

Einfluss der Landwirtschaft auf die bodenbürtigen N₂O- und CH₄-Gasflußraten

H. J. Hellebrand und V. Scholz

Institut für Agrartechnik Potsdam Bornim e.V. (ATB)

Eine intensive Diskussion über Lachgasemissionen (N₂O) und die tatsächlich erforderlichen Stickstoffgaben beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen entstand in Deutschland mit den Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes zur ökologischen Bilanz von Rapsöl (UBA 1993, 1999). Die von der IPCC angegebenen N₂O-N-Emissionsfaktoren liegen bei 1,25 % und sollen je nach Boden- und Klimabedingungen zwischen 0,25 % und 2,25 % schwanken. Standortabhängig können deutliche Abweichungen auftreten. Mehrere nahmen sich dieser Fragestellung an (z.B. Teepe 1999, Heinemeyer et al. 1998, Hellebrand und Scholz 1997). Um die ökologischen Aspekte nachwachsender Rohstoffe unter den Standortbedingungen Brandenburgs bewerten zu können, wird im Rahmen dieser Arbeit der Einfluss der Bewirtschaftung auf die bodenbürtigen Gasflüsse untersucht.

Versuchsfeld und Gasmessetechnik

Seit Anfang 1997 erfolgen begleitende Gasflussmessungen auf einem Versuchsfeld des ATB (40 Parzellen à 624 m²). Die Ergebnisse der Jahre 1997 und 1998 beruhen auf wöchentlichen Probenahmen mittels ringabgedichteten Gasflusskammern (ca. 60 min Messzeit) und anschließender FTIR-Gasanalyse. Seit 1999 werden die Gasproben viermal wöchentlich mit einem automatisierten GC (nach Loftfield et al. 1997) ausgewertet. Die FTIR-Analyse führt bei der gewählten Messanordnung zu Variationskoeffizienten von 7 % bei der Analyse von N₂O und CH₄ in atmosphärischen Konzentrationsbereichen sowie von etwa 20 % bei der NH₃-Bestimmung sehr geringer Konzentrationen (< 0,5 ppm). Die Standardabweichung beim Bestimmen des massebezogenen Flusses für alle drei Gase liegt im Bereich um 20 µg m⁻² h⁻¹. Die automatisierte GC-Messtechnik hat eine Standardabweichung von 0,6 µg m⁻² h⁻¹ für CH₄ und 0,17 µg m⁻² h⁻¹ für N₂O bei der Untersuchung der bodenbürtigen Flüsse.

Bodenbürtige CH₄- und N₂O-Flüsse

Bei allen Messungen seit 1997 nimmt in der Gasflusskammer während der Messzeit die Konzentration des atmosphärischen Methans geringfügig ab oder die Änderungen bleiben innerhalb der Messfehlergrenze. Dieser bodenwärts gerichtete Methanfluss ist seit langem bekannt und wird Methan abbauenden Mikroorganismen zugeschrieben. Hingegen wurden Emissionen von Methan an dem untersuchten Standort nicht beobachtet. Der CH₄-Abbau korreliert mit der Bodentemperatur (Bild 1).

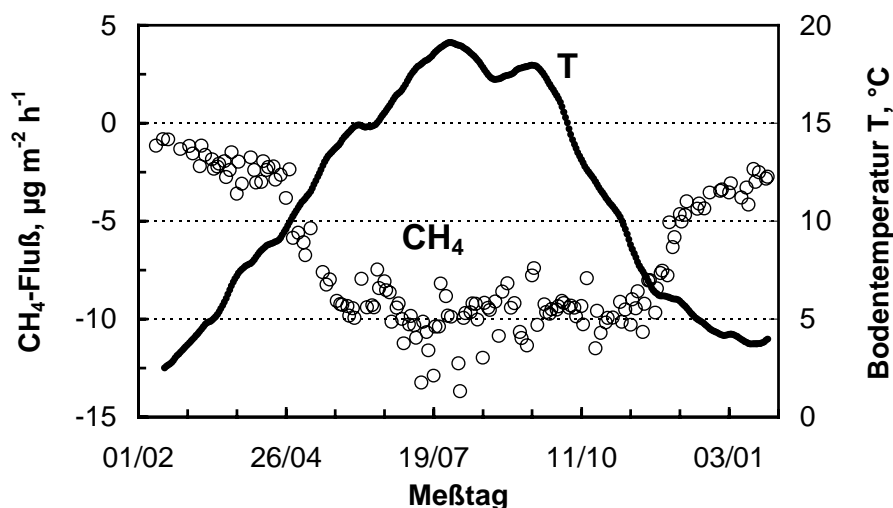


Bild 1 Tagesmittelwerte der CH₄-Flüsse auf Messparzellen und 28-Tage-Gleitmittelwert der Bodentemperatur in 20 cm Tiefe

