

## Klimawirkung unterschiedlicher Winterzwischenfrüchte in typischen Fruchtfolgesequenzen

Kühling<sup>1</sup>, Kage H<sup>1</sup>

Keywords: THG, Ressourcennutzungseffizienz, Intensität, Klimawandel, Stickstoff

### Abstract

Cover crops (CC) are known for their mutual benefits like preventing nitrogen (N) leaching losses or soil erosion as well as enhancing soil functioning or biodiversity. However, positive effects on N uptake and yield of the following cash crops are less evident and direct nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions are likely higher compared to a fallow. A comprehensive evaluation of climate effects including direct and indirect N<sub>2</sub>O emissions as well as yield effects were performed through a 4-year multi-site field trial in combination with modelling. Depending on the CC species overall net emission to net mitigation situations were observed. However, adverse effects on subsequent crops were smaller under low-input conditions compared to conventional high input intensity.

### Einleitung und Zielsetzung

Zwischenfrüchte (ZF) sind aufgrund ihrer vielfältigen Ökosystemleistungen wertvolle Fruchtfolgeglieder. Aus Klimaschutzaspekten sind standortangepasste Strategien nötig, um die erhöhten direkten Lachgas (N<sub>2</sub>O)-Emissionen (Basche et al. 2014) möglichst gering zu halten bzw. durch verringerte indirekte Emissionen aus der Nitratverlagerung, Stickstoff (N)-transfer in die Folgekulturen sowie Humusaufbau zu kompensieren.

### Methoden

In einem identischen Feldversuch wurden an 4 Standorten in Deutschland (Kiel, Uelzen, Göttingen, Hohenheim) Winterzwischenfrüchte unterschiedlicher funktionaler Gruppen etabliert und deren Effekte in den zwei folgenden Kulturen (1. Sommerung, 2. Winterung) untersucht (s. Tab. 1). Die Versuche wurden an allen Standorten als randomisierte Split-plot Anlage (main-plot: ZF, sub-plot: Düngung Folgefrucht) mit 4 Wiederholungen in zwei Etablierungsjahren der ZF angelegt (2018, 2019).

**Tabelle 1: Untersuchte typische Fruchtfolgesequenzen an den 4 Standorten**

Standorte (vorherrschende Bodenart)	Kiel, Uelzen (lehmiger Sand)	Göttingen, Hohenheim (Lehm)
Vorfrucht	Winterraps ( <i>Brassica napus</i> )	Erbse ( <i>Pisum sativum</i> )
Winterzwischenfrüchte	Brache (Kontrolle), Ölrettich ( <i>Raphanus sativus</i> ), Rauhafer ( <i>Avena strigosa</i> ), Sommerwicke ( <i>Vicia sativa</i> ), Winterroggen ( <i>Secale cereale</i> )	
1. Folgekultur (Sommerung)	Silomais ( <i>Zea mays</i> )	Zuckerrübe ( <i>Beta vulgaris</i> )
2. Folgekultur (Winterung)	Winterweizen ( <i>Triticum aestivum</i> )	

<sup>1</sup> Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Acker- und Pflanzenbau, Hermann-Rodwald-Str. 9, 24118, Kiel, Deutschland, [kuehling@pflanzenbau.uni-kiel.de](mailto:kuehling@pflanzenbau.uni-kiel.de)

Die direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen wurden mindestens einmal wöchentlich nach der closed-chamber Methode (Hutchinson & Mosier, 1981) gemessen. Indirekte Lachgasemissionen wurden nach IPCC (2019) aus simulierten Nitratverlagerungen ermittelt. Zur Bilanzierung der THG-Effekte wurden die direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen, die indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Nitratverlagerung, die Ertragseffekte aus N-Transfer in die Folgekulturen und die langfristigen organischen Kohlenstoffeffekte (SOC) ermittelt und flächen- sowie produktbezogen ausgewiesen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die signifikant höhere N-Aufnahme der ZF im Vergleich zur Brache führte zu geringeren N<sub>min</sub> Gehalten (-52 %) im Winter und damit verminderten Auswaschungsverlusten auf den sandigen Versuchsstandorten. Die N-Aufnahme der 1. Folgekultur war ohne Düngung nach ZF signifikant höher in Mais (+32 kg N ha<sup>-1</sup>) und geringer in Zuckerrüben (-42 kg N ha<sup>-1</sup>) (Kühling et al.; Koch et al. 2022). Die ungedüngten Mais- und Winterweizenerträge nach ZF waren nicht signifikant verschieden mit unterschiedlichen Effekten je nach Standort/Jahr. Während die Mineralisation der ZF-Residuen unter konventionellen Anbaubedingungen zu einer partiellen Dünger-N-Festlegung führte, waren unter low-input Bedingungen positive Effekte zu beobachten. Ungedüngte Zuckerrübenerträge nach Winterroggen waren signifikant geringer als nach Brache, die anderen ZF unterschieden sich nicht. Die direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen waren sowohl während der ZF-Periode (+119 %) als auch während der folgenden Sommerung (+109 %) im Mittel aller ZF mehr als doppelt so hoch als in/nach der Brache mit artspezifischen Unterschieden. Roggen als einzige winterharte ZF erforderte zum Umbruch den Pflugeinsatz, was zu den höchsten THG-Emissionen führte. Durch verminderte Nitratauswaschung konnten die indirekten N<sub>2</sub>O-Verluste unter ZF zwar verringert, die direkten Emissionen jedoch nicht ausgleichen werden. In Abhängigkeit der Biomasseakkumulation der ZF-Bestände vor Winter sind langfristige SOC-Erhöhungen von 35 – 45 kg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> zu erwarten (Poeplau & Don 2015).

## Schlussfolgerungen

Für klimaschonenden ZF-Anbau sind standortdifferenzierte Anbauentscheidungen zu treffen, die umso wichtiger sind, je schwerer der Boden ist, winterharte ZF sind aufgrund der THG-Emissionen beim Umbruch zu vermeiden. Die Trade-Offs sind unter low-input Intensitäten geringer als unter konventionellen Anbaubedingungen.

## Danksagung

Das Projekt THG-ZwiFru wurde gefördert vom BMEL (FKZ 281B200716)

## Literatur

- Basche AD, Miguez FE, Kaspar TC, Castellano MJ (2014) Do cover crops increase or decrease nitrous oxide emissions? A meta-analysis. *J Soil Water Conserv* 69:471–482.
- Hutchinson GL, Mosier AR (1981) Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. *Soil Sci Soc Am J* 45:311–316.
- IPCC (2019) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Koch H, Grunwald D, Essich L, Ruser R (2022) Temporal dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) N supply from cover crops differing in biomass quantity and composition. *Front Plant Sci* 13.
- Kühling I, Mikuszies P, Helfrich M, et al Effects of winter cover crops from different functional groups on soil-plant nitrogen dynamics and silage maize yield. *Eur J Agron* (*under review*).
- Poeplau C, Don A (2015) Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - A meta-analysis. *Agric Ecosyst Environ* 200:33–41.