

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG,
AG Bodengase

Titel der Tagung:

Böden – Lebensgrundlage und
Verantwortung

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

07.-12.09.13, Rostock

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

Auswirkung von Düngermenge und Applikation eines Nitrifikations- inhibitors auf die N₂O-Emission beim Winterweizenanbau

Ivan Guzman-Bustamante¹, Rudolf Schulz¹, Torsten Müller¹, Reinhardt Hähndel² und Reiner Ruser¹

Schlüsselworte

N₂O-Emission, N-Düngung, DMPP, Nitrifikationsinhibitor, Winterweizen

Einführung

Lachgas (N₂O) ist ein hoch wirksames Treibhausgas. Zudem trägt es zum Ozonabbau bei. Landwirtschaftliche Aktivitäten, insbesondere die Stickstoffdüngung, haben eine Erhöhung der N₂O-Emission zur Folge, da N das Substrat für die N₂O-bildende Bodenprozesse Nitrifikation und Denitrifikation bereitstellt.

Der Zusatz von Nitrifikationsinhibitoren (NI) zu N-Düngern stellt eine vielversprechende N₂O-Minderungsstrategie dar. Eine Reduktion von bis zu 38% kann nach der Vegetationsperiode durch eine NI-

¹ Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fg. Düngung und Bodenstoffhaushalt (340i), Fröwirthstr. 20, 70599 Stuttgart, e-mail: guzman@uni-hohenheim.de

² EuroChem Agro GmbH, Reichskanzler-Müller-Straße 23, 68165 Mannheim

Applikation gegenüber einer konventionellen Düngung erreicht werden (Akiyama et al., 2010). Allerdings ist die Wirkung von NIs auf annueller Basis noch unzureichend getestet; insbesondere unter Berücksichtigung erhöhter N₂O-Freisetzungsraten außerhalb der Vegetationsperiode (z.B. nach Bodenbearbeitung und während Gefrier-/Tauereignissen).

Ein für seine N₂O-mindernde Wirkung bekannter NI ist das 3,4-Dimethylpyrazol-phosphat (DMPP). Auf einem gemüsebaulich genutzten Boden konnte DMPP nicht nur während der Vegetationsperiode sondern auch nach der Ernte und im Winter eine signifikante N₂O-Reduktion erzielen (Pfab et al., 2012). Es ist bislang jedoch ungewiss, ob DMPP auch in ackerbaulich genutzten Böden mit deutlich geringeren N- und C-Einträgen die gleiche Wirkung zeigt.

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung des Effekts einer DMPP-Applikation und unterschiedlicher N-Düngermengen auf die N₂O-Verluste beim Winterweizenanbau.

Material und Methoden

Auf dem Versuchsgut „Heidfeldhof“ der Universität Hohenheim wurden die folgenden Behandlungen in einer vollständig randomisierten Blockanlage im Zeitraum 15.03.11 bis 21.02.13 untersucht:

Tab. 1: Behandlungen und N-Düngung

Behandlung	N-Menge [kg N ha ⁻¹] (1. /2. Jahr)	N-Dünger
N0	0/0	-
N1 -NI	120/120	ASS
N2 -NI	175/180	ASS
N3 -NI	230/240	ASS
N1 +NI	120/120	ENTEC26
N2 +NI	175/180	ENTEC26
N3 +NI	230/240	ENTEC26

