

Treibhausgasflüsse beim Anbau von Winterweizen und Klee gras

Peter, J.¹, Schmid, H.¹, Schilling, R.², Munch, J.C.², Hülsbergen, K. J.¹

Keywords: Treibhausgase, Emissionen, automatisches Messsystem, Feldexperiment

Abstract

At the experimental station Viehhausen, 30 km north of Munich in Southern Germany, N₂O, CO₂ and CH₄ fluxes between soil and atmosphere were measured to investigate the influence of site-related factors and cultivation-technique on the emissions of these greenhouse gases. Clover-grass as well as several wheat cropping systems (with and without biogas slurry) were analyzed under the conditions of organic farming. This paper shows the results of the vegetation period of 2009. The N₂O emissions from the wheat fields were higher than those from clover-grass fields. Ploughing-in of the legume-grass biomass resulted in releasing distinctive N₂O emissions. For CH₄ fluxes the arable soils were a net sink, especially in cropping systems with winter wheat.

Einleitung und Zielsetzung

Weltweit verursacht die Landwirtschaft 10 bis 12 % der anthropogenen Treibhausgasemissionen bzw. 58 % der N₂O- und 47 % der CH₄-Emissionen (Burney et al. 2010). Bei der pflanzlichen Produktion sind neben den CO₂-Emissionen durch den Einsatz fossiler Energie (Küstermann et al. 2008) die Böden als Quellen und Senken von Treibhausgasen bedeutsam. Aufgrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität der Treibhausgasflüsse, vor allem der N₂O-Flüsse, ist es schwierig, Aussagen zu bewirtschaftungsspezifischen Emissionen zu treffen. Bislang gibt es noch keine ausreichenden Untersuchungen zur N₂O-Freisetzung in Abhängigkeit von der Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung sowie den Standortfaktoren. Allgemein wird von niedrigeren N₂O-Emissionen bei ökologischer Bodennutzung ausgegangen, da die N-Zufuhr um ca. 50 % niedriger liegt als in der konventionellen Landwirtschaft. Zu Lachgasfreisetzungen kann es aber auch kommen, nachdem Klee gras gemulcht wurde (Heuwinkel et al. 2005) oder bei hohen Boden-N-Vorräten.

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes werden Treibhausgasflüsse in Feldexperimenten untersucht. Ziel ist es, den Einfluss von Standortfaktoren und Anbaumaßnahmen auf die Emissionen zu analysieren und Bodenprozessmodelle zu validieren. Ein Schwerpunkt wird auf die Analyse des Fruchtfolgeglieds Klee gras – Winterweizen sowie die Wirkung der organischen Düngung (mit und ohne Biogasgülle, vgl. Reents et al. 2010) gelegt. Vorgestellt werden Ergebnisse zeitlich hoch auflösender Messungen der Treibhausgas-Flüsse in diesen Anbausystemen.

¹ Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, TU München, Alte Akademie 12, D-85350, Freising-Weißenstephan, Deutschland, Johann.Peter@wzw.tum.de, www.wzw.tum.de/oekolandbau

² Institut für Bodenökologie, Helmholtz Zentrum München, Ingolstädter Landstraße, D-85764, Neuherberg, Deutschland, munch@helmholtz-muenchen.de, www.helmholtz-muenchen.de/en/iboe

