

## **Auswirkungen des langfristigen ökologischen Landbaus auf bodenbürtige Treibhausgasemissionen**

Gattinger, A.<sup>1</sup>, Skinner, C. <sup>2</sup> Krauss, M.<sup>2</sup> & Mäder, P.<sup>2</sup>

*Keywords: Nitrous oxide, farming systems, greenhouse gases*

*Abstract: Despite the increase in organic cropland, knowledge on the impact of organic farming on soil-derived nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and methane (CH<sub>4</sub>) emissions is rather limited. To improve the knowledge base, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> fluxes were investigated in a 571 day lasting cropping sequence in the "DOK" field trial. Two organic and two non-organic farming systems and an unfertilized control were chosen. For the whole monitoring, the two organic systems combined emitted 40% less N<sub>2</sub>O than the two non-organic ones cumulated on area-scale. Yield-scaled cumulated N<sub>2</sub>O emissions were nearly 10% lower for the organic systems combined, despite the yield gap of 27%. We found that besides N input, management induced soil quality properties drive differences in N<sub>2</sub>O emissions between farming systems as well. This supports the effort to invest in soil quality by ecological intensification not only to lower the environmental burden of agriculture but also to mitigate greenhouse gases.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Es gibt nur eine schwache Wissensbasis über Treibhausgas(THG)-Flüsse in ökologisch bewirtschafteten Böden. Skinner et al. (2014) ermittelten aufgrund der Auswertung von 18 Anbausystemstudien niedrigere flächenbezogene Lachgasemissionen und eine höhere Methanaufnahme im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Böden. Bezogen auf den Ernteertrag stellte sich heraus, dass ökologisch bewirtschaftete Böden aufgrund der Auswertung von 7 Vergleichsstudien mehr N<sub>2</sub>O emittierten als konventionelle. In dieser Studie wollen wir zeigen, dass die ökologische Intensivierung durch den ökologischen Landbau nicht zwangsläufig zu einer ertragssteigernden Lachgasemission im Boden führt. Deshalb haben wir im DOK-Langzeitversuch in Therwil/CH, einem der ältesten und am besten charakterisierten Anbausystemversuche weltweit, THG-Flussmessungen in konventionellen und in nicht gedüngten Anbausystemen unter den gleichen Fruchtfolgen durchgeführt.

### **Methoden**

Im Rahmen des 1978 in Therwil, CH, gegründeten DOK Farming Systems Trial wurden THG-Flussmessungen und begleitende boden- und agronomische Analysen

---

<sup>1</sup> Professur für Ökologischen Landbau, JLU Gießen, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, Deutschland, [andreas.gattinger@agr.uni-giessen.de](mailto:andreas.gattinger@agr.uni-giessen.de), <http://www.uni-giessen.de/oekolandbau>

<sup>2</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse 113, 5070 Frick, Schweiz

durchgeführt. Die Düngeregimes sind in Skinner et al. (2015) beschrieben. Die THG-Messungen wurden mit der Methode der geschlossenen Hauben durchgeführt, wie in Krauss et al. (2017) ausführlich beschrieben, und umfasste eine wöchentliche Beprobung der Bodengase in der Anbaufolge Klee gras / Mais / Gründüngung. Die Konzentration der relevanten Treibhausgase wurde gaschromatographisch bestimmt. Die kumulierten  $\text{N}_2\text{O}$ - und  $\text{CH}_4$ -Emissionen [ $\text{kg ha}^{-1}$ ] wurden pro Kammer mit der Trapezregel (lineare Interpolation zwischen den gemessenen Gasflüssen über den Zeitraum dazwischen) integriert. Die berechneten Emissionen pro Zeitintervall wurden zu den kumulierten Gesamtemissionen pro definiertem Zeitraum summiert. Die 571 Tage dauernde Beobachtungsperiode wurde in die folgenden vier Phasen unterteilt: 2. Jahr Klee gras (24.8.2012 – 7.5.2013, 256 Tage), Bodenbearbeitungsphase (7.5.2013 – 30.5.2013, 23 Tage), Mais-Vegetation (30.5.2013 – 24.9.2013, 117 Tage) und Gründüngung (24.9.2013 – 18.3.2014, 175 Tage). Es wurden insgesamt vier Anbausysteme untersucht - zwei ökologische, (BIODYN: biologisch-dynamisch, präparierter Kompost und Gülle; BIOORG: biologisch-organisch, Rottemist und Gülle) sowie die beiden konventionellen Verfahren: CONFYM: mit Stallmist, Gülle und Mineraldünger, sowie CONMIN: ohne Hofdünger nur mineralische Düngung. Eine ungedüngte Kontrolle, NOFERT, ergänzte den Vergleich.

