

N₂O-Emissionen unterschiedlicher ökologischer und konventioneller Anbausysteme

Winkhart F¹, Baumgartner T¹, Schmid H¹, Hülsbergen K-J¹

Keywords: N₂O-Emissionen, Systemvergleich, Luzerne-Kleegrass

Einleitung und Zielsetzung

Derzeit werden etwa 9 % der landwirtschaftlichen Fläche der EU ökologisch (öko) bewirtschaftet; bis 2030 werden 30 % angestrebt. Damit rücken auch die Umwelt- und Klimaauswirkungen des öko Landbaus weiter in den Fokus, darunter auch die Frage, ob die Ausweitung der öko Landbaufläche zur Verringerung der Treibhausgasemissionen, im besonderen Lachgas (N₂O), führt. Im Vergleich zur konventionellen (konv) Landwirtschaft zeigen Studien zum öko Landbau überwiegend geringere N₂O-Emissionen pro Hektar Anbaufläche (Tuomisto *et al.* 2012). Zahlreiche Studien zu N₂O-Emissionen im öko Landbau liegen bereits vor; hier wurden teilweise widersprüchliche Ergebnisse gefunden - auch aufgrund der Vielfalt der Anbausysteme (Petersen *et al.* 2006). Um die Frage zu klären, wie sich unterschiedliche Anbausysteme des öko und konv Landbaus auf N₂O-Emissionen auswirken, wurden von 2019 bis 2021 N₂O-Messungen im Systemversuch (SV) in Viehhausen durchgeführt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es öko und konv Anbausysteme vergleichend aber auch jeweils systemintern hinsichtlich der Auswirkungen auf N₂O-Emissionen zu untersuchen.

Methoden

Der SV wurde im Jahr 2009 auf der Versuchsstation Viehhausen, 30 km nördlich von München, als Dauerfeldversuch angelegt (Mösl *et al.* 2021). Die mittlere Jahrestemperatur lag im Beobachtungszeitraum (2019-2021) bei 9.3 °C, der mittlere Jahresniederschlag betrug 802 mm. Die vorliegende Bodenform ist pseudovergleyte Parabraunerde aus Löss, die Bodenart schluffiger Lehm (22% Ton, 14% Sand, 64% Schluff). Die Lachgasmessungen wurden mit der „closed-chamber-method“ während des gesamten Versuchszeitraums einmal und in verlustträchtigen Phasen (nach Düngung, Bodenbearbeitung, Starkregenereignissen, Ernte) zweimal wöchentlich durchgeführt (Hutchinson & Mosier 1981). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Varianten, Fruchtfolgeglieder sowie die Düngermenge der beiden Jahre.

Ergebnisse und Diskussion

Der Systemvergleich zeigt deutlich geringere N₂O-Emissionen im öko Landbau (Tabelle 1). Das geringste N₂O-Emissionspotenzial weist das öko Biogassystem auf. Hier wirkte sich die Schnittnutzung des Luzerne-Kleegrasses (LKG) emissionsmindernd, im Vergleich zur Mulchnutzung im Marktfruchtssystem, aus. Eine kritische Phase hinsichtlich der N-Verluste, ist der Zeitraum nach dem LKG-Schnitt und dem Umbruch. Durch die gute Versorgung mit C und N können große Mengen an Stickstoff mineralisiert werden und auch in Form von N₂O verloren gehen (Baddeley *et*

¹ Technische Universität München, TUM School of Life Science, Lehrstuhl für ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Liesel-Beckmann-Straße 2, 85354, Freising, Deutschland, felizitas.winkhart@tum.de

al. 2017). Die N₂O-Emissionen waren unter den Bedingungen des konv Landbaus deutlich höher (auch auf Grund einer höherer N-Versorgung), auch im direkt vergleichbaren Winterweizen. Im Fruchtfolgeglied Winterraps – Winterweizen traten hohe N₂O-Emissionspeaks nach der Stickstoffdüngung und nach der Rapsernte auf. Winterraps hinterlässt hohe Mengen an organisch gebundenem Stickstoff, die schnell mineralisiert werden können (Vinzent *et al.* 2017). Im Mais traten hohe Emissionspeaks ein bis zwei Monate nach Düngerausbringung auf (Winkhart *et al.* 2022).

