

**Tagungsbeitrag zu:**  
 Jahrestagung der DBG  
**Titel der Tagung:**  
 Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung  
**Veranstalter:**  
 DBG  
**Termin und Ort der Tagung:**  
 07.-12. September 2013 in Rostock  
**Berichte der DBG** (nicht begutachtete online-Publikation), <http://www.dbges.de>

## **Einfluss von Stroh-Applikation oder Entfernen der Ernterückstände auf die N<sub>2</sub>O-Emission eines intensiv gemüsebaulich genutzten Bodens**

Reiner Ruser, Perik Seiz, Rudolf Schulz, Torsten Müller

### **Schlüsselworte**

Lachgas, Gemüsebau, Lehmboden, Strohdüngung, Ernterückstände

### **Einleitung**

Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist klimarelevantes Spurengas, welches zum stratosphärischen Ozonabbau (Crutzen, 1981) und zum anthropogen verursachten Treibhauseffekt mit 7,9 % beiträgt (IPCC, 2007).

Zum aktuellen Zeitpunkt wird in Deutschland über eine Verringerung der sog. unvermeidbaren N-Überschüsse von bis zu 160 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Düngeverordnung 2006, Anlage 6) vor Winter für den Gemüsebau diskutiert. Zur Findung einer tatsächlich praktikablen Obergrenze wurden bereits Maßnahmen zur Minderung von N-Überschüssen auf ihr Wirkungspotenzial getestet. Da durch solche N-Managementmaßnahmen in hohem Maße Einfluss auf die N<sub>2</sub>O-Emission genommen werden kann, und die Klimarelevanz bei der Beurteilung dieser Maßnahmen eine entscheidende Rolle spielt, ist es erforderlich die dazu bislang unzureichende Datenbasis zu erweitern.

Ziel des Feldversuchs war die Quantifikation der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus drei optimal mit N versorgten Varianten, welche sich durch unterschiedliches N-Management auszeichneten. Die Auswirkungen von Strohzugabe und Abfuhr der Ernterückstände sollten hinsichtlich ihrer Wirkung auf die N<sub>2</sub>O-Freisetzung verglichen werden.

### **Material und Methoden**

Repräsentativ für den Freiland-Gemüsebau in Süddeutschland wurde an der Versuchsstation in Stuttgart-Hohenheim ein Feldversuch angelegt. Der Standort kann wie folgt charakterisiert werden:

Bodentyp: Parabraunerde aus Lößlehm; Bodenart: toniger Lehm; pH<sub>CaCl2</sub> 6,8; Ackerzahl: 55-65; Mittlerer Jahresniederschlag: 697 mm; Mittlere Jahrestemperatur: 9,9 °C.

Das Versuchsdesign wurde als vollrandomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen ausgeführt. Der Versuchszeitraum begann im Sommer 2011 und endete im Frühling 2013 (01.08.2011-17.04.2013, ca. 21 Monate). Die Fruchtfolge bestand aus Blumenkohl vor Winter, gefolgt von Eisalat im Frühling 2012, gefolgt von Brokkoli im Spätsommer 2012. Der Feldversuch wurde gemäß konventioneller Praxis bewirtschaftet. Folgende Behandlungsvarianten wurden getestet: (I) keine N-Düngung (Kontrolle), (II) Optimierte N-Düngung nach dem Kulturbegleitenden N<sub>min</sub> Sollwert-Verfahren entsprechend Feller et al. (2007), beschrieben als „KNS +ER“, (III) „KNS +ER“ + Stroh-Zugabe vor Winter und dessen Einarbeitung (KNS +Stroh) (2 kg Häckselstrohm<sup>-2</sup> zur Nitrat-Immobilisierung), (IV) KNS + kontinuierliche Abfuhr der Ernterückstände (KNS -ER).

Tab. 1: Varianten und gedüngte N-Mengen [kg N ha<sup>-1</sup>]; N-Dünger: Ammonsulfatsalpeter

<b>Varianten</b>	<b>Blumenkohl</b>	<b>Salat</b>	<b>Brokkoli</b>
Kontrolle	0	0	0
KNS +ER (Basisvariante)	250	85	180
KNS -ER	120	105	175
KNS +Stroh	120	105	145

Gasproben wurden entsprechend der „Geschlossenen Kammer“-Methode genommen (vgl. Flessa et al., 1995). Die Probenahmen erfolgten in mindestens wöchentlichem Rhythmus und zusätzlich nach N-Düngung, nach Stark-Regenfällen und während Frost/Tau-Ereignissen. Die Messung der Proben erfolgte zeitnah mittels Gaschromatograph mit ECD-Detektor.

