

Düngung mit Sprossmasse von Futterleguminosen: Lachgasemissionen und Nitratverluste

Stumm C¹ & Köpke U¹

Keywords: climate, nitrous oxide, grass-clover, organic fertilizer, cut & carry.

Abstract

High nitrous oxide emissions are reported in literature when grass-clover is mulched in stockless farming systems. In our study, we measured similar emission rates especially after intensive rainfall when shoot biomass of grass-clover is transferred to maize and celeriac as a source of plant available nitrogen. Inefficient use of nitrogen bound in this mulch may furthermore result in nitrate leaching, especially if harvest is late and bare fallow over winter unavoidable.

Einleitung

Viehlos wirtschaftende Acker- und Gemüsebaubetriebe nehmen Futterleguminosen vermehrt aus der Fruchtfolgeplanung. Gründe dafür sind neben ökonomischen Überlegungen wie dem Verlust eines Marktfruchtjahres auch kontraproduktive Effekte der Mulchaufgabe, wie reduzierte Stickstofffixierleistung (Loges et al. 2002) und gesteigerte Lachgasemissionen (Helmert et al. 2004) im Vergleich zu schnittgenutzten Beständen. Damit Futterleguminosen auch für diese Betriebe interessant bleiben, wurde im Projekt 'Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW' geprüft, wie durch die Nutzung des Sprossmaterials von Klee gras als Dünger ein Zusatznutzen vergleichbar der Futtergewinnung erzielt werden kann. Neben der Wirkung auf Verunkrautung, Ertrag und Qualität (vgl. Stumm & Köpke 2015) wurden dabei auch die potentiellen Verlustquellen wie Lachgasemission und Nitratverlagerung untersucht.

Material & Methoden

Auf mehreren Praxisbetrieben in NRW (Standortdaten siehe Projekthomepage unter www.leitbetriebe.oekolandbau.nrw.de) wurde die Düngewirkung von frischem Klee grasmulch ('cut & carry') im Vergleich zu konservierten Produkten auf Basis von Futterleguminosen wie Biogasgülle und Luzernepellets sowie betriebsüblichen Zukaufdüngern (Haarmehlpellets) geprüft und der mineralische Stickstoff im Boden während der Vegetationszeit bis nach der Ernte bestimmt. Darüber hinaus wurden auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut der Universität Bonn über drei Jahre die Lachgasemissionen nach Düngung zu Mais (2013 & 2014) bzw. Sellerie (2015) gemessen. Die Erfassung der Lachgaskonzentration erfolgte dabei wöchentlich, bzw. nach Starkregenereignissen (>20 mm d⁻¹) - soweit möglich täglich - in geschlossenen Hauben durch manuelle Gasprobenahme. Nach gaschromatographischer Analyse der Proben wurden die Gasflüsse mit dem Programm R nach Leiber-Sauheitl et al. (2014) berechnet. Die Umrechnung der Lachgasemissionen in CO₂-Äquivalente erfolgte nach UN (2016). Alle Feldversuche wurden als Blockanlagen mit vier Wiederholungen angelegt und mit dem Statistikprogramm SAS (Version 9.4) varianzanalytisch ausgewertet (General Linear Model Procedure).

¹ Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, 0049-(0)228-732038, leitbetriebe@uni-bonn.de, www.iol.uni-bonn.de, www.leitbetriebe.oekolandbau.nrw.de

