

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, Nitrifi-
kationsinhibitor, Winterweizen

Einführung

Lachgas (N₂O) ist ein hoch wirksames
Treibhausgas. Zudem trägt es zum Ozon-
abbau bei. Landwirtschaftliche Aktivitäten,
insbesondere die Stickstoffdüngung, ha-
ben 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 vielver-
sprechende N₂O-Minderungsstrategie dar.
Eine Reduktion von bis zu 38% kann nach
der Vegetationsperiode durch eine NI-

¹ Institut für Kulturpflanzenwissenschaft-
ten, 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 konventio-
nellen 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 Vegeta-
tionsperiode (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 gemüse-
baulich 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 Winterweizen-
anbau.

Material und Methoden

Auf dem Versuchsgut „Heidfeldhof“ der
Universität Hohenheim wurden die folgen-
den 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) | |
| 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

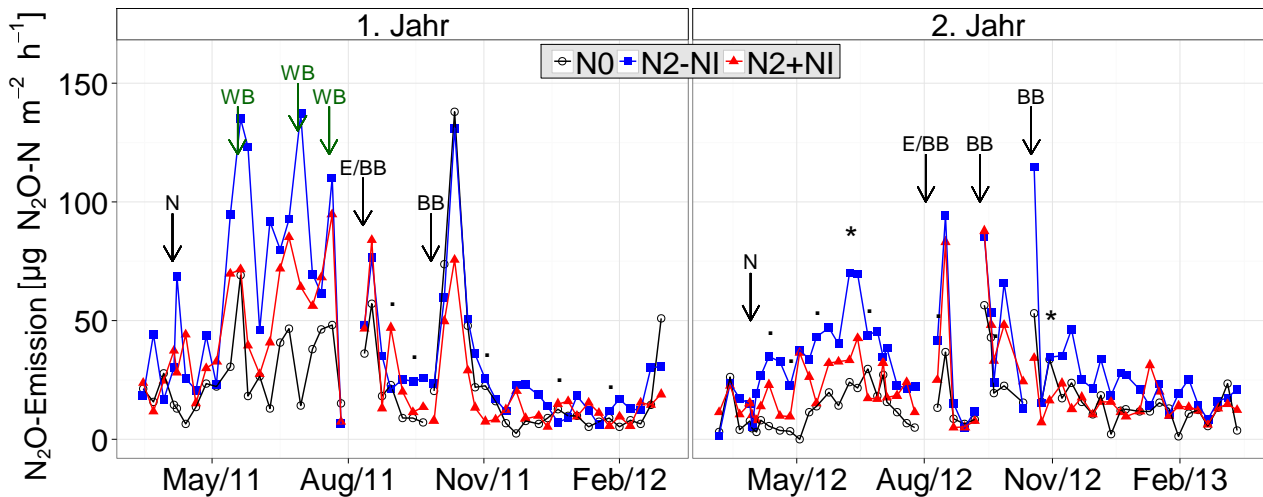


Abb. 1: Mittlere N₂O-Flussraten (n = 4) der Behandlungen „N0“, „N2 –NI“ und „N2 +NI“ im Versuchszeitraum (N=Düngung, WB=starke Wiederbefeuchtung, E=Ernte, BB=Bodenbearbeitung). Sternchen und Punkte weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen „N2 –NI“ und „N2 +NI“ an einem Termin hin.

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.

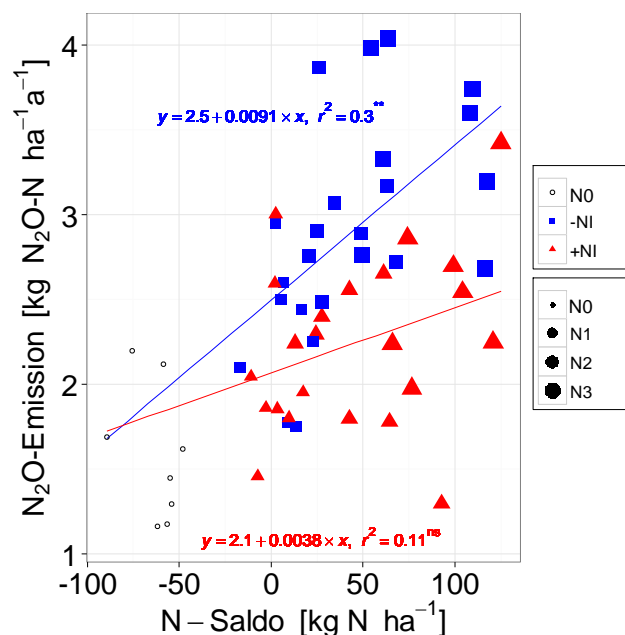


Abbildung 2: Annuelle N₂O-Emission in Abhängigkeit des N-Saldos, der N-Menge und der DMPP-Applikation.

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 annuellen 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.