Tabelle 1: Untersuchte Varianten, ausgebrachte N-Mengen sowie kumulierte Emissionen der Anbausysteme in den Jahren 2020 und 2021.

| Anbausystem | Fruchtart | | N-Düngung | N-Düngung | N ₂ O-N- | N ₂ O-N- |
|----------------------|-------------|---------|---|---|---|---|
| | 2019/20 | 2020/21 | organisch kg ha ⁻¹ N (2020/21) | mineralisch kg ha ⁻¹ N (2020/21) | Emissionen* kg ha ⁻¹ 09.09.2019- 12.10.2020 | Emissionen* kg ha ⁻¹ 19.10.2020- 17.08.2021 |
| Konv Milchvieh-Gülle | W.Raps | WW | 85/0 | 120/150 | 6,31 | 3,60 |
| Konv Marktfrucht | W.Raps | WW | 0/0 | 190/150 | 5,01 | 3,67 |
| Konv Milchvieh-Gülle | Mais (Silo) | WW | 145/0 | 40/150 | 3,82 | 2,90 |
| Konv Marktfrucht | Mais (Kö) | WW | 0/0 | 125/150 | 5,35 | 4,85 |
| Öko Biogas | LKG | WW | 0/70 | 0/0 | 0,60 | 1,67 |
| Öko Marktfrucht | LKG | WW | 0/0 | 0/0 | 2,02 | 1,97 |

* Um die kumulierten Emissionen der unterschiedlichen Varianten vergleichbar zu machen, wurde für alle Varianten als Grenze zur Folgefrucht Winterweizen der Termin der Weizensaat gewählt. Damit werden die Nachernte-Emissionen von Winterraps, Mais und LKG noch den dementsprechende Kulturen zugeordnet.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Nach zwei Versuchsjahren kann festgehalten werden, dass sich sowohl Unterschiede zwischen sowie innerhalb öko und konv Anbausysteme gezeigt haben. Der höhere Einsatz der N-Menge ist im konv Anbau maßgeblich für höhere Emissionen verantwortlich. Es zeigte sich jedoch auch, dass die Mulchnutzung des LKGs zu deutlichen höheren Emissionen als bei Schnittnutzung führte. Im Weiteren sollen Zusammenhänge zwischen N₂O-Emissionen und Erträgen sowie C-Sequestrierung ermittelt werden. Ebenso dienen die Messdaten zur Berechnung einer Treibhausgasbilanz der unterschiedlichen Anbausysteme.

Literatur

- Baddeley JA, Pappa VA, Pristeri A, Bergkvist G, Monti M, Reckling M, Schläpke N & Watson CA (2017) Legume-based green manure crops. *Legumes in Cropping Systems*: 125–138. DOI: 10.1079/9781780644981.0125.
- Hutchinson GL & Mosier AR (1981) Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. *Soil Science Society of America Journal* 45: 311–316. DOI: 10.2136/sssaj1981.03615995004500020017x.
- Mösl T, Schmid H & Hülsbergen K-J (2021) Ertragsrelationen ökologischer und konventioneller Anbausysteme auf Fruchtarten- und Fruchtfolge-Ebene: Ergebnisse eines elfjährigen Dauerfeldversuchs. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* Band 32: 66–67.
- Petersen SO, Regina K, Pöllinger A, Rigler E, Valli L, Yamulki S, Esala M, Fabbri C, Syväsalo E & Vinther FP (2006) Nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations in five European countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112: 200–206. DOI: 10.1016/j.agee.2005.08.021.
- Tuomisto HL, Hodge ID, Riordan P & Macdonald DW (2012) Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112: 309–320. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.08.018.
- Vinzent B, Fuß R, Maidl F-X & Hülsbergen K-J (2017) Efficacy of agronomic strategies for mitigation of after-harvest N₂O emissions of winter oilseed rape. *European Journal of Agronomy* 89: 88–96. DOI: 10.1016/j.eja.2017.06.009.
- Winkhart F, Mösl T, Schmid H & Hülsbergen K-J (2022) Effects of Organic Maize Cropping Systems on Nitrogen Balances and Nitrous Oxide Emissions. *Agriculture* 12: 907. DOI: 10.3390/agriculture12070907.