

# Niederschlag senkt NH<sub>3</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emission

## Emissionen von Ammoniak, Lachgas und Methan nach der Ausbringung von Flüssigmist

Die Höhe der NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>-Emissionen wird besonders von der herrschenden Witterung während der Flüssigmist-Ausbringung beeinflusst, weshalb der Einfluss unterschiedlicher Niederschlags-höhen untersucht wurde. Mit steigender Niederschlagshöhe nehmen die Ammoniak- und Methanemissionen ab, während die Lachgasemissionen zunehmen. Da die prozentualen N-Verluste in Form der Ammoniakemissionen bedeutend höher sind als die Lachgasemissionen, sollte der Flüssigmist zur effizienteren N-Ausnutzung vor Niederschlägen ausgebracht werden.

Dipl.-Ing.agr. Petra Reitz und Dipl.-Ing.agr. Elke Schürer sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. H.D. Kutzbach) der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart; e-mail: schirmer@uni-hohenheim.de, ESchuerer@yahoo.de.

### Schlüsselwörter

Emissionen von Ammoniak, Lachgas und Methan, Flüssigmistausbringung, Niederschlag

### Keywords

Emissions of ammonia, nitrous oxide and methan, slurry application, rainfall

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99603 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Landwirtschaft mit intensiver Tierhaltung ist einer der Hauptverursacher der Emissionen von Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Methan (CH<sub>4</sub>). NH<sub>3</sub> wirkt sich umweltschädigend aus, während N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> direkt klimarelevante Gase sind [1]. Es wurden verschiedene Einflussfaktoren, wie Ausbringverfahren, Vorbehandlungen und Witterungsbedingungen, auf die NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen nach der Flüssigmistausbringung auf Grünland untersucht [2, 3]. In der vorliegenden Untersuchung sollte geprüft werden, wie sich unterschiedlich hohe und unmittelbar nach der Ausbringung auftretende Niederschläge auf die Emissionen von NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> auswirken.

### Durchführung der Untersuchungen

Die Untersuchung der NH<sub>3</sub>-Emissionen wurde im August 1998 in Hohenheim durchgeführt, die N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen wurden im Allgäu erfasst. Hierzu wurden drei Windtunnel- und acht Messkammersysteme im Parallelbetrieb eingesetzt [2, 3]. Es wurde der Einfluss von Niederschlägen mit 0, 7 und 14 mm Höhe bestimmt. Bei den NH<sub>3</sub>-Emissionen wurden die drei Niederschlagsvarianten zeitgleich untersucht [2]. Für die Variante ohne Niederschlag wurden bei den N<sub>2</sub>O-Emissionen die Ergebnisse einer im Juni 1997 durchgeführten Untersuchung herangezogen, die CH<sub>4</sub>-Emissionen entsprechen dem Ergebnis von mehreren Untersuchungen. In Tabelle 1 sind Zusammensetzung und Ausbringmenge des ver-

wendeten Flüssigmists sowie die Witterungsbedingungen während der Untersuchungen aufgeführt. Es wurde für das Allgäu typischer verdünnter Rinderflüssigmist verwendet, der mit Hilfe einer Gießkanne mit Pralltellervorsatz breitflächig ausgebracht wurde. Unmittelbar danach wurden die Niederschläge mit einer Gießkanne mit Sprengelkopf simuliert. Die Untersuchungsdauer betrug zwei Tage für NH<sub>3</sub>. Die N<sub>2</sub>O-Untersuchungen dauerten zehn beziehungsweise 14 Tage, die CH<sub>4</sub>-Emissionen wurden neun Stunden lang untersucht.

### Emissionen von Ammoniak, Lachgas und Methan

Sowohl bei den NH<sub>3</sub>-N-Emissionen als auch bei den CH<sub>4</sub>-Emissionen wurden die höchsten Emissionsraten unmittelbar nach der Ausbringung ermittelt (Bild 1 und 3). Bei 0 mm Niederschlag wurden die höchsten ku-