## Ergebnisse und Diskussion

Hohe  $N_2O$ -Freisetzungen traten in der Regel nach N-Düngungsmaßnahmen, nach Einarbeitung der Erntereste im Herbst/Winter sowie während Frost/Tau-Zyklen auf (Abbildung 2). Besonders ausgeprägt waren die  $N_2O$ -Flussraten mit Emissionsmaxima von ca.  $3800 \mu g N_2O-N m^{-2} h^{-1}$  in der Behandlung „KNS +ER“ im November 2012. Insgesamt waren die Emissionen im zweiten Winter (2012/13) wesentlich höher als im ersten Versuchsjahr, was vermutlich auf den warmen Spätherbst und die gleichzeitig hohen Bodenwassergehalte nach der Einarbeitung der Ernterückstände zurückzuführen war.

Verglichen mit der Basisvariante „KNS +ER“ wurden die Emissionen durch die Abfuhr der Erntereste signifikant vermindert. Die deutlich niedrigeren Flüsse der Behandlungen „KNS –ER“ weisen darauf hin, dass die  $N_2O$ -Freisetzung am Versuchsstandort zeitweise C-limitiert war. Stark erhöhte  $N_2O$ -Flüsse nach der Einarbeitung von frischen Zuckerrüben-Ernteresten wurden von Flessa und Beese (1995) auf eine Stimulation der Denitrifikation infolge starker  $O_2$ -Zehrung beim Umsatz der Erntereste zurückgeführt. Auf Grund der außerordentlich hohen  $N_2O$ -Freisetzung im Herbst 2012 befanden sich die kumulativen  $N_2O$ -Emissionen für den beobachteten Gesamtzeitraum (ca. 21 Monate) auf sehr hohem Niveau (Abbildung 1). Pfab et al. (2012) ermittelten am selben Standort annuelle Emissionen von  $2,4 kg N_2O-N ha^{-1} a^{-1}$  für eine ungedüngte Kontrollvariante bzw. von  $8,8 kg N_2O-N ha^{-1} a^{-1}$  in einer nach KNS gedüngten Behandlung. Mit  $11,5 kg N_2O-N ha^{-1}$  (Kontrolle) und  $45,6 kg N_2O-N ha^{-1}$  (KNS +ER) waren die Emissionen in dieser

Untersuchung über einen Zeitraum von 21 Monaten nahezu doppelt so hoch.

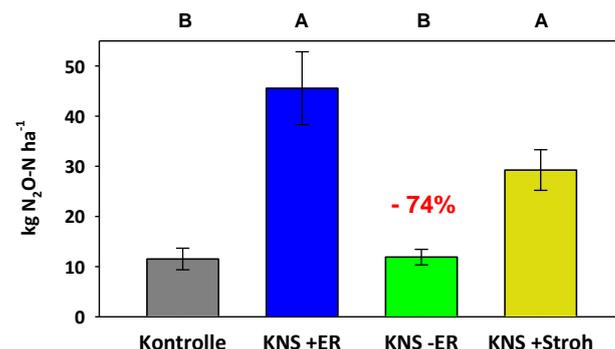


Abb. 1: Mittlere kumulative  $N_2O$ -Emissionen; 21 Monate ( $n=4$ ,  $\pm$  Standardfehler). Signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Großbuchstaben gekennzeichnet (Student-Newman-Keuls-Test;  $p=0,05$ )

Durch das Entfernen der Ernterückstände vor Winter konnten die Emissionen um 74 % signifikant reduziert werden. Auch in der Behandlung „KNS +Stroh“ konnte eine Minderung erreicht werden, die Emission von  $29,3 kg N_2O-N ha^{-1} 21 Monate^{-1}$  unterschied sich allerdings nicht signifikant von der Behandlung „KNS +ER“.

## Schlussfolgerungen

Hohe Mengen an leichtverfügbarem C und N aus der Mineralisation der Ernterückstände von Gemüse im Herbst förderte die  $N_2O$ -Freisetzung außerhalb der Vegetationsperiode. Durch Substratentzug (Entfernen der Erntereste) konnte die Emission deutlich vermindert werden. Somit scheint die Abfuhr von Ernteresten eine aussichtsreiche Maßnahme zur Emissionsminderung im Gemüsebau. Durch Stroh-Zugabe zur Nitrat-Immobilisierung im Herbst konnte eine tendenzielle Reduktion der  $N_2O$ -Emission erreicht werden. Diese Maßnahme führte zu einer deutlichen Abnahme des N-Überhangs (Daten nicht dargestellt).

