

# Spurengasemissionen aus organischen Düngemitteln

## Ein Vergleich von Rinder- und Schweinegülle

Die Forschergruppe „Klimarelevante Gase“ der Universität Hohenheim führt seit 1999 einen Feldversuch zur Messung von Spurengasen aus Ackerflächen durch. In einem Versuch zum Einfluss der N-Formen auf die N<sub>2</sub>O-Emissionen wurden zwei unterschiedliche Arten von Gülle (Rind, Schwein) untersucht. Dabei ergab sich, dass die N<sub>2</sub>O-N-Emissionen nur sehr gering mit den ausgebrachten NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Mengen der Gülle korrelieren. Einen weitaus größeren Einfluss hatte bei diesem Versuch die mit der Gülle ausgebrachte Wassermenge.

Dipl.-Ing. sc. agr. Ilona Motz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Garbenstraße 9, 70593 Stuttgart, e-mail: [ilomotz@uni-hohenheim.de](mailto:ilomotz@uni-hohenheim.de)) und promoviert über „Bestimmung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Ackerflächen“. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Heinz Dieter Kutzbach ist Leiter des Fachgebiets Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik am Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, und Sprecher der Forschergruppe „Messung, Modellierung und Minderung von Gasemissionen aus landwirtschaftlichen Betriebssystemen“.

### Schlüsselwörter

N<sub>2</sub>O, Treibhauseffekt, Gülle, NH<sub>4</sub>, Ackerflächen

### Keywords

N<sub>2</sub>O, greenhouse effect, slurry, NH<sub>4</sub>, arable land

Der Treibhauseffekt stellt ein großes Problem dar für die Umwelt und somit auch für die Landwirtschaft. Der Anteil von N<sub>2</sub>O aus der Landwirtschaft wird auf 47% [1] der gesamten N<sub>2</sub>O Emissionen geschätzt. Möglichkeiten zur Minderung werden in vielen Institutionen untersucht. An der Universität Hohenheim wird seit 1995 eine Forschergruppe von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert, um Spurengasemissionen aus der Landwirtschaft zu untersuchen und Wege zu deren Minderung aufzuzeigen.

In der Nähe der Universität Hohenheim ist seit 1999 ein Langzeitfeldversuch zur Messung von Spurengasen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>) aus Ackerflächen bei wendender/nichtwendender Bodenbearbeitung und leguminosenreicher/leguminosenarmer Fruchtfolge angelegt. Parallel werden auf benachbarten Flächen zusätzliche Versuche durchgeführt, um Einflüsse aus Düngung und Bodenbearbeitung zu quantifizieren. Einer dieser Versuche zur Messung von Lachgasemissionen nach Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle fand im Herbst 1999 statt. Dabei wurden vor allem die Einflüsse unterschiedlicher N-Formen auf die Emissionsraten untersucht.

### Material und Methoden

Die Emissionen wurden mit dem Hohenheimer Messkammersystem gemessen, einer sogenannten „closed-chamber“ Methode (Bild 1). Die

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung der ausgebrachten Gülle

Table 1: Chemical composition of applied slurry

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [%]	N <sub>total</sub> [%]	TS [%]	pH
Rindergülle	1,45	3,30	7,29	7,5
Schweinegülle	3,00	4,93	7,12	6,8

Proben wurden der Messkammer auf einer Fläche von 1 m<sup>2</sup> automatisch entnommen. Sie wurden mittels Gaschromatografie analysiert. Pro Schließzeit wurden fünf Proben genommen. Die Schließzeiten betragen 20 min für die ersten vier Schließungen und 1 h für alle folgenden. Die drei Varianten waren Rindergülle, Schweinegülle (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) und Schweinegülle (N<sub>total</sub>). Die chemische Zusammensetzung ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Mengen der Schweinegülle wurden entsprechend dem Ammoniumgehalt und dem Gesamtstickstoffgehalt von 2 l/m<sup>2</sup> Rindergülle ( $\hat{=}$  20 m<sup>3</sup>/ha) berechnet. Bei der Variante Schweinegülle (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) wurden deshalb 1,34 l/m<sup>2</sup> und bei der Variante Schweinegülle (N<sub>total</sub>) 0,96 l/m<sup>2</sup> ausgebracht. Die drei Varianten wurden jeweils vier mal wiederholt. Die Gülle wurde mit Prallteller ausgebracht und mit einem Kultivator von Hand etwa 5 cm tief eingearbeitet.