ASS: Ammonsulfatsalpeter

ENTEC26: ASS + DMPP

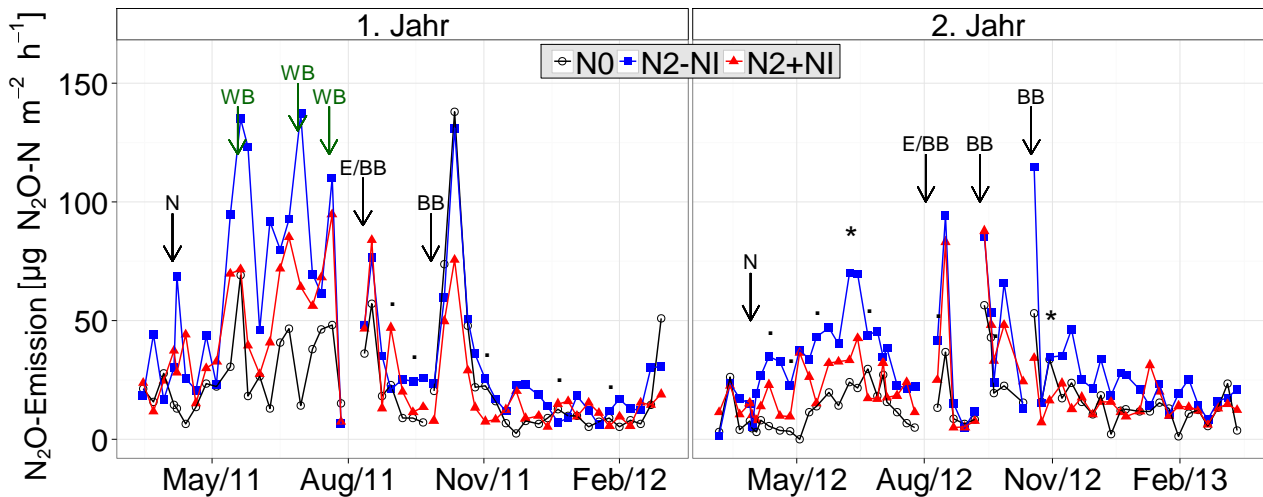


Abb. 1: Mittlere N₂O-Flussraten (n = 4) der Behandlungen „N0“, „N2 –NI“ und „N2 +NI“ im Versuchszeitraum (N=Düngung, WB=starke Wiederbefeuchtung, E=Ernte, BB=Bodenbearbeitung). Sternchen und Punkte weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen „N2 –NI“ und „N2 +NI“ an einem Termin hin.

Der Versuch fand auf einer leicht pseudo-vergleyten Parabraunerde mit schluffig-lehmiger Textur statt.

Die Düngermenge der Behandlung „N2“ wurde nach der Düngeverordnung ermittelt. Bei der Variante „N1“ wurde diese Menge um 30% reduziert, bei „N3“ um 30% erhöht. Im 2. Versuchsjahr wurde den Versuch auf eine benachbarte Teilfläche übertragen, um gleiche Startbedingungen hinsichtlich NI und N-Salden zu bekommen.

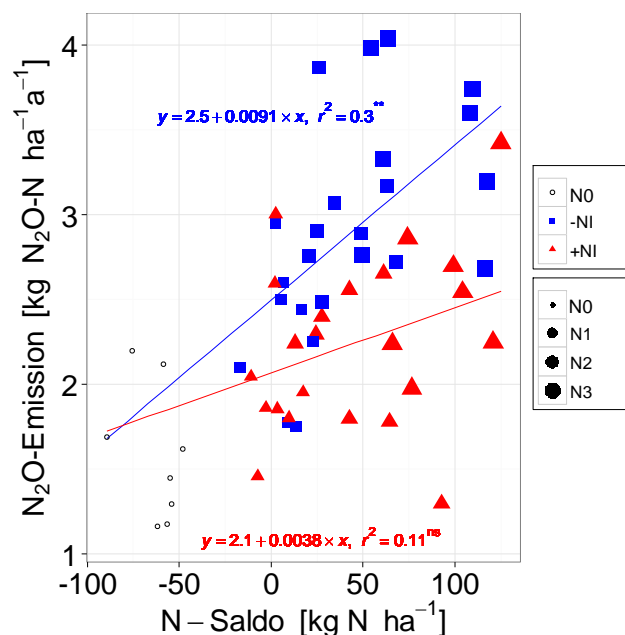


Abbildung 2: Annuelle N₂O-Emission in Abhängigkeit des N-Saldos, der N-Menge und der DMPP-Applikation.

Gasproben wurden mindestens wöchentlich entnommen. Wenn höhere Spurengasflüsse erwartet wurden, wurde die Beprobungsintensität entsprechend erhöht. Die Proben wurden gaschromatographisch analysiert (GC-Konfiguration entsprechend Lofffield et al., 1997).

Ergebnisse und Diskussion

Das erste Versuchsjahr war durch eine extreme Sommertrockenheit gekennzeichnet. Hier trug die Wiederbefeuchtung des stark abgetrockneten Bodens maßgeblich zur annualen N₂O-Emission bei (Abbildung 1 und Tabelle 2). Im zweiten Jahr entsprachen die Niederschläge mit 697 mm in etwa dem langjährigen Mittel (678 mm a⁻¹). Aufgrund häufiger Emissionsspitzen infolge von Bodenbearbeitungsmaßnahmen war der Anteil der Emissionen außerhalb der Vegetationsperiode im zweiten Jahr höher als im ersten Jahr. Weil die N₂O-Flüsse nach der N-Düngung niedrig waren und sie nach Bodenbearbeitung bzw. nach Einarbeitung des Getreidestrohs anstiegen, kann man davon ausgehen, dass der C-Verfügbarkeit an diesem Standort eine sehr große Bedeutung für die N₂O-Emission zukommt.