## Ergebnisse

Für alle untersuchten Anbausysteme wurden die niedrigsten  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen während der Klee gras-Phase und die höchsten während der Maisvegetationsperiode ermittelt, nachdem das Klee gras eingearbeitet wurde, gefolgt von Bodenbearbeitung, Maisaussaat und Düngung. Über den gesamten Beobachtungszeitraum lagen die kumulierten mittleren  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen zwischen 3,73 (BIODYN) und 8,21  $\text{kg N}_2\text{O-N ha}^{-1}$  (CONFYM). Wir fanden einen Effekt der Anbausysteme, der zeigt, dass die flächenbezogenen  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen der beiden ökologischen Systeme (BIODYN und BIOORG) niedriger waren als die Emissionen der beiden konventionellen Systeme CONFYM und CONMIN. Auch während der 117 Tage dauernden Maisanbauphase wurde die gleiche Tendenz beobachtet, die niedrigsten Emissionen aus den organischen Systemen. Für das ungedüngte System NOFERT wurden unerwartet hohe  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen ermittelt. Dort waren die Emissionen von 4,19  $\text{kg N}_2\text{O-N ha}^{-1}$  so hoch wie bei den gedüngten Systemen BIOORG, CONFYM und CONMIN.

Für Mais, für den wir eine vollständige Datenaufzeichnung haben, wurden gleich große  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen zwischen den beiden ökologischen und den beiden konventionellen Systemen gefunden. Dort wurden die höchsten Werte in NOFERT und die mit Abstand niedrigsten  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen in BIODYN ermittelt.

## Diskussion

Gemäß der Metastudie von Skinner et al. (2014) fanden wir die niedrigsten flächenbezogenen  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen in den beiden organisch bewirtschafteten

Systemen. Dies lässt sich durch die geringeren N-Inputs bei Klee gras und Mais erklären. Ein anderes Bild zeigten die ertragsabhängigen N<sub>2</sub>O-Emissionen. Skinner et al. (2014) berichteten über eine höhere N<sub>2</sub>O-Emission für ökologische Anbausysteme basierend auf der Auswertung von 7 Studien. Unsere eigenen Messungen im DOK-Versuch zeigten jedoch keinen Unterschied in den ertragsabhängigen N<sub>2</sub>O-Emissionen zwischen ökologischen und konventionellen Anbausystemen. Dies mag daran liegen, dass die 7 Studien der Metastudie von Skinner et al. (2014) eine größere Ertragslücke zwischen organischen und konventionellen Anbausystemen aufwiesen.

Unerwartete und interessante Ergebnisse wurden durch die Einbeziehung des NOFERT-Systems in die Untersuchungskampagne erzielt. Dort fanden wir eine relativ hohe flächenskalierte und die höchste ertragsskalierte N<sub>2</sub>O-Emission und eine eingeschränkte CH<sub>4</sub>-Aufnahme obwohl nicht gedüngt wurde. Der Grund dafür liegt hierfür möglicherweise in der Freisetzung des N aus dem Klee gras und aus dem Humusabbau. Dies geht einher mit einer früheren Metastudie aus den USA, die zeigt, dass die historische Intensivierung in der Landwirtschaft zur Minderung der Treibhausgasemissionen beigetragen hat, während die Nulldüngung nicht als Minderungsoption betrachtet werden kann (Burney et al., 2010). Bemerkenswert sind auch die auffallend niedrigen N<sub>2</sub>O-Emissionen im BIODYN-System des DOK-Versuchs.

### **Schlussfolgerungen**

Mit dieser Studie wurde der Kenntnisstand der bodenbürtigen THG-Emissionen im ökologischen und konventionellen Landbau verbessert. Der hier vorgestellte Datensatz zeigt außerdem, dass die ertragsskalierten N<sub>2</sub>O-Emissionen im ökologischen Landbau nicht per se höher sind.

### **Danksagung**

Wir danken für die finanzielle Unterstützung dieses Projekts durch die beiden Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Landwirtschaft (BLW) der Schweiz.

### **Literatur**

- Burney JA, Davis SJ & Lobell DB (2010) Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(26):12052-12057.
- Krauss M, Ruser R, Müller T, Hansen S, Mäder P & Gattinger A (2017). Impact of reduced tillage on greenhouse gas emissions and soil carbon stocks in an organic grass-clover ley - winter wheat cropping sequence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 239:324-333.
- Skinner C, Gattinger A, Muller A, Mäder P, Fließbach A, Stolze M, Ruser R & Niggli U (2014): Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Science of the Total Environment* 468–469, 553-563

Skinner, C, Krauss M, Conen F, Hansen S, Mayer J et al. (2015): Emission und Aufnahme von Lachgas und Methan durch Ackerböden in der Fruchtfolgesequenz Kunstwiese – Silomais unter konventioneller und biologischer Bewirtschaftung. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, 17. - 20. März 2015. <http://orgprints.org/26920/>