

N₂O-Emissionen eines schnittgenutzten Klee grasbestandes unter Berücksichtigung von Narbenalter und Düngung

Biegemann, T.¹, Loges, R., Chen S. und Taube, F.

Keywords: grassland, N₂O-emission, clover, ploughing

Abstract

Due to nitrification, nitrification/denitrification and denitrification, agriculture contributes with over 50% to the worldwide N₂O emissions, mainly produced in fertile soils (IPCC, 2007). The availability of easily decomposable organic matter, combined with high soil nitrogen (N) status, promotes the heterotrophic denitrifying bacteria, which are assumed to be responsible for the greater part of soil N₂O emissions. Mechanical soil disturbance like grassland ploughing usually increases the soil pool of easily decomposable matter and the soil N status. A field experiment is carried out on the organic experimental farm Lindhof (54.2°N, 9.5°E), to estimate the N₂O emissions from an organic grassland forage production system with respect to sward age after grassland renovation and N-fertilisation. The experiment includes pure grass and grass clover treatments with undisturbed sward ages of 1, 2, 5 and 17 years after ploughing and reseeding (n=3). Fertilizer treatments consist of 0 kg N ha⁻¹ year⁻¹ and 240 kg N ha⁻¹ year⁻¹, added in the form of cattle slurry. For gas measurement, the closed static-chamber-method was applied (Hutchinson and Mosier, 1981). The so far results (2010/04/09–2010/07/19) showed no significant effects of sward age and organic fertilisation on N₂O-emission during the experimental period of 104 days. The cumulative nitrous oxide losses in selected treatments amount on average to: 0.26 kg N₂O-N ha⁻¹ on the pure grass; 0.28 kg N₂O-N ha⁻¹ on the grass/clover and 0.3 on the grass/clover + N treatment. The cumulative losses in the grass/clover + N plots with different sward ages: 0.26 kg N₂O-N ha⁻¹ from the 1-year-old-sward; 0.29 kg N₂O-N ha⁻¹ from the 2-year-old-sward; 0.33 kg N₂O-N ha⁻¹ from the 5-year-old-sward and 0.32 kg N₂O-N ha⁻¹ from the 17-year-old-sward.

Einleitung und Zielsetzung

In etwa 50% der weltweit anthropogen verursachten Emissionen des klimawirksamen Gases Di-Stickstoffoxid (N₂O) sind dem landwirtschaftlichen Sektor zuzuordnen. Der größte Teil des N₂O resultiert aus dem durch mineralische und organische Düngung gesteigerten Angebot an Bodenstickstoff in Kombination mit leicht abbaubarer organischer Substanz. Von besonderer Bedeutung sind hierbei nitrifizierende und denitrifizierende Bodenmikroorganismen. Während der Oxidation von Ammonium (NH₄⁺) zu Nitrat (NO₃⁻) und der Reduktion von Nitrat (NO₃⁻) zu elementarem Stickstoff (N₂) entsteht jeweils als Zwischenprodukt N₂O. Durch den Einfluss von verschiedenen Umweltfaktoren wie z.B. Temperatur, Bodenfeuchtigkeit und pH-Wert sowie einer erhöhten Verfügbarkeit von leicht mineralisierbarer organischer Substanz wird das N₂O nicht weiter zu N₂ reduziert und schließlich über den Boden in die Atmosphäre emittiert. Hohe Verfügbarkeiten von Stickstoff und leicht mineralisierbarer organischer Substanz treten im Besonderen nach dem Umbruch von Grünland auf. Unter der konservierenden Grünlandnarbe akkumulieren sich über Jahre hohe Mengen an organischer Substanz und organisch gebundenem Stickstoff, welche nach intensiver Bodenbearbeitung durch Mineralisationsprozesse freigesetzt werden.