$\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{h}^{-1}$

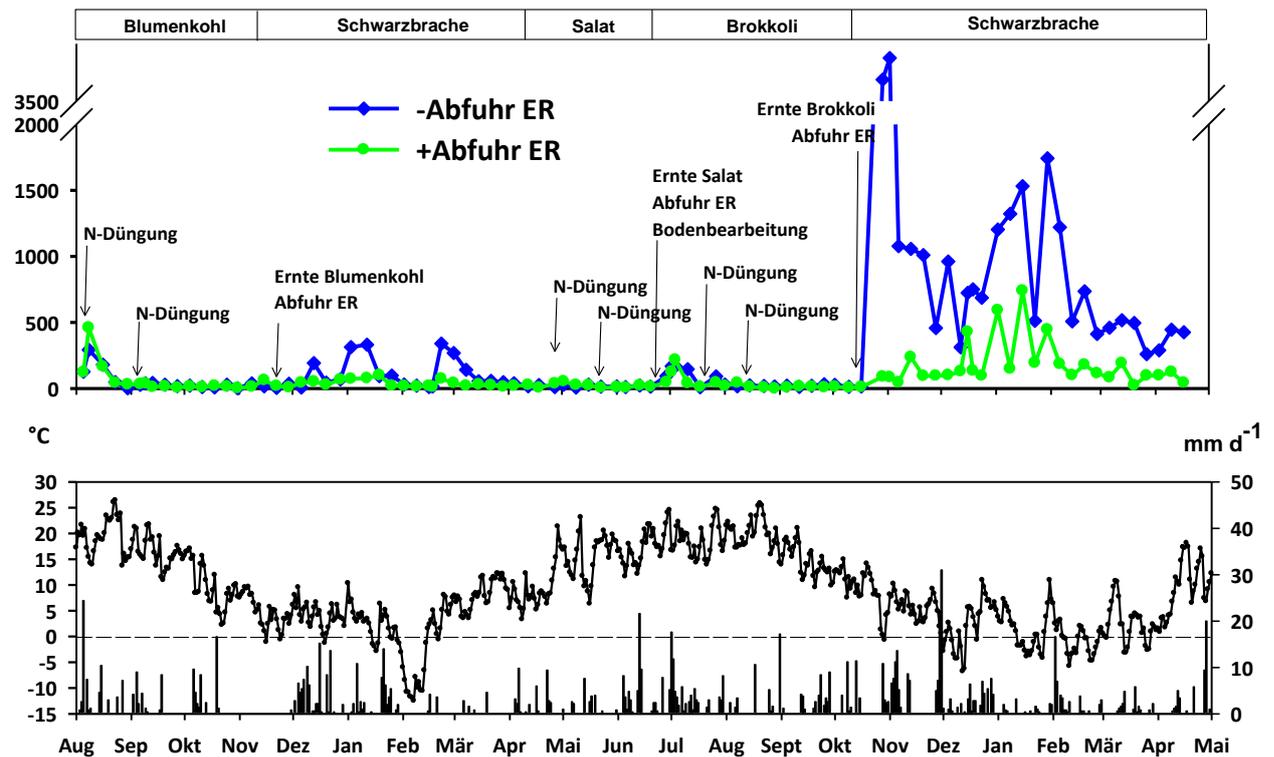


Abb. 2: Mittlere  $\text{N}_2\text{O}$ -Flussraten ( $n=4$ ) in Abhängigkeit vom Management der Ernterückstände (oben) und mittlere Tagestemperatur in 2 m Höhe (Kurve unten) sowie Tagesniederschläge (Balken).

## Literatur

- Crutzen, P.J., 1981: Atmospheric chemical processes of the oxides of nitrogen including nitrous oxide. In: Delwiche, C.C. (Ed.): Denitrification, Nitrification and Atmospheric  $\text{N}_2\text{O}$ . John Wiley & Sons, Chichester, 17-44.
- Feller, C., Fink, M., Laber, H., Maync, A., Paschold, P.-J., Scharpf, H. C., Schlaghecken, J., Strohmeyer, K., Weier, U., Ziegler, J., 2007: Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): 2. Überarbeitete Auflage, Schriftenreihe des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren und Erfurt.
- Flessa, H., Beese, F., 1995. Effects of sugarbeet residues on soil redox potential and nitrous oxide emission. Soil Science Society of America Journal Vol. 59, 1044-1051.
- Flessa H., Dörsch P., Beese F. 1995. Seasonal variation of  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{CH}_4$  fluxes in differently managed arable soils in southern Germany. J. Geophysical Res. 100, 115-124.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger A. (Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland.
- Pfab, H., Palmer, I., Buegger, F., Fiedler, S., Müller, T., Ruser, R., 2012: Influence of a nitrification inhibitor and of placed N-fertilization on  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes from a vegetable cropped loamy soil. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol. 150, 91-101.

Dieses Projekt wird von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert