

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung DBG, K IV (Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung)

Titel der Tagung:

Horizonte des Bodens

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

2. – 7. September 2017, Göttingen

Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation) <http://www.dbges.de>

Feldversuche zur verlustmindernden Wirkung von N-Stabilisatoren hinsichtlich Lachgas-Emissionen nach Harnstoff-Düngung zu Winterraps

Spott, O.¹, Kreuter, T.¹, Lietsch, A.¹, Schuster, C.¹

Schlüsselwörter: N₂O, Raps, Nitrifikationsinhibitor

1 Einleitung

Winterraps ist die wichtigste in Europa kultivierte Ölpflanze und wird neben der Lebensmittelproduktion zunehmend zur Erzeugung von Biodiesel angebaut. Gerade im Hinblick auf die Produktion von Biokraftstoff ist der Anbau von Winterraps hinsichtlich der daran gekoppelten, düngungsinduzierten N₂O-Emissionen zunehmend in den umweltpolitischen Fokus gerückt. Gemäß aktuellsten Untersuchungen ist der mittlere N-Verlust via N₂O speziell aus Winterraps mit 0,6% Dünger-N jedoch gering (Ruser et al. 2017) und liegt unterhalb des allgemeinen Emissionsfaktors düngungsinduzierter N₂O-Verluste IPCC von 1,0% (IPCC et al. 2006).

Trotz der im Mittel als gering zu bewertenden N₂O-Verluste kann der Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren (NI) im Zuge einer harnstoff- und/oder ammoniumbasierten Stickstoffdüngung einen zusätzlichen Beitrag zur Minderung düngungsinduzierter N₂O-Verluste leisten. Entsprechend aktueller Untersuchungen wird der mittlere Minderungseffekt durch den Einsatz von NI mit ca. 35% beziffert (Ruser et al. 2015).

Aufgrund vergleichsweise großer Mengen anfallender Pflanzen- und Ernterückstände tritt ein Großteil der rapsspezifischen N₂O-Verluste jedoch oft erst während der Seneszenz bzw. der Ernte- und Nacherntephase auf (Walter et al. 2015; Ruser et al. 2017), was prinzipiell außerhalb des Wirkungshorizontes parallel zur Stickstoffdüngung eingesetzter NI liegt. Im vorliegenden Freilandversuch wurde deshalb die N₂O-Emissionsdynamik bezüglich des Einsatzes eines NI im Zusammenhang mit Harnstoffdüngung zu Winterraps unter praxisrelevanten Anbaubedingungen und unter besonderer Berücksichtigung der vegetativen- und reproduktiven- sowie Ernte- und Nacherntephase über zwei Vegetationsperioden hinweg untersucht. Zentrales Ziel der Untersuchung war die Quantifizierung des N₂O-Minderungspotentials durch NI-Einsatz bei Winterraps.

2 Material & Methoden

Standort – Die Durchführung der Feldversuche erfolgte an der Versuchstation der Landwirtschaftlichen Anwendungsforschung der SKW Piesteritz GmbH am Standort Cunnersdorf bei Leipzig. Die mittleren klimatischen Standortbedingungen liegen bei 615 mm Jahresniederschlag und 9,3°C Jahresdurchschnittstemperatur. Der vorherrschende Bodentyp lässt sich als Fahlerde/Pseudogley mit sandig-lehmiger Textur einordnen (sL 4D / IS 4D; pH 6.5; C_{org} 1.1%). In Hinblick auf Bodengüte und mittl. monatlicher Niederschlagssumme repräsentiert Cunnersdorf ca. 50% der deutschen Ackerbaustandorte.

Versuchsdesign – Der Freilandversuch wurde im Design eines Lateinischen Quadrats angelegt (Versuchsparzelle 1,6 x 8,5 m). Die Untersuchung erfolgte für die Anbauperiode 2014/15 sowie 2015/16 auf Basis der Rapsorte PX 104 (Halbzweig). Es wurden insgesamt 3 Düngungsvarianten sowie eine Kontrolle (Tabelle 1) in 4-fach Wiederholung untersucht. Bei traditioneller Düngungsstrategie (i.e. ohne NI) erfolgte

¹SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Landwirtschaftliche Anwendungsforschung, Am Wieseneck 7, 04451 Cunnersdorf

die Stickstoffgabe zweimalig (T2 = 100 kg N / ha und T3 = 80 kg N / ha) und bei NI-stabilisierter Düngung nur einmalig (T1 = 180 kg N / ha).

Tabelle 1. Untersuchte Prüfglieder in Winterraps 2015 & 2016.