¹ CAU Institut für Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118, Kiel, Deutschland, tbiegemann@email.uni-kiel.de, <http://www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de/>

Hierdurch werden nicht nur die Auswaschung von Stickstoff ins Grundwasser sondern auch gasförmige Stickstoffverluste (z.B. N_2O) begünstigt. Gerade in ökologisch wirtschaftenden Milchproduktionssystemen stellen weißkleereiche Grünlandbestände eine kostengünstige und proteinreiche Raufutterquelle dar. Der zusätzliche Bodeneintrag von Stickstoff durch symbiotische Stickstofffixierung bei Leguminosen sowie die Ausbringung von organischen Düngern tierischer Herkunft kann die Lachgasfreisetzung zusätzlich begünstigen. Zur Beurteilung der N_2O -Flüsse aus einem ökologisch intensiv bewirtschafteten Grünland sowie der Konsequenzen auf die N_2O -Emissionen nach Grünlandumbruch werden seit März 2010 kontinuierliche Lachgasmessungen in Abhängigkeit von Narbenalter, Düngungsstufe und symbiotischer N-Fixierung auf dem Versuchsgut *Lindhof* (54.2°N, 9.5°O) der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durchgeführt.

Methoden

Bei der Bodentextur auf der Versuchsfläche „Hinterer Weinberg“ handelt es sich um sandigen Lehm mit einem pH-Wert von 5,9. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,7 °C bei einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von 795 mm. Der Versuch ist als split-plot-Design mit drei Wiederholungen pro Variante angelegt. Die Bestandeszusammensetzung bildet ein 4-Schnitt genutzter Gras/Weißkleebestand. Die untersuchten Faktoren beinhalten:

1. Narbenalter
 - a. 1. Jahr
 - b. 2. Jahre
 - c. 5. Jahre
 - d. 17 Jahre
2. Bestandesmanagement
 - Weißklee gras bei 0 kg N/ha
 - Weißklee gras bei 240 kg N/ha als Rindergülle
 - Grasreinbestand bei 0 kg N/ha (als Kontrolle)

Die Gasmessungen wurden nach dem statischen Messkammerprinzip (Hutchinson und Mosier, 1981) mindestens einmal wöchentlich durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde in jeder Variante ein Bodenring (d=60 cm) in einer Tiefe von 15 cm eingelassen. Zu den jeweiligen Messungen wurde dieser Bodenring mit einer luftdichten Haube (Vol.: 104 Liter) für 40 Minuten verschlossen. Im 20-Minuten-Abstand wurden drei Proben mit Hilfe einer Spritze durch ein Septum entnommen und in zuvor vakuumierte 12 ml Glasröhrchen überführt. Durch eine anschließende gaschromatographische Analyse wurden die CO_2 , N_2O und CH_4 Konzentrationen im Probenvolumen ermittelt. Durch lineare Interpolation zwischen den Proben konnten die Flussraten ermittelt werden. Kumulative Verluste ergeben sich aus den linearen Interpolation zwischen den gemessenen Raten.

Ergebnisse und Diskussion

Während des Beobachtungszeitraums (Daten gezeigt vom 09.04.10–19.07.10) wurden zwei Schnittnutzungen und drei Düngerapplikationen mit Rindergülle durchgeführt (80/80/40 kg N ha⁻¹). Die ermittelten N_2O -N-Raten waren in allen Behandlungen verhältnismäßig niedrig und rangierten zwischen 0 kg N_2O -N ha⁻¹ Tag⁻¹ und 0,01 kg N_2O -N ha⁻¹ Tag⁻¹. Es konnten bisher keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Ausgewählte Daten zeigen die ermittelten kumulierten N_2O -N-Flüsse aus der Gras-, Klee/Gras- und der gedüngten Klee/Grasvariante (Abbildung 1), sowie der gedüngten Klee/Gras-

varianten mit unterschiedlichem Narbenalter (Abbildung 2).

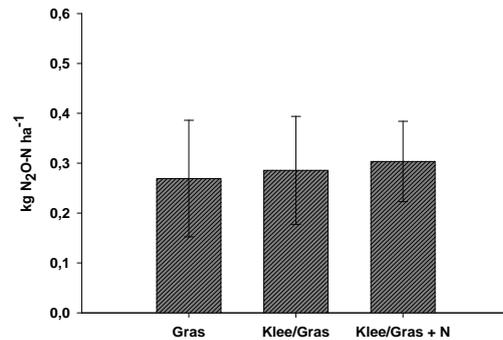


Abb. 1: Kumulative N₂O-N-Emissionen über 104 Tage (09.04.10 – 19.07.10) in der Gras-, Klee/Gras- und Klee/Gras + N- (240 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹) Variante. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung vom Mittelwert an (n=12).