In der Winterperiode Dezember bis März werden CH_4 -Abbauraten zwischen 0 und ca. $5 \mu\text{g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ beobachtet. Im Zeitraum Juni bis November liegen die Messwerte überwiegend im Bereich von 10 bis $20 \mu\text{g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Als Durchschnittswert über alle Parzellen wird eine CH_4 -Abbaurrate von $700 \text{ g CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auf dem untersuchten Standort ermittelt. Dieser Wert ist vergleichbar mit Ergebnissen anderer Autoren (Teepe 1999) und trägt nur gering zur Senkung der Emissionsbilanz klimarelevanter Gase beim Anbau nachwachsender Rohstoffe bei.

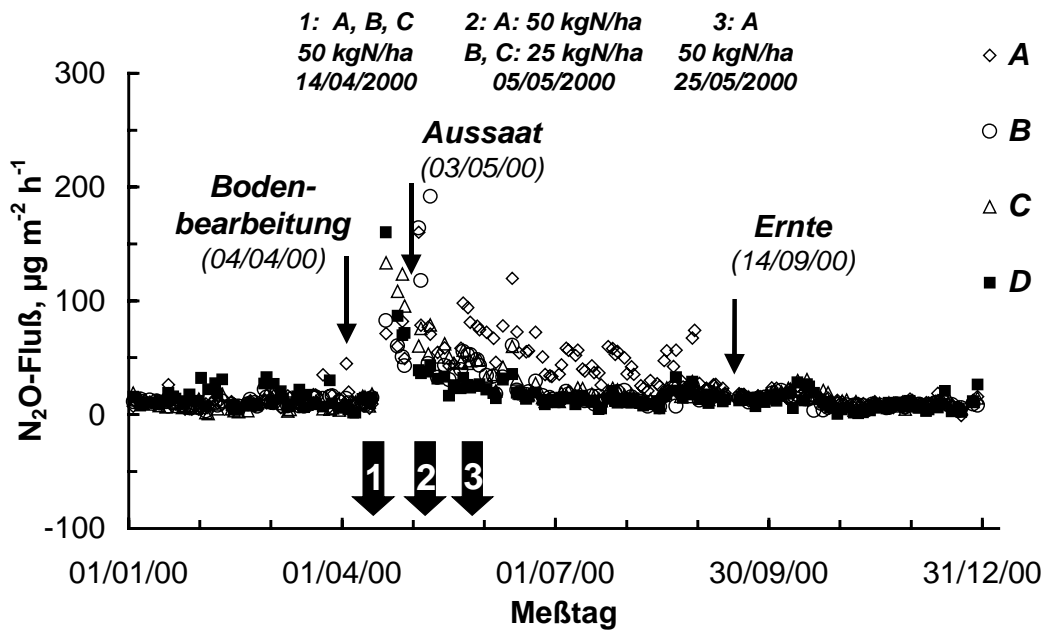


Bild 2 N_2O -Bodenemissionsverlauf 2000 auf Hanfparzellen A, B, C und D. Die Zeitpunkte der Düngungsgaben sind mit Pfeilen gekennzeichnet (A-Parzellen: $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; B- und C-Parzellen: $75 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; D-Parzellen: ohne Düngung)

Düngerinduzierte N_2O -Emissionen konnten in den Messjahren 1997 und 1998 aufgrund niedriger Messfrequenz und Genauigkeit nur qualitativ nachgewiesen werden. Die Anwendung der GC-Messtechnik und die Vervielfachung der Messfrequenz ermöglichten ab 1999 quantitative Aussagen. Signifikant erhöhte Lachgasemissionen treten ab dem Folgetag der Düngungsgabe auf und sind danach noch etwa drei Monate nachweisbar (Bild 2).