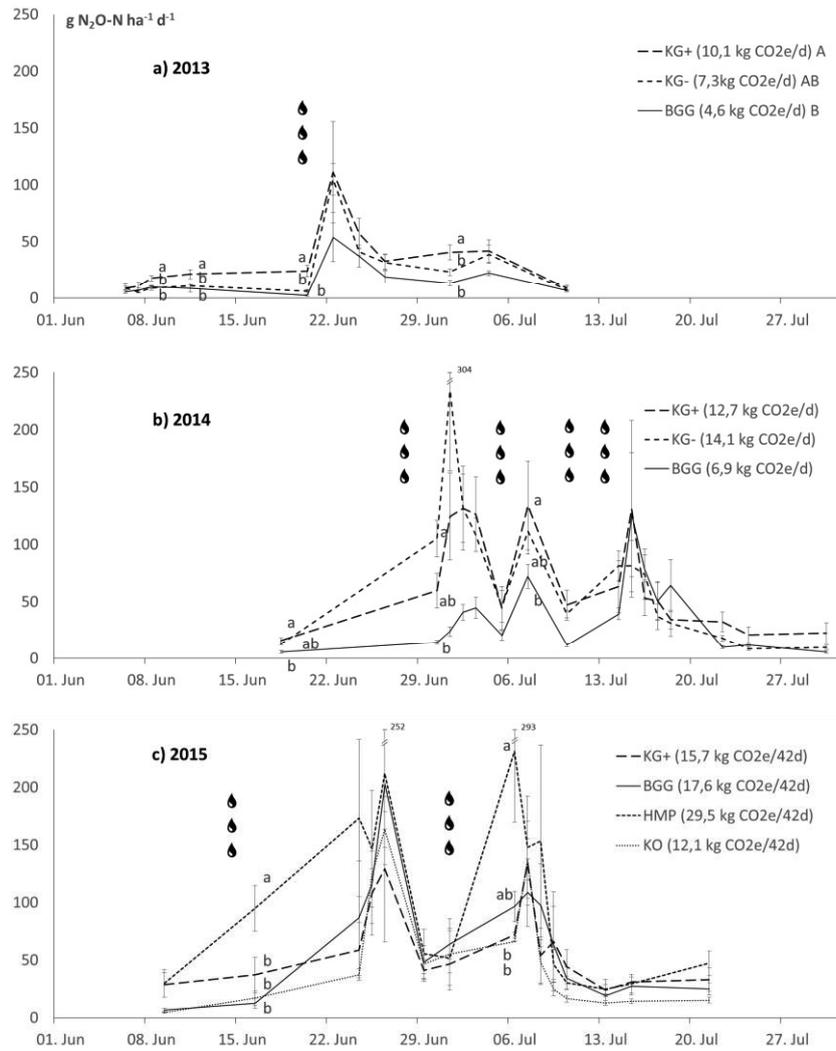


Abb. 1: Einfluss organischer Düngung auf die Lachgasemissionen ($\text{g N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) in Mais 2013 & 2014 und Sellerie 2015. Varianten mit verschiedenen Buchstaben zum selben Probenahmetermin unterscheiden sich signifikant ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test; Fehlerbalken geben Standardfehler an). Starkniederschläge $> 20 \text{ mm d}^{-1}$ sind mit Tropfen markiert. KG+ = Klee gras eingearbeitet, KG- = Klee gras nicht eingearbeitet, BGG = Biogasgülle eingearbeitet, LP = Luzernepellets eingearbeitet, HMP = Haarmehlpellets eingearbeitet, KO = Kontrolle ohne Düngung. Düngung zu Mais 2013: 80 kg N ha^{-1} , 2014: 150 kg N ha^{-1} ; Sellerie 2015: 200 kg N ha^{-1}