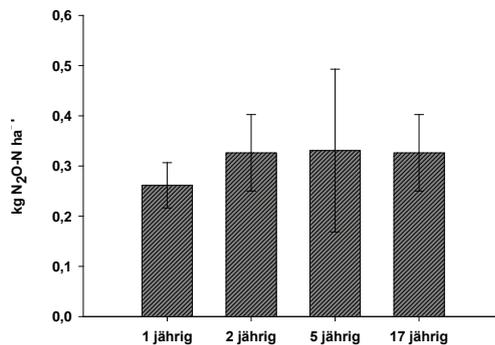


Abb. 2: Kumulative N₂O-N-Emissionen über 104 Tage (09.04.10 – 19.07.10) in der gedüngten Klee/Grasvariante mit unterschiedlichen Bestandesaltern: 1-jährig; 2-jährig; 5-jährig und 17-jährig. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung vom Mittelwert an (n=3).

Über den betrachteten Versuchszeitraum von 104 Tagen lagen im Mittel die kumulativen N₂O-N Emissionen bei: 0,26 kg N₂O-N ha⁻¹ auf den reinen Gras-, 0,28 kg N₂O-N ha⁻¹ auf den ungedüngten Klee/Gras- und 0,3 kg N₂O-N ha⁻¹ auf den gedüngten Klee/Grasvarianten. Abbildung 2 zeigt die kumulativen Verluste von dem gedüngten Klee/Gras mit verschiedenen Narbenaltern. Hier lagen die Verluste bei: 0,26 kg N₂O-N auf dem 1-jährigen; 0,29 kg N₂O-N auf dem 2-jährigen; 0,33 auf dem 5-jährigen und bei 0,32 kg N₂O-N auf dem 17-jährigen Grünland. Im Mittel zeigten die Klee/Gras- und die gedüngten Klee/Grasvarianten in Abbildung 1 höhere N₂O-Emissionen als die Gras-Variante, so dass vermutet werden kann, dass es aufgrund des symbiontischen N-Eintrags die N₂O-Emissionen tendenziell

höher ausfallen. Eindeutigere Effekte sollten im Herbst feststellbar sein, wenn eine erhöhte N-Mineralisation aus der organischen Substanz des Klees unter gleichzeitig feuchten Bodenbedingungen vorherrscht. Das 1-jährige Grünland zeigte gegenüber dem 5-jährigen und 17-jährigen Grünland im Mittel keine höheren, sondern tendenziell geringere N_2O -N-Verluste. Durch das Pflügen im Herbst und der dadurch geförderten N-Mineralisation hätten wir auf dem 1-jährigen Grünland auch noch im Folgejahr erhöhte N_2O -Emissionen erwartet. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Grünlandumbruch im Herbst 2009 stattgefunden hat und die Messungen im März 2010 aufgenommen wurden, so dass die vorläufigen Ergebnisse die kurzfristigen Effekte des Grünlandumbruchs auf die N_2O -N-Emissionen nicht berücksichtigen. Auch hier wird durch die kontinuierlichen Messungen und zwei jeweils im Herbst 2010 und 2011 durchgeführte Grünlandumbrüche eine Datengrundlage zur Verfügung stehen, die eine Basis für weitere Interpretationen zulässt.

Die Studie wird im Rahmen des deutsch-dänischen InterregIVa-Programms in der Zeit von 2010 bis 2012 von der EU finanziell gefördert.

Literatur

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Formally approved at the 10th Session of Working Group I of the IOCC, Paris February 2007.

Hutchinson G.L., A.R. Mosier (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous-oxide fluxes. Soil Science Society of America Journal, 25(2): 311-316.