Bild 1: Hohenheimer Messkammer

Fig. 1: Hohenheim chamber

	Rinder- gülle	Schweine- gülle N <sub>total</sub>	Schweine- gülle NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Bestimm- theitsmaß r <sup>2</sup>
Kumulierte N <sub>2</sub> O-N- Emission nach zehn Tagen [µg/m <sup>2</sup> ]	233796	135697	97576	
Ausgebr. NH <sub>4</sub> [g/m <sup>2</sup> ]	29,00	40,17	28,78	0,0529
Menge der ausgebr. Gülle [l/m <sup>2</sup> ]	2,00	1,34	0,96	0,9911

## Ergebnisse

Die N<sub>2</sub>O-N-Emissionen der drei Varianten sind – mit Ausnahme der ersten Probennahme – statistisch nicht signifikant unterschiedlich ( $\alpha = 0,05$ ), was vor allem an der hohen Standardabweichung liegt. Dieses Phänomen ist auf die hohe Flächenvariabilität des Lachgases zurückzuführen. Die Emissionen und die Standardabweichungen einer Variante (Schwein NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) des N<sub>2</sub>O-N während der ersten 24 Stunden und der folgenden Tage (Bild 2) verdeutlichen dies.

Die prozentualen Anteile von emittiertem N<sub>2</sub>O-N am Gesamt-N betragen 0,4 % (Rindergülle), 0,2 % (Schweinegülle (N<sub>total</sub>)) und 0,3 % (Schweinegülle (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)). Dementsprechend war der Anteil an emittiertem N<sub>2</sub>O-N relativ gering.

Die Emissionen wurden mit einigen chemischen Eigenschaften korreliert (Tab. 2). Das Ergebnis dieser Berechnungen zeigt, dass die Emission von N<sub>2</sub>O-N sehr gering mit dem NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Gehalt der Gülle korreliert. Dies passt allerdings recht gut zum Verhalten des NH<sub>3</sub>, da die NH<sub>3</sub>-Emissionen nach [3] positiv mit dem NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Gehalt korrelieren und das NH<sub>3</sub> in der Regel ein entgegengesetztes Verhalten zum N<sub>2</sub>O zeigt [4].

Das N<sub>2</sub>O-N ist dagegen positiv korreliert mit dem Gehalt des organisch gebundenen N. Daraus lässt sich folgern, dass N<sub>2</sub>O hauptsächlich aus dem Abbau organischer Substanz entsteht und nicht wie NH<sub>3</sub> aus dem NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N.

Zusätzlich trugen die relativ geringen Mengen an ausgebrachter Gülle – und somit an Wasser – zu eher aeroben Bedingungen im Boden bei. Das wird auch durch die hohe Korrelation von Emissionsrate und ausgebrachter Güllmenge, also ausgebrachte Menge an Wasser, bestätigt. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass um so mehr N<sub>2</sub>O gebildet wird, je anaerober die Bedingungen sind, was mit der allgemeinen wissenschaftlichen Lehrmeinung übereinstimmt.

## Schlussfolgerungen

Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die N<sub>2</sub>O-Emissionsrate in diesem Versuch mehr von den Mengen an ausgebrachtem Wasser beeinflusst wurde als vom NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Gehalt. Von diesem Standpunkt aus erscheint es ratsam, die Gülle nicht zu stark zu verdünnen. Dies wiederum bestätigt die

Tab. 2: Emissionsraten und ihre Korrelation mit NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Gehalt und Menge ausgebrachten Gülle

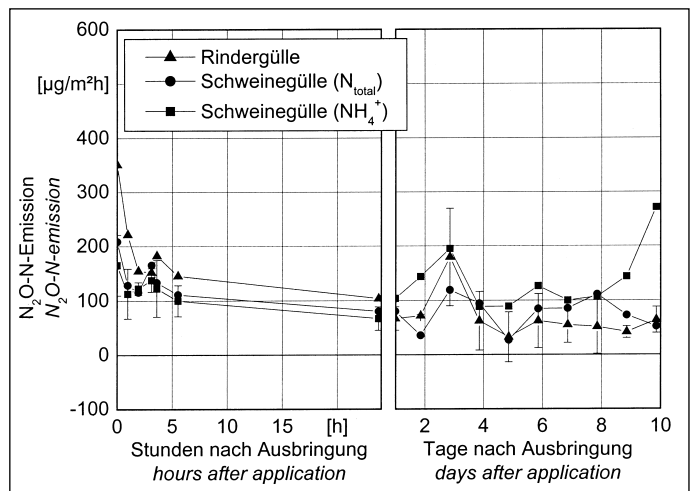
Table 2: Emission rates and their correlation with NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-content and amount of applied slurry

schon oft beobachtete Eigenschaft von N<sub>2</sub>O, sich konträr zum NH<sub>3</sub> zu verhalten [4]. Es gibt auch Versuchsergebnisse, bei denen die N<sub>2</sub>O Emissionen nicht mit den ausgebrachten Wassermengen korrelieren [2]. Bei diesem Versuch war allerdings die Bodenfeuchte schon bei Versuchsbeginn sehr hoch, was dieses Ergebnis – auch nach Angaben des Autors selbst – erklären könnte.

