

Intensitäts- und standortdifferenziertes Klimaschutzpotential von Leguminosen in Anbausystemen mit N-effizienter Düngung (Projekt ISLAND)

Chmelikova L¹, Hülsbergen K-J¹, Kage H², Winkhart F¹ & Kühling I²

Keywords: Klee-Gras-Mischungen, Körnerleguminosen, Treibhausgas, Lachgas

Abstract

Legumes play a pivotal role in organic farming. Nevertheless, the knowledge of their effects on subsequent crops in crop rotations with different production intensities and their integration in crop rotations on the GHG balance have not yet been sufficiently studied. Hence, studies of the loss potential of nitrous oxide and nitrate are needed. In the project ISLAND, the relevant processes in the nitrogen cycle will be studied, key factors will be measured in field experiments and simulation models will be developed.

Einleitung und Zielsetzung

Die Anbaufläche von Körnerleguminosen hat in den vergangenen Jahren zugenommen. Durch die Eiweißstrategie der Bundesregierung und die geplante Erhöhung der ökologischen Anbaufläche (Europa 25%, Deutschland 20%, Bayern 30%) ist zu erwarten, dass neben den Körnerleguminosen auch Leguminosen-Gras-Mischungen häufiger angebaut werden. Positive Wirkungen von Leguminosen sind eine verbesserte Bodenstruktur, geringerer Schädlings- und Krankheitsdruck, geringerer N-Bedarf der Folgekulturen und verbesserter Nährstoffaufschluss und damit ein indirekter Beitrag zum Klimaschutz (Böhm et al. 2020, Peoples et al. 2018). Laut IPCC (2019) ist der Zusammenhang zwischen legumer N₂-Fixierungsleistung und N₂O-Emissionen vernachlässigbar. Es wird kein eigener Emissionsfaktor analog zur Düngung mit mineralischem oder organischem N bei der Berechnung von direkten Feldemissionen bei Leguminosen berücksichtigt. Sowohl in ökologischen als auch in konventionellen Produktionssystemen stellt sich allerdings die Frage nach der exakten Quantifizierung der Potentiale und Verlustpfade. Weder zu direkten N₂O-Feldemissionen im Anbau von Körner- und Futterleguminosen noch zur Abhängigkeit von der Fixierungsleistung unter den Boden- und Klimabedingungen in Deutschland liegen belastbare Daten vor (Böhm et al. 2020). Der Anbau von Leguminosen im Wechsel mit Getreide hat großes Potenzial, den mineralischen N-Düngerbedarf und damit die N₂O-Emissionen zu reduzieren (Mielenz et al. 2016). Es kann jedoch auch zu N-Verlusten durch Nitratauswaschung kommen (Stützel und Kage 1998). Das Ausmaß der THG-Minderung hängt vom acker- und pflanzenbaulichen Management der Leguminosen und ihrer Ernterückstände ab. Im Projekt ISLAND wird das Potential von Fruchtfolgen und der Beitrag von Leguminosen zu klimaschonendem N-Management in Produktionssystemen unterschiedlicher Intensität untersucht.

1 TUM, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Liesel-Beckmann-Str. 2, 85354, Freising, Deutschland, lucie.chmelikova@mytum.de, www.wzw.tum.de/oekolandbau

² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Acker- und Pflanzenbau, Hermann-Rodwald-Str. 9, 24118, Kiel, Deutschland

Methoden

Im Projekt ISLAND (Laufzeit: 1/2023 – 12/2026) sollen Vorfruchtwirkungen und Fruchtfolgeeffekte von Leguminosen untersucht und Strategien der optimierten Integration von Leguminosen in Fruchtfolgen unterschiedlicher Produktionsintensität entwickelt werden. Schwerpunkt ist die Minimierung der N-Verlustpotentiale sowie die präzise Quantifikation der Fixierungsleistungen und Vorfruchtwirkungen von Leguminosen als zentrale Steuerungsgrößen klimaschonender Pflanzenbausysteme. Auf zwei repräsentativen Versuchsstandorten im Norden (CAU, Kiel) und Süden (TUM, Freising) Deutschlands werden Feldversuche genutzt, um relevante Prozesse im Stickstoffkreislauf leguminosenbasierter Produktionssysteme zu analysieren und daraus Bewertungsalgorithmen (u.a. N₂-Fixierung) abzuleiten. Die experimentellen Daten werden zur Weiterentwicklung prozessorientierter Simulationsmodelle genutzt. Für die Varianten erfolgt eine standort- und intensitätsdifferenzierte THG-Bilanzierung. Durch die Kombination von detaillierten Messungen (THG-Emissionen, N_{min}-Dynamik, Ertrag und N-Entzug) mit bereits vorhandenen Daten aus langfristigen Fruchtfolgesystemversuchen werden szenariofähige Modelle kalibriert und evaluiert. Der nicht-destruktive Ansatz zur Abschätzung der N₂-Fixierungsleistung mit Hilfe von Spektraldaten ermöglicht darüber hinaus eine praxisnahe Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse.

Ergebnisse und Diskussion

Der aktuelle Kenntnisstand zu N₂O-Emissionen der Leguminosenbestände in der Literatur ist nicht einheitlich. Rochette und Janzen (2005) berichten von höheren N₂O-Verlusten bei Ernterückständen mit engem C:N-Verhältnis. Im Gegenteil konnten Zhong et al. (2009) keine erhöhten N₂O-Emissionen bei Leguminosen im Vergleich zu Weizen nachweisen. Kakraliya et al. (2018) beschrieben in einer Metaanalyse geringere N₂O-Emissionen in legumen gegenüber N-gedüngten Kulturen. Aktuelle Untersuchungen am Standort Hohenschulen deuten jedoch auf höhere Lachgasemissionen nach Ackerbohnen im Vergleich zu Winterraps hin (Rothardt et al. 2021).

Literatur

- Böhm H, Dauber J, et al. (2020) Crop rotations with and without legumes: A review. *J Kulturpflanzen* 72: 489-509.
- Cernay C, Makowski D & Pelzer E (2018) Preceding cultivation of grain legumes increases cereal yields under low nitrogen input conditions. *Environ Chem Lett* 16: 631-636.
- Kakraliya SK, Singh U, Bohra A, et al (2018) Nitrogen and Legumes: A Meta-analysis. Springer, Singapore. In: Meena R, Das A, Yadav G & Lal R (Hrsg.) *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. Springer, Singapur: 277-314.
- Mielenz H, Thorburn PJ, et al. (2016) Nitrous oxide emissions from grain production systems across a wide range of environmental conditions in eastern Australia. *Soil Res* 54: 659-674.
- Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H, et al. (2018) The Contributions of Legumes to Reducing the Environmental Risk of Agricultural Production. In: *Agroecosystem Diversity*. Elsevier Inc., Philadelphia.
- Rochette P & Janzen HH (2005) Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. *Nutr Cycl Agroecosystems* 73: 171-179.
- Rothardt S, Fuß R, Pahlmann I & Kage H (2021) Post-Harvest N₂O Emissions Can Be Mitigated With Organic Amendments. *Front Environ Sci* 9: 1-13.
- Stützel H & Kage H (1998) Influence of tillage and nitrogen fertilisation within the rotation on the nitrogen dynamics after faba beans. *Pflanzenbauwissenschaften* 2: 199-206.
- Zhong Z, Lemke RL & Nelson LM (2009) Nitrous oxide emissions associated with nitrogen fixation by grain legumes. *Soil Biol Biochem* 41: 2283-2291.