Methoden

In der Versuchsstation Viehhausen der TU München werden in einem Dauerfeldversuch Wirkungen von Energiepflanzenfruchtfolgen sowie von Biogasgülle auf Böden, Pflanzen und Umwelt unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus analysiert. Der Standort befindet sich im Tertiärhügelland, ca. 30 km nord-östlich von München (480 m N.N., Ø 797 mm Niederschlag, Ø 7,5°C Jahrestemperatur). Bei den untersuchten Böden handelt es sich um Braunerde bis Parabraunerde, sL-L, AZ Ø 55 (Reents et al. 2010). In ausgewählten Versuchsvarianten werden täglich mehrmals N₂O-, CO₂- und CH₄-Flüsse mit einem automatischen Messsystem (Beschreibung des Messprinzips in Flessa et al. 2002) mit hoher zeitlicher Frequenz (mehrere Messungen innerhalb von 24 Stunden pro Messpunkt) in drei Wiederholungen gemessen. Die einzelnen Messungen werden auf Tagesmittelwerte zusammengefasst. Es werden sowohl schnittgenutztes Klee gras als auch verschiedene Weizenanbausysteme (Düngung nur mit Biogasgülle und ohne Düngung) untersucht. Exemplarisch werden Ergebnisse eines Messzeitraums in der Vegetationsperiode 2009 dargestellt. Die N₂O- und CH₄-Emissionen werden für den Messzeitraum vom 1.5. bis 31.8.2009 kumulativ berechnet und die Gesamtemissionen in CO₂-Äquivalenten (CO₂_{2aqu}) nach IPCC (Forster et al., 2006) bestimmt. Versuchsbedingte Unterbrechungen der Messungen (durch Bodenbearbeitung und Erntemaßnahmen) werden durch Mittelwerte des jeweiligen Monats ergänzt.

Ergebnisse

Unter den Bedingungen des Jahres 2009 traten beim Anbau von Winterweizen höhere N₂O-Emissionen als beim Anbau von Klee gras (Schnittnutzung der Biomasse) auf. Eine Düngung mit Biogasgülle erhöhte die N₂O-Emissionen (Abbildung 1).

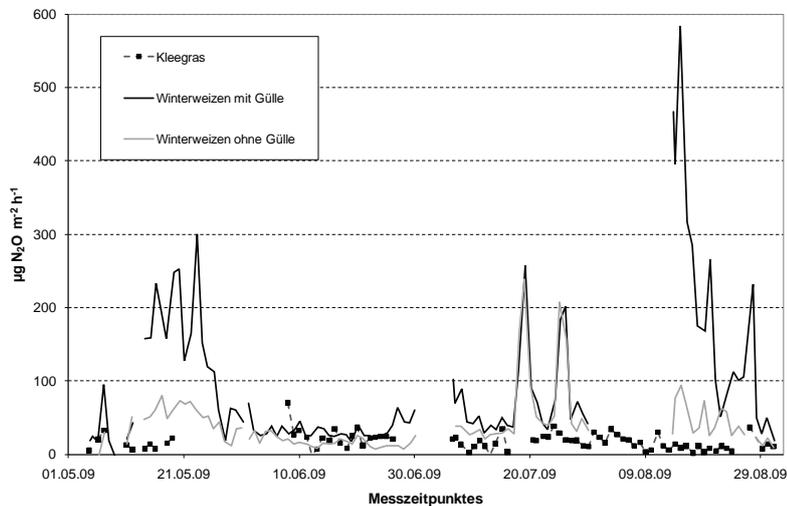


Abbildung 1: Verlauf der N₂O-Emissionen beim Anbau von Winterweizen und Klee gras

Generell ist eine hohe zeitliche Variation der Messwerte festzustellen. Nach Einzelereignissen (Niederschlag, Düngung, Bodenbearbeitung) können ausgeprägte N_2O -Peaks auftreten. Nach dem Klee grasumbruch (nicht dargestellt) wurden im Versuch hohe N_2O -Emissionen im Winterhalbjahr gemessen, während bei intakten, wachsenden, schnittgenutzten Klee grasbeständen geringe Emissionen festgestellt wurden. Das Klee grasmanagement (Umbruchtermin, Nutzung der Biomasse) beeinflusst ebenso die N_2O -Verluste wie die Jahreswitterung. Die Boden- und Klimabedingungen des Untersuchungsstandortes (hohe Niederschläge, zur Verdichtung neigende Böden) führen zu einem hohen standortspezifischen N_2O -Verlustpotenzial (vgl. Flessa et al. 2002, Heuwinkel et al. 2005).

Der Verlauf der CH_4 -Flüsse (Abbildung 2) zeigt, dass die ackerbaulich genutzten Böden überwiegend keine Quelle, sondern eine Senke für CH_4 sind. Der stärkste Abbau von CH_4 erfolgte in der Variante Winterweizen mit Biogasgülle.