Ob die tatsächliche Emission von N<sub>2</sub>O-N oder von NH<sub>3</sub>-N höher ist, sollte nun noch durch weitere Versuche ermittelt werden.

Bild 2: N<sub>2</sub>O-N-Emissionen während der ersten 24 h und während der folgenden Tage nach der Gülleausbringung

Fig. 2: N<sub>2</sub>O-N-emissions during the first 24 h and during the following days after slurry application



## NEUE BÜCHER

### Verfahren zur Nutzung von Knick- und Schwachholz für dezentrale Heizwerke

Von Dirk K. Stübiger. VDI-MEG Schrift 361. Vertrieb: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Max-Eyth-Straße 6, 24098 Kiel; 2000, 191 S., 81 Abb., 38 Tab., 25 DM. Die von Natur aus anfallende Biomasse zu verwerten, ist ökologisch sinnvoll. Das gilt im Wald für die Durchforstung und am Knick für die Pflege. Da der Aufwand derzeit recht hoch ist, sind rationelle Verfahrenstechniken notwendig, die im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes untersucht wurden. Nach einer Charakterisierung der Biomasse (Schwach- und Knickholz) beschreibt die Arbeit Lösungen, um das breite Schwad aufzunehmen und zu zerkleinern. Schwerpunkte bei der Auswahl der Komponenten für die Verfahrenskette ist die Forderung nach der Nutzung landtechnischer Maschinen, wie sie in landwirtschaftlichen Unternehmen vorhanden sind. Der Leistungsbedarf eines Holzhackers ist hoch, der des Fahrtriebs dagegen gering. Eine Möglichkeit, diese Forderungen

## Literatur

- [1] Kroeze, C.: Nitrous Oxide and Global Warming. Science of the Total Environment 143 (1994), no. 2/3, pp. 193-209
- [2] MacTaggart, I. P., J. T. Douglas, H. Clayton and K. A. Smith: Nitrous oxide emissions from slurry and mineral nitrogen fertilizer applied to grassland. Gaseous Nitrogen Emissions of Grasslands. Ed. Jarvis, S. C. & B. F. Pain, 1997, pp. 201-209
- [3] Misselbrook, T. H., D. R. Chadwick, P. J. Hobbs and B. F. Pair: Control by Dietary Manipulation of Emissions from Pig Slurry Following Land Spreading. Proceedings of the International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, Vinkeloord (Netherlands), ed.: Voermans, J. A. M. & G. J. Monteny, 1997, vol. 1, pp. 261-266
- [4] Reitz, P. und E. Schürer: Niederschlag senkt NH<sub>3</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen. Landtechnik 54 (1999), H. 6, S. 348-349

gen hinsichtlich Leistung, Fahrwerk und Antrieb zu erfüllen, bietet der selbstfahrende Feldhäcksler. Der Unterschied und die Innovation zu existierenden Lösungen liegen in dem Ziel, die bisher absätzig Arbeitsweise durch eine kontinuierliche zu ersetzen. Antrieb, Hackertrommel und Aufnahme werden nach Vorgaben früherer Untersuchungen dimensioniert. Die Praxis beim Einsatz dieser Aggregate zeigt, dass viele der Knicks mehr Biomasse aufweisen als ursprünglich ermittelt worden ist. Also werden Vorschläge gemacht, um die nicht gelungene kontinuierliche Arbeitsweise zu realisieren.

In der Arbeit wird außerdem der Transport der Holzhackerschnitzel mit dem Wechsel-Container-System untersucht. Die Holzhackerschnitzel fallen sehr feucht an. Das mindert den Energiegehalt und beeinträchtigt die Lagerung. Daher werden Verfahren zur Belüftungstrocknung erprobt, die die Selbsterwärmung der Holzhackerschnitzel ausnutzen. Das erlaubt kostengünstige Lösungen innerhalb der Knicksaison sowie für die Lagerung zum nächsten Herbst.