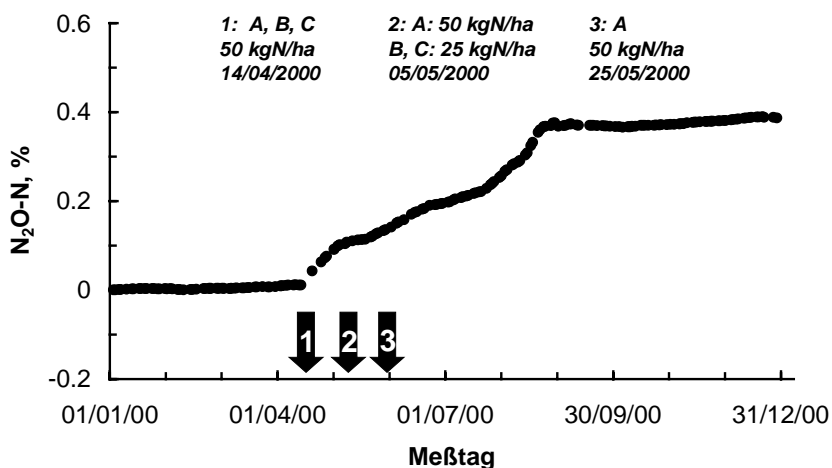


Bild 3 Verhältnis der akkumulierten, düngungsinduzierten $\text{N}_2\text{O-N}$ -Bodenemissionen zur Stickstoffjahresgabe (Gewichtete Mittelwerte aller Parzellen A, B und C als Differenz zum Mittelwert aller Parzellen D). Die Zeitpunkte der Düngungsgaben sind mit Pfeilen gekennzeichnet (s. Bild 2).

Die gewichtete Differenz der akkumulierten Mittelwerte von ungedüngten und gedüngten Parzellen liefert Aussagen zum N₂O-N-Emissionsfaktor (Bild 3). Am untersuchten lehmig-sandigen Standort treten düngerinduzierten Emissionen in einem Bereich von etwa 0,2 % bis 1,2% auf. Als Mittelwert über drei Jahre und alle Parzellen ergibt sich ein N₂O-N-Emissionsfaktor von 0,4 %. Dieser Wert liegt am unteren Ende des vom IPCC empfohlenen Ansatzes für die Bestimmung düngerinduzierter N₂O-N-Emissionen. Die Lachgasemissionen auf dem untersuchten Standort beeinträchtigen deshalb die Umweltbilanz nachwachsender Rohstoffe nur in einem geringen Ausmaß.

Schlussfolgerungen

- Der Beitrag des Methanabbaus zur Entlastung der Emissionsbilanz klimarelevanter Gase beim Anbau nachwachsender Rohstoffe ist mit 0,7 kg CH₄ ha⁻¹ a⁻¹ nur unwesentlich.
- Der mittlere N₂O-N Emissionsfaktor auf lehmig-sandigen Standorten fällt mit 0,4 % deutlich niedriger aus als nach den IPCC-Mittelwertvorgaben für Lachgasinventuren erwartet. Die N₂O-Emissionen auf dem untersuchten Standort beeinträchtigen deshalb die Umweltbilanz nachwachsender Rohstoffe nur in einem geringen Ausmaß.

Literatur

Heinemeyer, O., M. Kücke, K. Kohrs, E. Schnug, J. C. Munch und E.-A. Kaiser (1998): Lachgasemissionen beim Rapsanbau. Landbauforsch Völkenrode Sonderheft 190 S. 173-181

Hellebrand, H.J. und V. Scholz (1997): Düngerstimulierte Gasemissionen. Landtechnik 52, 6 (1997), S. 302-303

Loftfield, N., H. Flessa, J. Augustin und F. Beese (1997): Automated gas chromatographic system for rapid analysis of the atmospheric trace gases methane, carbon dioxide, and nitrous oxide. Journal of Environmental Quality 26, S. 560-564

Teepe, R. 1999: Quantifizierung der klimarelevanten Spurengasflüsse Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) beim Anbau der nachwachsenden Rohstoffe Pappelholz und Rapsöl. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, Bd. 158, 126 S.

UBA 1993: Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselmotorkraftstoff (Ökobilanz Rapsöl). Texte 4/93, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin 1993

UBA 1999: Aktuelle Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu Dieselmotorkraftstoff. Texte 79/99, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin 1999