Prüfglied	Abk.	Düngung [kg N / ha]		
		T1	T2	T3
Kontrolle	K	0	0	0
Harnstoff	HS	0	100	80
Harnstoff mit Ureaseinhibitor*	HS+UI	0	100	80
Harnstoff mit Urease- und Nitrifikationsinhibitor*	HS+UI+NI	180	0	0

T1 = Ende Februar / T2 = Anfang März / T3 = Ende März

* Ureaseinhibitor 2-NPT / Nitrifikationsinhibitor MPA

N₂O-Emission – Die Emissionsmessung erfolgte mindestens wöchentlich (zusätzliche Messungen bei Niederschlag) im Zeitraum Februar bis September 2015 bzw. Februar bis August 2016 auf Basis eines closed-chamber Ansatzes. Es wurde jeweils eine lichtundurchlässige Haube mit einem Volumen von ca. 350 L und einer Fläche von 0,56 m² pro Prüfparzelle verwendet (insgesamt = 16 Hauben). Pro Emissionsmessung wurden jeweils 4 Teilproben nach dem Verschließen (0, 25, 50, 75 min) mittels evakuierter Glasflasche (100 ml) entnommen und anschließend gaschromatographisch (ECD) auf N₂O untersucht. Die Emissionsberechnung erfolgte ausschließlich via linearer Regression bei mind. drei gültigen Messwerten pro Emissionsmessung.

Boden-N_{min} – Zusätzlich zur Emissionsmessung erfolgte i.d.R. ebenfalls wöchentlich die Bestimmung der Boden-N_{min}-Werte (NH₄⁺, NO₃⁻). Die Untersuchung erfolgte pro Parzelle auf Basis einer Mischprobe (0-30 cm) nach CaCl₂-Extraktion (DIN 19746) und anschließender photometrischer Bestimmung.

Bodenwassergehalt – Die parallele Bestimmung des Bodenwassergehaltes erfolgte zu jeder Emissionsmessung auf Basis des Gewichtsverlustes bei Trocknung (105 °C, 2 h) einer Mischprobe über alle Prüfglieder. Mittels einer pro Versuchsjahr und Prüfglied ermittelten Trockenrohichte (basierend auf drei parallelen Stechzylinder-Beprobungen in 5

cm Tiefe pro Prüfglied von jeweils 100 cm³) erfolgte die Umrechnung in WFPS (= water filled pore space).

3 Ergebnisse

Die ermittelten N₂O-Gesamtverluste nach Düngung lagen zwischen 1,15 und 1,36 (2015) bzw. 0,44 und 0,91 kg N / ha (2016) und entsprachen damit 0,10 bis 0,44 %-Dünger-N. Bezüglich der Gesamtbilanz (Feb-Aug/Sep) konnte der NI-Einsatz nur im Jahr 2016 zu einer N₂O-Minderung beitragen. Ausschlaggebend hierfür war die Emissionsdynamik im Untersuchungszeitraum.

Im Jahr 2015 traten >90% der Gesamtemission (≈1,06-1,24 kg N / ha) erst zur Ernte- und Nacherntephase im Zeitraum Juli bis September, also nach der Konsumption des direkt pflanzenverfügbaren Dünger-N_{min} auf (Abb. 1a,b). Im eigentlichen Wirkungszeitraum des NI (bis max. Ende April) wurden aufgrund geringer Bodenfeuchte (29-66% WFPS) hingegen nur minimale N₂O-Verluste generiert (max. 0,09 kg N / ha, ≈7% der Gesamtemission; Abb. 1c). Dementsprechend konnte 2015 (trotz 97% N₂O-Minderung bis Ende April durch den NI-Einsatz; Abb. 1c) insgesamt keine relevante N₂O-Minderung erzielt werden.

Im Jahr 2016 wurden aufgrund deutlich höherer Bodenfeuchte (76-91% WFPS) signifikant höhere N₂O-Verluste im Düngungszeitraum generiert (bis Ende April bis zu 46% der Gesamtemission ± 0,33 kg N / ha; Abb. 2), wobei die N₂O-Minderung durch den NI-Einsatz in dieser Phase 81% erreichte. Die anschließend emittierte N₂O-Menge war deutlich kleiner als 2015 (≈0,37-0,59 kg N / ha), so dass in der Gesamtbilanz eine N₂O-Minderung von ≈60% erzielt wurde.

Die Kombination aus HS und Ureaseinhibitor zeigte tendenziell höhere N₂O-Verluste als HS solo, was auf einer besseren Verteilung des UI-stabilisierten HS im Boden und damit höheren Wahrscheinlichkeit der N₂O-Bildung unter sauerstofflimitierten Bedingungen zurückzuführen sein könnte.