Ergebnisse

Bei der Messung der Lachgasemissionen wurde in den ersten beiden Versuchsjahren besonderes Augenmerk auf die unterschiedliche Einarbeitung von Klee gras gelegt, wodurch bei begrenzter technischer Ausstattung keine Messungen in der Kontrolle und der Variante mit Haarmehlpellets möglich waren. Dabei wurde 2013 festgestellt, dass die Lachgasemissionen in der Variante 'Klee gras eingearbeitet' z.T. signifikant höher waren als in den Varianten mit oberflächlich aufliegendem Mulch bzw. eingearbeiteter Biogasgülle (Abb. 1). Signifikante Unterschiede traten nur zu Terminen ohne Einfluss von Starkniederschlag ($>20 \text{ mm d}^{-1}$) auf. Die mittleren täglichen Lachgasemissionen waren in der Variante 'Klee gras eingearbeitet' signifikant höher als in der mit 'Biogasgülle' gedüngten Variante. 2014 und 2015 waren die Lachgasemissionen nach Starkniederschlägen mit bis zu $250 \text{ g N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ fast doppelt so hoch wie 2013, was in etwa der gesteigerten Düngungsintensität entspricht. 2014 wurden nach Niederschlägen ($>20 \text{ mm d}^{-1}$) die signifikant niedrigsten Emissionen in der Variante 'Biogasgülle' gemessen; signifikant höher waren die Lachgasemissionen am 30. Juni in der Variante 'Klee gras nicht eingearbeitet' und am 7. Juli in der Variante 'Klee gras eingearbeitet'. Auch wenn sich die mittleren täglichen Emissionen über den Messzeitraum 2014 nicht signifikant unterschieden, so waren sie doch in den mit Klee gras gedüngten Varianten etwa doppelt so hoch wie in der Variante 'Biogasgülle'. 2015 wurden alle Dünger eingearbeitet, die signifikant höchsten Lachgasemissionen wurden dabei in der Variante 'Haarmehlpellets' sowohl nach starkem Niederschlag am 6. Juli als auch am 16. Juni ohne Niederschlagseinfluss gemessen. Die mittleren täglichen N_2O -Emissionen unterschieden sich auch 2015 nicht signifikant zwischen den untersuchten Varianten, sie waren jedoch in der Variante 'Haarmehlpellets' mehr als doppelt so hoch verglichen mit der ungedüngten Kontrolle. Die Emissionen in der Variante 'Biogasgülle' waren 2015 nicht wie in den beiden Vorjahren niedriger als in den mit Klee grasspross gedüngten Varianten.

Tab. 1: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger auf den pflanzenverfügbaren mineralischen Stickstoff im Boden ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$, in kg ha^{-1}) während der Vegetation und nach der Ernte von Sellerie (Wiesengut, Ernte am 23.10.2015) und Romanesco (Finkeshof, Ernte vom 27.7.-10.08.2015). Varianten mit verschiedenen Buchstaben in derselben Zeile unterscheiden sich signifikant ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

		KG	BGG	LP	HMP	KO
Wiesengut	0-30 cm	44,7 b	143,5 ab	103,0 b	212,9 a	92,3 b
	19.08.2015 30-60 cm	72,6 b	106,2 ab	96,1 ab	131,1 a	73,1 b
27.10.2015	0-30 cm	26,7 b	41,3 ab	41,7 ab	60,5 a	26,9 b
	30-60 cm	50,7 b	64,8 ab	73,0 ab	90,3 a	58,9 b
14.03.2016	0-30 cm	17,5	17,5	19,6	16,6	17,3
	30-60 cm	13,1	18,3	16,8	16,5	14,7
Finke	0-30 cm	26,4 b	61,2 ab	33,4 b	110,2 a	27,1 b
	26.06.2015 30-60 cm	8,7	10,2	10,5	15,2	9,3
	60-90 cm	6,0	5,4	6,5	8,4	8,7
21.09.2015	0-30 cm	22,9	12,3	13,4	20,0	14,6
	30-60 cm	5,4	8,6	7,2	12,7	7,5
	60-90 cm	5,9	7,8	5,7	11,0	5,6

KG = Klee gras, BGG = Biogasgülle, LP = Luzernpellets, HMP = Haarmehlpellets, KO = Kontrolle ohne Düngung. Düngung eingearbeitet jeweils 200 kg N ha^{-1}

