

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG 2009

Titel der Tagung: Böden - eine endliche Ressource
Kom. IV der DBG, September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

**Einfluss von N-Düngermenge und Nitrifikationshemmung
auf die direkten N₂O-Emissionen
eines gemüsebaulich genutzten Ackerbodens**

H. Pfab¹, I. Palmer², F. Buegger³, S. Fiedler², T. Müller¹ und R. Ruser¹

¹ Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Fruwirthstraße 20, D-70599 Stuttgart

² Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, Emil-Wolf-Straße 27, D-70599 Stuttgart

³ Helmholtz Zentrum München, Institut für Bodenökologie, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Neuherberg

Lachgas (N₂O) ist ein klimarelevantes Spurengas, es trägt zum Ozonabbau in der Stratosphäre sowie zu 8% am anthropogenen Treibhauseffekt bei und stammt zum Großteil aus landwirtschaftlich genutzten Böden. Ziel dieser Studie war die Ermittlung belastbarer annueller Daten zur N₂O-Freisetzung aus gemüsebaulich genutzten Ackerböden Mitteleuropas, d.h. aus einer Gegend mit ausgeprägten Frost-Tau-Zyklen. Ferner sollte das Potential zur Minderung der direkten N₂O-Emissionen untersucht werden. Hierzu wurde sowohl eine reduzierte Düngung als auch der Zusatz eines Nitrifikationshemmstoffs getestet. Die Beiträge von N-Dünger und Ernterückständen an den untersuchten über 70% der anthropogenen N₂O-Emissionen stammen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (Duxbury et al. 1993). Bouwman (1996) stellte den Zusammenhang von N-Düngermenge und Lachgasemissionen aus Ackerböden heraus, daher wurde in unserer Untersuchung das Reduktionspotential einer reduzierten Düngermenge für gemüsebaulich genutzten Ackerboden untersucht. Ferner wurde erstmalig im

Emissionen wurden mittels ¹⁵N-markiertem Dünger ermittelt. Die Emissionsfaktoren der verschiedenen Düngerstufen lagen zwischen 0,9 und 1,7. Durch Düngerreduktion bzw. Zusatz von Nitrifikationshemmstoff wurde bei konstantem Ertrag die N₂O-Freisetzung um 24 bzw 43% reduziert. Die Blumenkohlernterückstände verursachten 21% der Jahresemissionen und sorgten für hohe Winteremissionen, während Tau-Peaks kaum ausgeprägt waren.

Schlüsselworte: Lachgas, Nitrifikationshemmstoff, ¹⁵N, Ernterückstände

Hintergrund

ganzjährigen Feldversuch unter ausgeprägten Frost/Tau-Bedingungen die Verwendung eines Düngers mit Nitrifikationshemmstoff (2,4-DMPP) getestet. Es wurde erwartet, dass N₂O-Emissionen vor allem nach N-Düngungsmaßnahmen und im Winter in Zusammenhang mit Tau-Zyklen auftreten. Ziel war daneben die Berechnung von Emissionsfaktoren für einen gemüsebaulich genutzten Standort und der

Vergleich international empfohlener Emissionsfaktoren.

In der Gemüsebaupraxis verbleiben N-reiche Ernterückstände meist auf dem Feld. Daher sollte deren Beitrag zu den Gesamtemissionen in Relation zum Beitrag des Düngers mittel ^{15}N Markierung ermittelt werden.

Material und Methoden

Die Versuchsfläche befindet sich in Hohenheim (Stuttgart), der Boden ist ein Haplic Luvisol. In einer voll randomisierten Blockanlage mit 4 Wiederholungen wurden die N_2O -Emissionen mindestens wöchentlich mit Hilfe der closed chamber Methode ermittelt. Im Versuchsjahr wurde Kopfsalat und darauf folgend Blumenkohl angebaut. Als Standarddünger wurde Ammonsulfatsalpeter (ASS) breitflächig ausgebracht

(Tabelle 1). Die Düngermenge der optimierten Düngungsvariante (S) wurde Feller et al. (2007) entnommen. Ferner wurde in einer Variante entsprechend gängiger Praxis eine erhöhte Düngermenge eingesetzt (P). Diese entsprach der Aufwandsmenge, welche sich aus Faustzahlen ohne Berücksichtigung der N-Mineralisation ableitet und nach Meinung von Beratern und Experten etwa der gängigen Düngungspraxis entspricht (Laun et al., 2006). Ferner wurde auch eine Variante unter Berücksichtigung der standortinternen Mineralisation getestet, hierbei wurde der optimierte Düngungsaufwand S um weitere 20% reduziert (Red.-20). Der Zusatz des Nitrifikationshemmstoffes DMPP zu ASS wurde mit Hilfe des Düngers ENTEC 26[®] untersucht (NI).