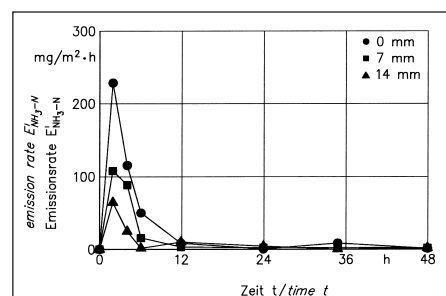


Bild 1: Einfluss des Niederschlags auf NH<sub>3</sub>-N-Emissionsraten

Fig. 1: Influence of rainfall on NH<sub>3</sub>-N-emission rates

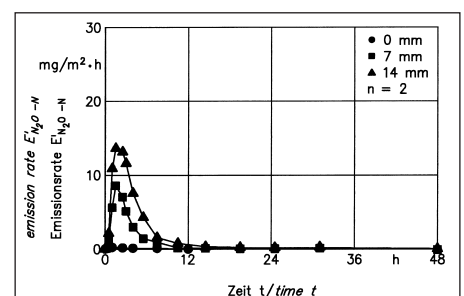


Bild 2: Einfluss des Niederschlags auf N<sub>2</sub>O-N-Emissionsraten

Fig. 2: Influence of rainfall on N<sub>2</sub>O-N-emission rates

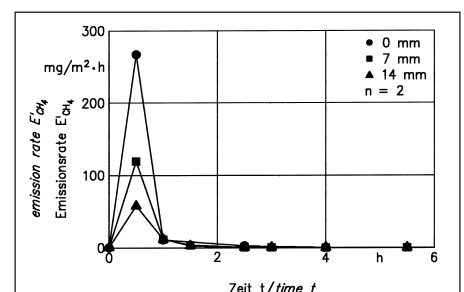


Bild 3: Einfluss des Niederschlags auf CH<sub>4</sub>-Emissionsraten

Fig. 3: Influence of rainfall on CH<sub>4</sub>-emission rates

Tab. 1: Verwendeter Flüssigmist und Witterungsbedingungen

Table 1: Used slurry and climatic conditions

| Flüssigmist                       |             | TS [%]              | pH                 | C <sub>NH4-N</sub> [g/kg] | m <sup>FM</sup> [kg/m <sup>2</sup> ] | m <sup>NH4-N</sup> [mg/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|---|
| NH <sub>3</sub>                   | 0, 7, 14 mm | 5,8                 | 7,6                | 1,37                      | 2,9                                  | 3973                                    |
| N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> | 0 mm        | 5,9                 | 7,0                | 1,24                      | 3,0                                  | 3720                                    |
| N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> | 7, 14 mm    | 5,2                 | 7,2                | 1,15                      | 3,0                                  | 3435                                    |
| Witterung                         |             | δ <sub>L</sub> [°C] | φ <sub>L</sub> [%] | δ <sub>BO</sub> [°C]      | U <sub>BO</sub> [%]                  | R [W/m <sup>2</sup> ]                   |
| NH <sub>3</sub> *                 | 0, 7, 14 mm | 18-36               | 20-100             | 20-35                     | 13-20                                | 0-300                                   |
| N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> | 0mm         | 15-26               | 50-92              | 17-20                     | 31-33                                | 0-283                                   |
| N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> | 7, 14 mm    | 16-34               | 31-100             | 18-26                     | 15-22                                | 0-766                                   |

\*v<sub>L</sub> im Windtunnel = 1 m/s

Tab. 2: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Table 2: Summary of experiments results

| Emissionen | kum. abs. Emissionen [mg/m <sup>2</sup> ] |                    |                 | kum. rel. Emissionen [% NH <sub>4</sub> -N] |                    |                 | Änderungen [%]     |                    |                 |
|------------|---|--------------------|-----------------|---|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|            | NH <sub>3</sub> -N                        | N <sub>2</sub> O-N | CH <sub>4</sub> | NH <sub>3</sub> -N                          | N <sub>2</sub> O-N | CH <sub>4</sub> | NH <sub>3</sub> -N | N <sub>2</sub> O-N | CH <sub>4</sub> |
| Gas        |   |                    |                 |   |                    |                 |                    |                    |                 |
| Zeit       | 2 d                                       | 10-14 d            | 3-9 h           | 2d  | 10-14 d            |                 | 2d                 | 10-14 d            | 3-9 h           |
| 0 mm       | 941                                       | 22                 | 298             | 24  | 0,6                | -               | -                  | -                  | -               |
| 7 mm       | 518                                       | 81                 | 213             | 13  | 2,4                | -45             | +268               | -29                |                 |
| 14 mm      | 311                                       | 142                | 123             | 8   | 4,1                | -67             | +546               | -59                |                 |

mulierten NH<sub>3</sub>-N- und CH<sub>4</sub>-Emissionen bestimmt (Tab. 2). Verglichen hiermit wurden die NH<sub>3</sub>-N-Emissionen bei einem Niederschlag von 7 mm um 45 % und von 14 mm um 67 % reduziert [2]. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen wurden durch die gleichen Niederschlagsmengen um 29 bis 59 % reduziert. Da die CH<sub>4</sub>-Emissionen teilweise schon nach drei Stunden unter die Hintergrundemission sanken, verkürzte sich entsprechend die Berechnung der kumulierten Emissionen. Durch die Niederschläge wurde der Flüssigmist verdünnt und von den Pflanzen abgewaschen, so dass die Infiltration in den Boden erheblich verbessert war. Weiterhin wurden die NH<sub>3</sub>- und CH<sub>4</sub>-Konzentration im Flüssigmist und der Partialdruck verringert, wodurch weniger NH<sub>3</sub> und CH<sub>4</sub> aus dem Flüssigmist emittierte. In der Literatur wurden die NH<sub>3</sub>-N-Emissionen zumeist bei Niederschlägen von 10 mm Höhe untersucht. In Abhängigkeit anderer Faktoren, wie etwa Bodenfeuchte oder TS-Gehalt, streuen die ermittelten Emissionsreduzierungen im Bereich von 48 bis 89% [4, 5, 6] und sind vergleichbar mit den eigenen Ergebnissen [2]. Hinsichtlich der CH<sub>4</sub>-Emissionen gab es bisher noch keine entsprechenden Untersuchungen [3].

