

Vorruchtwirkung und Klimaschutzpotential von Leguminosen

Insa Kühling¹, Vincent Flaig¹, Henning Kage¹, Lucie Chmelikova², Michael Amann² & Kurt-Jürgen Hülsbergen²

Keywords: pulses, grass clover, alfalfa, GHG emissions, resource use efficiency

Abstract

Legumes play a pivotal role in organic farming. Nevertheless, the knowledge of the pre-crop effects of pulses and green manure legumes in crop rotations with different nitrogen input intensity and their impact on the GHG balance is still limited. Hence, more field studies of the nitrous oxide emissions and comprehensive evaluations of N legacies are needed to identify climate friendly integrations of legumes into crop rotations. Within the project ISLAND, relevant processes in the nitrogen cycle will be studied to derive new algorithms for quantification of key factors (e.g. biological nitrogen fixation, nitrous oxide emissions).

Einleitung

Leguminosen als Hauptfrucht sowie in Gründungs- oder Zwischenfruchtgemengen spielen im Ökolandbau eine besondere Rolle, da sie maßgeblich zur Stickstoff (N)-Versorgung der gesamten Fruchtfolge beitragen. Dieser Erfolg hängt vom Transfer in die Folgekulturen ab, es gilt Verluste in gasförmiger (Lachgas, N₂O) und flüssiger Form (Nitrat) zu vermeiden und gleichzeitig die Fixierungsleistung zu maximieren. Zu direkten N₂O-Feldemissionen im Anbau von Körner- und Futterleguminosen und zur Abhängigkeit dieser von der Fixierungsleistung unter den Boden- und Klimabedingungen in Deutschland liegen bislang wenig belastbare Daten vor (Böhm et al. 2020; Binacchi et al. 2023). Die Treibhausgasbilanz hängt dabei vom acker- und pflanzenbaulichen Management der Leguminosen in der Fruchtfolge sowie vom Management der Ernterückstände ab. Im Projekt ISLAND werden dazu an zwei repräsentativen Versuchsstandorten im Norden (CAU, Kiel) und Süden (TUM, Freising) Deutschlands bestehende Fruchtfolgesystemversuche sowie neu angelegte Feldversuche genutzt, um relevante Prozesse im Stickstoffkreislauf leguminosen-basierter Produktionssysteme zu analysieren und daraus plausible Bewertungsalgorithmen (u.a. N₂-Fixierung, N₂O-Verluste) abzuleiten.

Material & Methoden

Am Standort Nord wird in 2 konsekutiven Jahren ein Fruchtfolgesequenzversuch angelegt, in dem die Wirkung unterschiedlicher Vorrüchte (Klee-gras-Gemenge und Ackergras als nicht-fixierende Referenz sowie Ackerbohne und Sommerweizen als nicht-fixierende Referenz) auf die direkten N₂O-Emissionen, Bodenstickstoff-dynamik und Ertragsbildung im nachfolgenden Winterweizen in mehreren N-Stufen untersucht werden. Sowohl in den Vorrüchten als auch im folgenden Winterweizen finden

¹ Uni Kiel, Acker- & Pflanzenbau Institution, Hermann-Rodewald-Str. 9, D-24118 Kiel, kuehling@pflanzenbau.uni-kiel.de

² TUM, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Liesel-Beckmann-Str. 2, D-85354 Freising

wöchentliche N₂O-Messungen, monatliche N_{min}-Beprobungen (0-30 cm), tiefe N_{min}-Beprobungen (0-90 cm) zu relevanten Zeitpunkten sowie mehrere Zwischenernten statt, die auch für die ¹⁵N natürliche Abundanz-Methode zur Abschätzung der Fixierungsleistung genutzt werden. Die Spurengasemissionen werden in statischen non-steady-state Hauben (Hutchinson und Mosier 1981; Maier et al. 2022) mittels eines tragbaren Gas-Analysers (gasmeter GT5000 Terra FTIR Gas Analysator) erhoben. Regelmäßige Spektraldatenerhebungen mittels Drohne werden zur Abschätzung der Strahlungs- und N-Aufnahme durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Ackerbohnen-Blüte sowie vor Klee gras-Umbruch wurden darüber hinaus Wurzelproben entnommen.

Ergebnisse & Diskussion

Erste Ergebnisse nach einem Versuchsjahr zeigen insbesondere in der ungedüngten Kontrolle der Nachfrucht Winterweizen die kontrastierenden Vorfruchteffekte: Höchste kumulative Stahlungsaufnahmen (318/323 vs. 262 MJ/m²) und Kornerträge (2.6/2.9 vs. 1.9 t/ha) wurden nach Ackerbohnen bzw. Klee gras im Unterschied nach nicht-legumer Vorfrucht Sommerweizen erzielt. Auch die Bestandestemperaturen waren am Beobachtungstermin an einem heißen Tag im Juni nach legumen Vorfrüchten deutlich geringer (19.9/19.8 vs. 21.3 °C), was ein Indikator für bessere Durchwurzelung zur Wasseraufnahme und effizienteren Kühlung ist. Vorläufige Analysen der direkten N₂O-Emissionen nach 120 Tagen Messkampagne deuten darauf hin, dass die niedrigsten N₂O-Verluste unter Klee gras während der Vorfruchtperiode durch die höchsten Emissionen im Winterweizen nach Klee gras nivelliert werden. In Summe aus Vor- und Nachfrucht liegen alle Varianten auf ähnlichem Niveau mit 0.97 bis 1.18 kg N₂O-N Verlusten. Zur Abschließenden Bewertung der Klimawirkung werden auch die noch ausstehenden Nach-Ernte-Emissionen mitberücksichtigt.

Schlussfolgerungen

Die positiven Vorfruchteffekte von Körner- und Gründungsleguminosen insbesondere auf die Nutzungseffizienz der unlimitiert zur Verfügung stehenden Ressource Strahlung und damit verbundenen gesteigerten Ertragsbildung spielt eine wichtige Rolle bei der holistischen Bewertung von Leguminosen in Fruchtfolgen.

Danksagung

Die Förderung dieser Arbeit erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die BLE, Förderkennzeichen 2822KLI004.

Literatur

- Binacchi F, Niether W, Brock C, et al (2023) Demystifying the agronomic and environmental N performance of grain legumes across contrasting soil textures of central Germany. *Agric Ecosyst Environ* 356:108645. doi: 10.1016/j.agee.2023.108645
- Böhm H, Dauber J, Dehler M, et al (2020) Crop rotations with and without legumes: A review. *J fur Kult* 72:489–509. doi: 10.5073/JfK.2020.10-11.01
- Hutchinson GL, Mosier AR (1981) Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. *Soil Sci Soc Am J* 45:311–316. doi: 10.2136/sssaj1981.03615995004500020017x
- Maier M, Weber TKD, Fiedler J, et al (2022) Introduction of a guideline for measurements of greenhouse gas fluxes from soils using non-steady-state chambers. *J Plant Nutr Soil Sci* 185:447–461. doi: 10.1002/jpln.202200199