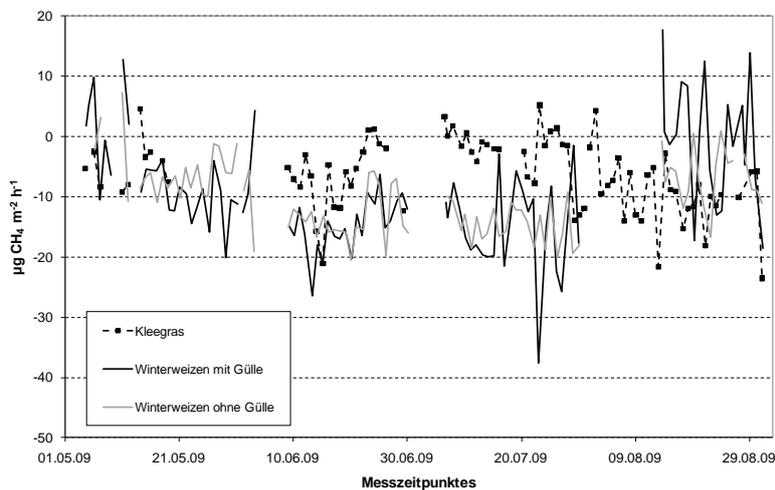


Abbildung 2: Verlauf der CH_4 -Emissionen beim Anbau von Winterweizen und Klee gras

Die kumulativen N_2O -, CH_4 -, und $CO_{2\text{aqu}}$ -Emissionen zeigen, dass die Winterweizensysteme während dieser Messperiode eine deutlich höhere Quelle an Treibhausgasen darstellten als der schnittgenutzte Klee grasbestand (Tabelle 1). Dabei ist zu beachten, dass sich der Messzeitraum vom 1.5. bis 31.8.2009 erstreckt und während dieses Zeitraums das Klee gras nicht umgebrochen wurde. Eine Einbeziehung des Umbruchs in den Messzeitraum kann andere Ergebnisse liefern.

Tabelle 1: Berechnete kumulative N₂O-, CH₄- und CO_{2äqu}-Emissionen über den Messzeitraum 1.5. bis 31.8.2009

	Kleegras	Winterweizen ohne Düngung	Winterweizen mit Biogasgülle
g N ₂ O ha ⁻¹	504	1191	3040
g CH ₄ ha ⁻¹	-175	-287	-259
kg CO _{2äqu} ha ⁻¹	146	348	899

Schlussfolgerungen

Zur hinreichend genauen Erfassung der N₂O-Emissionen ist eine ausreichend hohe Messfrequenz erforderlich (mehrmals täglich). Wie vergleichende Untersuchungen mit Handhauben zeigen, besteht bei nur wöchentlichen Messungen die Gefahr, dass die ausgeprägten N₂O-Peaks nicht erfasst und die N₂O-Verluste unterschätzt werden. Bei der Bewertung der Wirkung einzelner Fruchtarten (z.B. Kleegras) müssen die gesamte Vegetationsperiode und die Nachwirkung auf Folgefrüchte analysiert werden. Dies macht sehr lange Messzeiträume und kontinuierliche Messungen, auch im Winterhalbjahr, erforderlich. Die Messdatenreihen werden in der weiteren Bearbeitung zur Validierung von Bodenprozessmodellen genutzt.

Literatur

- Burney J.A., Davis S.J. und Lobell D.B. (2010): Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. PNAS 107: 12052-12057.
- Flessa H., Ruser R., Schilling R., Löffel N., Munch J.C., Kaiser E.A. und Beese F. (2002): N₂O und CH₄ fluxes in potato fields: automated measurement, management effects and temporal variation. Geoderma 105: 307-325.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Heuwinkel H., Gutscher R. und Schmidhalter U. (2005): Auswirkung einer Mulch- statt Schnittnutzung von Kleegras auf die N-Flüsse einer Fruchtfolge. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 6: 71-79.
- Küstermann B., Kainz M. und Hülsbergen K.-J. (2008): Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 23: 38-52.
- Reents H.J., Kimmelman S., Kainz M. und Hülsbergen K.-J. (2010): Biogas-Fruchtfolgeversuch Viehhäuser - Versuchsanlage und Ertragseffekte auf Winterweizen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischen Landbau (gleicher Tagungsband).