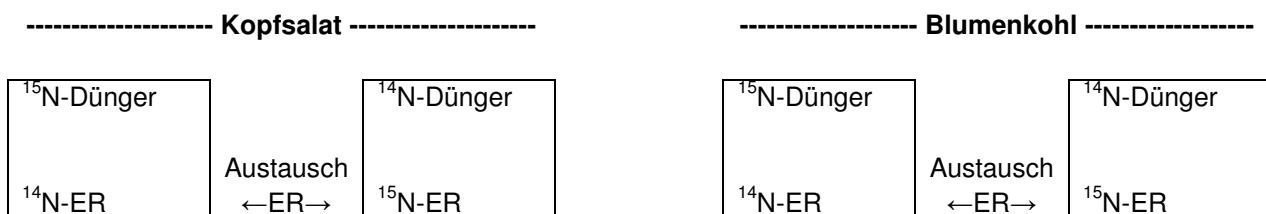
Tab. 1: Verfügbarer N (Düngung + N_{min} zum jeweiligen Kulturbeginn) bei Kopfsalat und Blumenkohl (ASS=Ammonsulfatsalpeter (ASS))

N-Düngungsvariante	Abkürzung	Kopfsalat	Blumenkohl [kg N ha^{-1}]		
		[kg N ha^{-1}] 01.05.08	15.07.08	10.09.08	Gesamt
Kontrolle	K	10	20	10	30
ASS, optimiert	S	150	143	143	286
ASS, reduziert	Red. -20	130	109	109	218
ASS, praxisüblich	P	195	186	186	372
ENTEC 26 [®]	NI	150	286	0	286

Zur Untersuchung des Beitrags von N-Dünger und Ernterückständen zu den Lachgasemissionen wurde auf je einer separaten Variante für Kopfsalat und Blumenkohl mit 20 atom% ^{15}N angereichertem ASS-Dünger gedüngt. Anschlie-

end wurden die ^{15}N markierten Ernterückstände jeweils auf unmarkierten Plots ausgebracht und umgekehrt, dies wiederum separat für Kopfsalat und Blumenkohl (Siehe Abbildung 1).

Abb. 1: Versuchsanlage des Isotopenversuchs im Feld: Düngung und Schema des Transfers der Ernterückstände (ER)



Ergebnisse

Der Verlauf der N₂O-Freisetzung zeigte die bekannte hohe zeitliche Variabilität. Außerhalb der Vegetationsperiode wurden erhöhte Emissionen nach der Einarbeitung von Grünroggen und Salatdüngung sowie

nach Einarbeitung der Ernterückstände des Blumenkohls gemessen (Abbildung 2). Das hohe Emissionsniveau blieb über mehrere Wintermonate stabil, Frost-Tau-Zyklen in Januar und Februar führten nur zu einem geringen Anstieg der N₂O-Freisetzung.

Abb. 2: oben: Verlauf der N₂O-Emissionen für die Düngervariante S in und Beitrag der verschiedenen Quellen (farbige Flächen); unten: Niederschlag (schwarze Balken) und Bewässerung (weiße Balken) sowie mittlere Tagestemperatur der Luft; Düngung (schwarze Pfeile) sowie Einarbeitung von Ernterückständen (orange Pfeile)