Auf dem Standort Wiesengut (Rinderhaltung mit Futterleguminosenanbau) mineralisierten im vglw. warmen Sommer 2015 unter Beregnung aus dem Bodenvorrat über 150 kg Stickstoff je ha, hinreichend für die Versorgung der Kultur 'Knollensellerie'. Die organische Düngung war unter diesen Bedingungen nicht ertragswirksam (Ergebnisse nicht dargestellt). Überschüssiger Stickstoff fand sich nach der Ernte insbesondere in den Varianten 'Haarmehlpellets', 'Luzernepellets' und 'Biogasgülle' in der Bodentiefe 0-60 cm (Tab. 1). Verlagerung in tiefere Bodenschichten bzw. Auswaschungsverluste sind auf dem flachgründigen Auenstandort Wiesengut mit Kies im Unterboden über Winter wahrscheinlich. Signifikant höhere Werte an mineralischem Stickstoff im Pflughorizont (0-30 cm) in den Varianten 'Haarmehlpellets' und 'Biogasgülle' während der Vegetationszeit führten auf dem Standort Finkeshof (viehloser Gemüsebau) bei der stickstoffbedürftigen Kultur 'Romanesco' nicht zu höheren N_{min} -Werten in diesen Varianten nach der Ernte. Dieser Sachverhalt zeigt, dass hohe Mengen applizierten Stickstoffdüngers bei effizienter Stickstoffverwertung durch die Kulturpflanze auch auf einem sandigen und damit potentiell verlagerungsgefährdeten Standort wie dem Finkeshof nicht zwangsläufig zu höheren Nitratauswaschungsverlusten führen müssen.

Zusammenfassung

Neben meist punktuell auftretenden signifikanten Unterschieden der Lachgasemissionen infolge unterschiedlicher Düngung ist die wichtigste Erkenntnis der vorgestellten Untersuchung, dass durch die Nutzung von Futterleguminosenspross als Dünger und Mulch auf dem gedüngten Feld nach Starkniederschlägen Lachgasemissionen in vergleichbarer Höhe (bis zu 250 g $N_2O-N\ ha^{-1}\ d^{-1}$) auftraten, wie dies von Helmert et al. (2004) nach Mulchnutzung von Futterleguminosenbeständen beschrieben wurde. Konnte die Gemüsekultur die hohen Mengen organischen gedüngten Stickstoff ertragswirksam umsetzen, so waren die Restmengen an mineralischem Stickstoff im Boden nach der Ernte gering. Blieben größere Mengen ungenutzt, so wurde besonders bei später Ernte und damit verbundener Winter-Schwarzbrache mineralischer Stickstoff in tiefere Bodenschichten verlagert, der besonders auf flachgründigen Böden potentiell auswaschungsgefährdet ist.

Danksagung

Herrn Dr. Roland Fuß und seinem Team im Thünen Institut danken wir ganz herzlich für die Analyse der Treibhausgasemissionen und die Beratung bei der Auswertung.

Literatur

- Helmert M, Heuwinkel H, Pommer G, Gutscher R & Schmidhalter U (2004) Management effects in organically grown clover-grass on nitrous-oxide emissions: comparison of mulching and cutting. In: Weiske, A.: Proceedings: Greenhouse Gas Emissions from Agriculture - Mitigation Options and Strategies: 218-219.
- Leiber-Sauheitl K, Fuß R, Voigt C & Freibauer A (2014) High CO₂ fluxes from grassland on histic Gleysol along soil carbon and drainage gradients. *Biogeosciences* 11 (3): 749-761.
- Loges R, Wichmann S, Dreymann S & Taube F (2002) Leguminosenanbau richtig machen. *bioland* 1: 14-15.
- UN Framework Convention on Climate Change (2016) Global Warming Potentials. http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php (Abruf 22. Juni 2016).
- Stumm C & Köpke U (2015) Optimierung des Futterleguminosenanbaus im viehlosen Acker- und Gemüsebau. In Häring AM et al. (Hrsg.): Am Mut hängt der Erfolg - Rückblicke und Ausblicke auf die Ökologische Landwirtschaft. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin: 311-314.