutztierhaltung im Spiegel der Gesellschaft. *J. Consum. Prot. Food Saf.* 13, 145–236. <https://doi.org/10.1007/s00003-017-1144-7>.
- Gattinger A, Muller, A, Haeni M, Skinner C, Fliessbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba N E-H et al. (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 18226–18231.
- Gerber P, Vellinga T, Opio C & Steinfeld H (2011) Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livest. Sci., Special Issue: Assessment for Sustainable Development of Animal Production Systems* 139, 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.012>.
- Schader C, Muller A, Scialabba N E-H, Hecht J, Isensee A, Erb K-H, Smith P, Makkar H P S, Klocke P, Leiber F, Schwegler P, Stolze M & Niggli U (2015) Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *J. R. Soc. Interface* 12, 20150891. <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0891>.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M & de Haan C (2006) *Livestock's long shadow*. FAO, Rome.