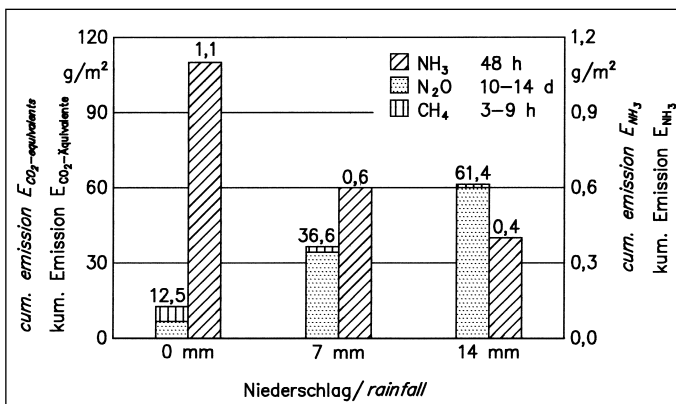
Eine deutliche Emissionsreduzierung ist nur bei intensiven oder länger anhaltenden Niederschlägen möglich. Da der Großteil der NH<sub>3</sub>-N- und CH<sub>4</sub>-Emissionen in den ersten Stunden nach der Ausbringung auftritt, ist die emissionsreduzierende Wirkung umso höher, je kürzer die Zeitspanne zwischen

Ausbringung und Niederschlag ist [2, 3, 7, 8].

Im Gegensatz hierzu wurden die N<sub>2</sub>O-N-Emissionen mit zunehmenden Niederschlägen extrem erhöht. Ein Niederschlag von 7 mm verursachte eine Emissionserhöhung um knapp 270%. Die höchsten Emissionsraten wurden auch hier kurz nach der Ausbringung ermittelt (Bild 2). N<sub>2</sub>O entsteht zum größten Teil bei der Denitrifikation von Nitrat (NO<sub>3</sub>) im Boden, wobei die Denitrifikationsrate umso höher liegt, je feuchter der Boden ist [9]. Wird mit dem zugeführten Wasser auch leicht lösliche organische Substanz aus dem Flüssigmist eingebracht, so besitzen die denitrifizierenden Bakterien eine zusätzliche Energiequelle. Die höchsten N<sub>2</sub>O-Emissionen treten schließlich dann auf, wenn gleichzeitig mit der Denitrifikation auch die Nitrifikation als NO<sub>3</sub>-Quelle stattfindet [10]. Dies ist insbesondere bei einer hohen NH<sub>4</sub>-N-Zuführung mit dem Flüssigmist gegeben.

Bild 4: Kumulierte NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> berechnet als CO<sub>2</sub>-Äquivalente

Fig. 4: Cumulative NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O- and CH<sub>4</sub>-emissions, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> calculated as CO<sub>2</sub>-equivalents



## Bewertung der Gesamtemissionen

Um die emissionsreduzierende Wirkung eines Einflussfaktors hinsichtlich aller emittierten Gase zu beurteilen, werden die Treibhauspotentiale der verschiedenen Gase in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. N<sub>2</sub>O besitzt eine 270-fache und CH<sub>4</sub> eine 11-fache Treibhauswirkung wie CO<sub>2</sub> [1]. Eine Berechnung des spezifischen Treibhauspotentials für NH<sub>3</sub> ist allerdings schwierig, da es nur indirekt klimawirksam ist. Nach [11] lässt sich ein vereinfachter Umrechnungsfaktor für NH<sub>3</sub> von 110 berechnen, der jedoch nicht allgemein anerkannt ist. In Bild 4 sind die kumulierten absoluten NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen dargestellt. Entsprechend dem genannten Problem wurden nur die N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Würde für NH<sub>3</sub> der Faktor 110 verwendet, wären die höchsten Gesamtemissionen bei trockener Witterung zu erwarten. Dann könnte eine wirkungsvolle Emissionsreduzierung durch die Ausbringung des Flüssigmists kurz vor Niederschlägen erreicht werden. Läge der NH<sub>3</sub>-Faktor bei 80 [12], wäre fast kein Unterschied zwischen den Gesamtemissionen der hier untersuchten Niederschlagsvarianten zu verzeichnen.

## Fazit

Die Beurteilung der emissionsreduzierenden Wirkung eines Einflussfaktors hängt im hohen Maße von den eingesetzten Umrechnungsfaktoren für die einzelnen Gase ab. Solange keine allgemeingültigen Faktoren bestehen, kann dem Landwirt keine konkrete Empfehlung zur Emissionsreduzierung der umwelt- und klimarelevanten Gase gegeben werden. Allerdings wird eine effiziente N-Ausnutzung bereits durch die Ausbringung des Flüssigmists vor Niederschlägen erreicht, da der prozentuale NH<sub>3</sub>-N-Verlust bedeutend höher ist als der N<sub>2</sub>O-N-Verlust. Wird gleichzeitig darauf geachtet, dass die N-Zufuhr nicht über den Bedarf der Pflanzen hinausgeht, können damit auch die N<sub>2</sub>O-Emissionen gesenkt werden [13].