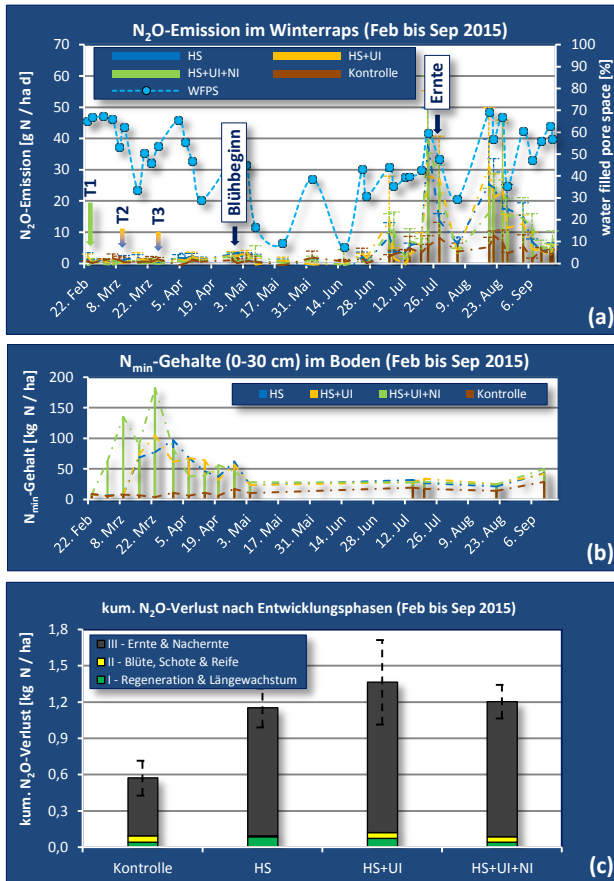


Abbildung 1. Zusammenfassung der (a) N₂O-Emissionen und der Bodenwassergehalte, der (b) Boden-N_{min}-Werte sowie der kumulativen N₂O-Verluste nach Entwicklungsphasen von Winterraps (Phase I: Februar-April / Phase II: Mai-Juni / Phase III Juli-September) im Versuchsjahr 2015.

4 Schlussfolgerungen

Der N₂O-Verlust nach HS-Düngung zu Winterraps lag mit max. 1,36 kg N / ha (0,44 %-Dünger-N) unter dem IPCC-Faktor von 1,0 % (IPCC et al. 2006) und folgt damit den aktuellen Ergebnissen anderer Untersuchungen (Ruser et al. 2017). Die Verwendung eines NI konnte die N₂O-Verluste im Wirkungszeitraum bis zur Blüte deutlich verringern (81 bis 97%). Emissionen im Erntezeitraum (Jul bis Sep) basieren nicht direkt auf Dünger-N_{min}, sondern dem Eintrag frischer Biomasse, welche bei Düngung systembedingt erhöht ist und nicht durch den frühjährlichen Einsatz eines NI minimiert werden kann. Die Gesamt-N₂O-Minderungsbilanz bei Einsatz eines NI hängt maßgeblich vom N₂O-Verlustpotential während der Düngungs- und Wachstumsphase sowie der (NI-unabhängigen) Stärke der N₂O-Verluste während der Ernte- und Nacherntephase ab.

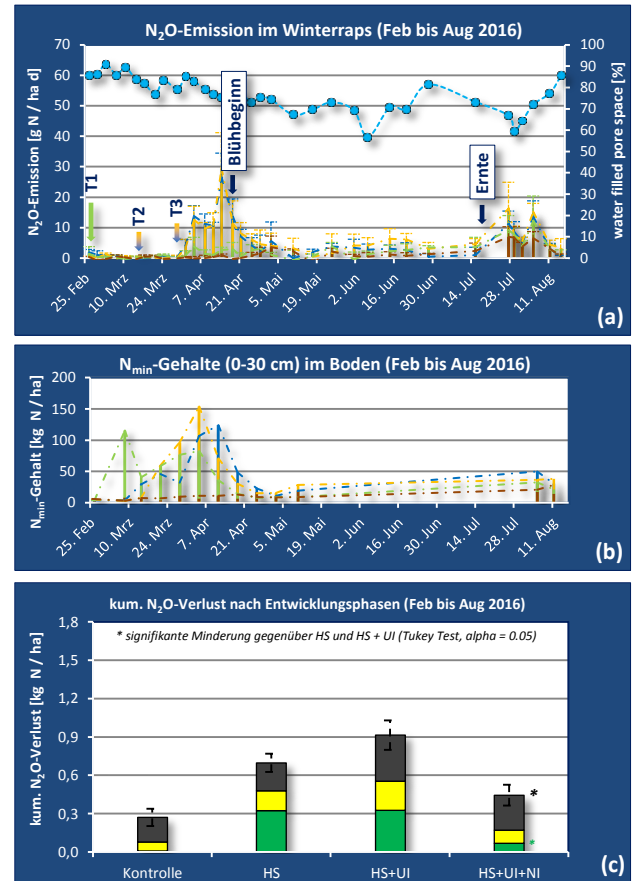


Abbildung 2. Zusammenfassung der (a) N₂O-Emissionen und der Bodenwassergehalte, der (b) Boden-N_{min}-Werte sowie der kumulativen N₂O-Verluste nach Entwicklungsphasen von Winterraps (Phase I: Februar-April / Phase II: Mai-Juni / Phase III Juli-August) im Versuchsjahr 2016 (Legenden siehe Abb. 1).

5 Literatur

- IPCC, et al., (2006). IPCC. In: Egglestone (Ed.), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- Ruser & Schulz (2015). The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N₂O) release from agricultural soils - a review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 178, 171-188.
- Ruser et al. (2017). Nitrous oxide emissions from winter oilseed rape cultivation. Agriculture, Ecosystems & Environment 249, 57-69.
- Walter et al. (2015). Direct nitrous oxide emissions from oilseed rape cropping - a meta-analysis. Global Change Biology - Bioenergy 7, 1260-1271.