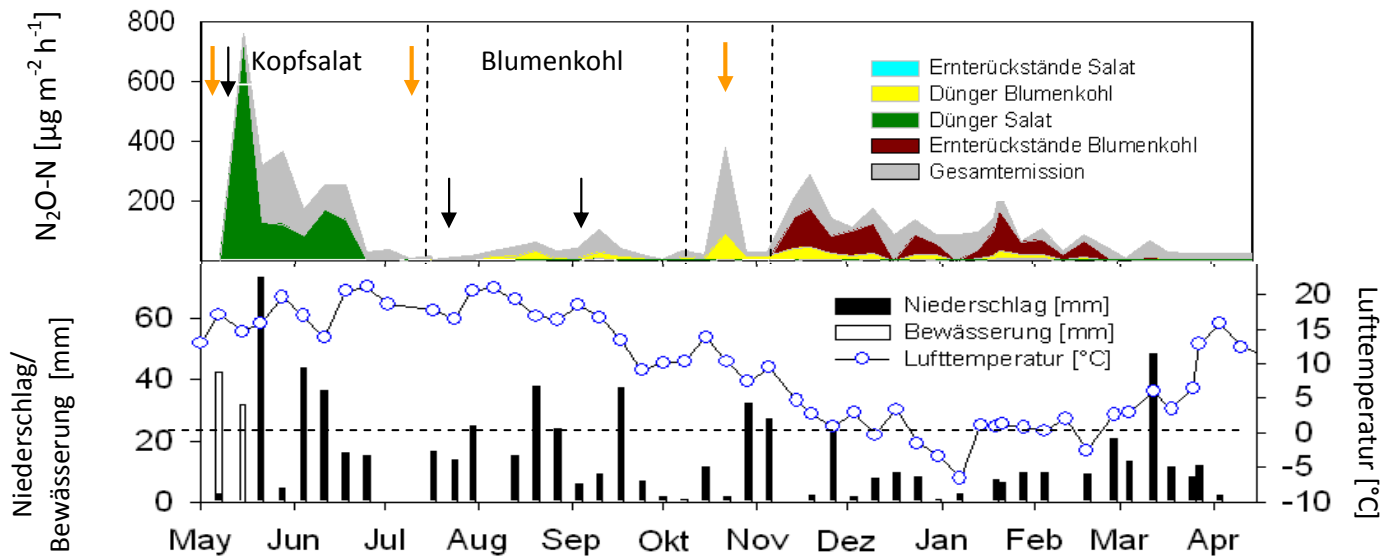


Tabelle 2 zeigt die kumulativen N₂O-Emissionen für die verschiedenen Behandlungen während des Messjahres. Durch Düngerreduktion konnten diese deutlich gesenkt werden. Die Reduktion von P auf S führte zu einer Verringerung um 24%, eine weitere Absenkung der Düngermenge um weitere 36% (Red.-20),

dies war jedoch mit niedrigeren Erträgen beim Kopfsalat verbunden. Durch den Zusatz des Nitrifikationshemmstoff (NI) konnten die Emissionen auf annueller Basis ohne Ernteeinbußen sogar um 43% gegenüber der Sollwertvariante (S) gesenkt werden.

Tab. 2: Verfügbarer Stickstoff (Düngung + N_{min} in 0-25 cm zum Kulturbeginn), vermarktungsfähiger Ertrag, kumulative N₂O-Emissionen und Emissionsfaktor für die verglichenen Düngervarianten

Variante		Kontrolle	P	S	Red.-20	NI
verfügbarer Stickstoff [kg N ha ⁻¹]	Gesamt	40	567	436	349	436
vermarktungsfähiger Ertrag [dt ha ⁻¹]	Kopfsalat	45 ^a	398 ^c	393 ^c	258 ^b	420 ^c
	Blumenkohl	83 ^a	339 ^b	304 ^b	306 ^b	304 ^b
Emissionen [kg N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹]		2,4 ^a	11,3 ^d	8,8 ^c	5,6 ^b	4,9 ^b
Emissionsfaktor [%]		-	1,7	1,7	1,3	0,9