Tab. 2: Mittlere N₂O-Freisetzung (n = 4) während der Vegetationsperiode und im Winter

Behandlung	Vegetations-	Winter	Vegetations-	Winter
	periode 1. Jahr	1. Jahr	periode 2. Jahr	2. Jahr
Zeitraum	15.03.- 11.08.11	12.08.11- 07.03.12	15.03.- 09.08.12	10.08.12- 21.02.13
(kg N ₂ O-N ha ⁻¹)				
N0	0.90 c	1.15 n.s	0.44 d	0.88 n.s
N1 -NI	1.81 b	1.12 n.s	0.97 bc	1.09 n.s
N2 -NI	2.21 ab	1.46 n.s	1.22 b	1.59 n.s
N3 -NI	2.56 a	1.48 n.s	1.80 a	1.51 n.s
N1 +NI	1.62 b	0.99 n.s	0.79 c	0.98 n.s
N2 +NI	1.55 b	1.05 n.s	0.76 c	1.12 n.s
N3 +NI	2.04 ab	1.31 n.s	1.23 b	1.50 n.s

Statistisch signifikante Unterschiede innerhalb einer Periode sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet (Student-Newman-Keuls $\alpha = 0.05$).

Die erhöhten Emissionen nach Zugabe von leicht verfügbarem C kann auf eine erhöhte N₂O-Produktion durch heterotrophe denitrifizierende Mikroorganismen zurückgeführt werden (C = Elektronendonator). Im Gegensatz dazu ist die N₂O-Bildung während der Nitrifikation ein autotropher Vorgang und so nicht direkt durch C-Zugabe beeinflussbar. Weiterhin führt der Umsatz von organischer Substanz zu einer starken Sauerstoffzehrung was die Denitrifikation und somit auch die N₂O-Freisetzung stimuliert (Flessa & Beese, 1995).

Obwohl frühere Versuche auf diesem Standort sehr hohe Gefrier-/Taupeaks zeichneten (Pfab et al., 2012), wurden diese in den zwei Versuchsjahren nicht ermittelt. Dadurch wurden während des Winters keine Unterschiede zwischen den Varianten gefunden (Tabelle 2).

Die DMPP-Applikation führte zu einer Reduktion der N₂O-Freisetzung (Tabelle 2). In der nach Düngeverordnung gedüngten Behandlung „N2“ wurde durch die DMPP-Anwendung eine Reduktion der annualen N₂O-Emission um 29% (erstes Jahr) und um 33% (zweites Jahr) erreicht.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Pfab et al. (2012) wurde in der Winterperiode kein signifikanter Effekt von DMPP auf die N₂O-Emission nachgewiesen. Mögliche Gründe dafür könnten das vergleichsweise weite C/N-Verhältnis von Weizenstroh und die niedrigeren N-Salden im Winterweizenversuch sein.

Eine Erhöhung der N-Menge brachte eine Zunahme des N-Saldos und damit verbunden eine Zunahme der annualen N₂O-Emission in der Behandlung ohne NI mit sich (Abbildung 2). Durch die DMPP-Applikation konnte dieser emissionsstimulierende Effekt verhindert werden.

Schlussfolgerung

Die Applikation von DMPP kann die N₂O-Emissionen von lehmigem Boden unter Winterweizen sowohl bei trockenen als auch bei feuchten Bedingungen effektiv reduzieren. Die Abhängigkeit zwischen N-Saldo und annualer N₂O-Freisetzung konnte mittels DMPP stark reduziert werden.

Literatur

Akiyama, H., Yan, X., & Yagi, K. (2010). Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Global Change Biology*, 16(6), 1837–1846.

Flessa, H., & Beese, F. (1995). Effects of sugarbeet residues on soil redox potential and nitrous oxide emission. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 1044–1051.

Lofffield, N., Flessa, H., Augustin, J., & Beese, F. (1997). Automated gas chromatographic system for rapid analysis of the atmospheric trace gases methane, carbon dioxide, and nitrous oxide. *Journal of Environment Quality*, 26(2), 560–564.

Pfab, H., Palmer, I., Buegger, F., Fiedler, S., Müller, T., & Ruser, R. (2012). Influence of a nitrification inhibitor and of placed N-fertilization on N₂O fluxes from a vegetable cropped loamy soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 150, 91–101.