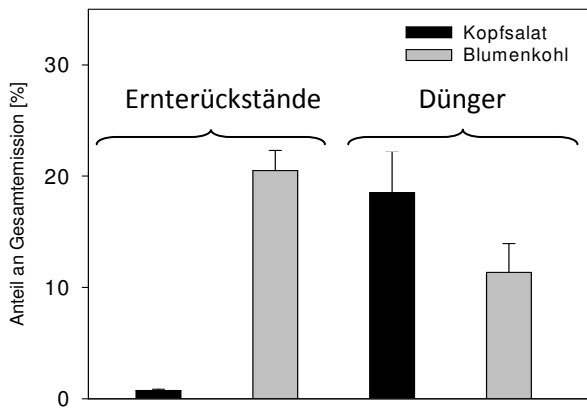


Abb. 3: Herkunft des emittierten N₂O-N in der Behandlung ‚S‘

Diskussion

Im untersuchten System spielten vor allem Peaks nach Zugabe von C-haltigen organischen Verbindungen (durch Einarbeitung von Ernterückständen) eine entscheidende Rolle, während die bisher bekannten Peaks bei Tau, wie sie z.B. von Flessa et al. (1995) beschrieben wurden, kaum ins Gewicht fallen. Nach mineralischer N-Düngung fand sich nicht immer ein ausgeprägter Peak: beim Blumenkohl erhöhten sich die Emissionen nach der Düngung kaum. Beim Kopfsalat dagegen kam es zu hohen Emissionen, vermutlich durch das vorherige Einarbeiten der Winterzwischenfrucht (Grünroggen).

Die Jahresemissionen lagen bis auf die Variante Red.-20, die auch eine Minderung der Erträge mit sich brachte, über dem IPCC-Richtwert von 1% (IPCC, 2006). Sie ließen sich sowohl durch Düngerreduktion als auch durch Zusatz von Nitrifikationshemmstoffen signifikant senken.

Summiert man die mit Hilfe der Isotopenmarkierung ermittelten Emissionen aus Dünger und Ernterückständen, so verbleiben 49%, die aus bodeninternen Quellen stammen. Düngeinduzierte Primingeffekte bewirkten somit fast die Hälfte der Gesamtemission. Mit über 20% Anteil an den Jahresemissionen zeigte sich auch die große Bedeutung der Ernterückstände des Blumenkohls. Die Daten

Die ¹⁵N-Gehalte des emittierten N₂O ermöglichen die Berechnung des Anteils verschiedener Quellen an der Gesamtemission (Abbildung 3). Den größten Anteil hatten mit 21% die Emissionen aus den Blumenkohlernterückständen, gefolgt vom Salatdünger (19%) und vom Blumenkohldünger (11%). Die Salaternterückstände trugen mit 1% kaum zur Gesamtemission bei.

legen nahe, dass das untersuchte System stark C-limitiert war und deshalb dem Umgang mit organischen C-Quellen wie Ernterückständen größere Beachtung geschenkt werden muss.

Literatur

Bouwman, A.F., 1996. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 46 (1):53-70

Duxbury, J.M., L.A. Harper, and A.R. Moiser, 1993. Contribution of agroecosystems to global climate change. In: L.A. Harper (ed.): *Agricultural ecosystems effects on trace gases and global climate change*. ASA Spec. Publ. 55. ASA, CSSA, and SSSA: Madison, WI, 1-18

Feller, C., M. Fink, H. Laber, A. Maync, P.-J. Paschold, H.C. Scharpf, J. Schlaghecken, K. Strohmeyer, U. Weier und J. Ziegler, 2007. Düngung im Gemüsebau – Datenbasis für eine erfolgreiche Düngung im Freilandgemüsebau. In M. Fink (Hsgb): 2. überarbeitete Auflage, Schriftenreihe des Institutes für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt

Flessa, H., P. Dorsch, and F. Beese, 1995. Seasonal variation of N₂O and CH₄ fluxes in differently managed arable soils in southern Germany. *Journal of Geophysical Research* 100 (D11):23,115-23,124,

Intergovernmental Panel on Climate Change 2006. N₂O Emissions from Managed Soils and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. in: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 1-54.

Laun, N., M. Armbruster und F. Wiesler, 2006. Gewässerschutz und Gemüsebau – Zukunftssicherung durch modernes Stickstoffmanagement. Download am 3.02.08: http://www.llh-hessen.de/gartenbau/erwerbsgartenbau/gemuesebau/fachveranstaltungen/2007/ldw_kooperation-hessenwasser/Laun06_WRR.pdf

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Projektfinanzierung!