

Gabi Ammler und Eberhard Hartung, Hohenheim, sowie Wolfgang Büscher, Halle

## Flüssigmist-Additive im Test

### Prüfstandards für Zusatzstoffe für Flüssigmist

**Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde ein Prüfverfahren entwickelt, mit dem die Wirksamkeit von Zusatzstoffen quantitativ ermittelt werden kann, die die Freisetzung von Ammoniak aus Flüssigmist vermindern sollen. Das Verfahren wurde nach einer meßtechnischen und statistischen Optimierung im Rahmen einer ersten „Routineuntersuchung“ an vier Zusatzstoffen getestet. Die Ergebnisse bestätigen den methodischen Ansatz; Unterschiede in der Wirksamkeit lassen sich nachweisen. Das Prüfverfahren soll sich zu einem offenen Standard entwickeln und an den agrartechnischen Instituten in Hohenheim und Halle eingesetzt werden.**

Die landwirtschaftliche Tierhaltung ist an den gesamten Ammoniakemissionen in Deutschland zu etwa 80 % beteiligt. Da die tierischen Exkrememente eine Hauptquelle darstellen, wird derzeit in allen Verfahrensabschnitten der Flüssigmistkette nach Minderungsmöglichkeiten gesucht. Allerdings gibt es bisher keine anerkannten Prüfverfahren zur Bestimmung der Wirksamkeit (Freisetzungsminderung) von Flüssigmist-Additiven [1, 4].

Am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim sollte daher im Rahmen einer Diplomarbeit ein Prüfverfahren entwickelt werden, mit dem es möglich ist, unter standardisierten Bedingungen die Wirksamkeit von verschiedensten Zusatzstoffen im Hinblick auf die relevanten verfahrens- und emissionstechnischen Parameter zu überprüfen. Anlaß ist das große Interesse von Zusatzstoff-Herstellern und deren Kunden an einem Nachweis über die Minderung der Geruchs- und Ammoniakfreisetzung dieser Produkte. Da bereits weitreichende Erfah-

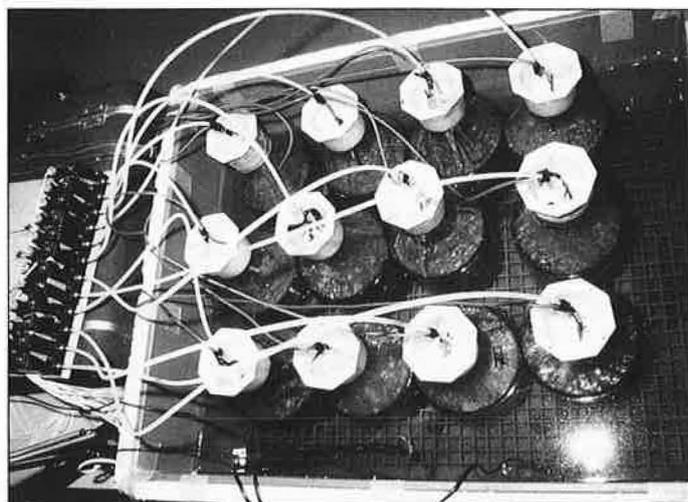
rungen über Laborversuche zur Ammoniakfreisetzung und Geruchsbestimmung vorlagen [3, 5], lag es nahe, die Einzelmeßmethoden zu kombinieren. Hersteller und Kunden sollen auf das offene Prüfverfahren zurückgreifen können, um zu einer objektiven Beurteilung der Wirksamkeit zu gelangen. Da das Prüfverfahren unter definierten Bedingungen mit festgelegten Methoden abläuft, ist eine Vergleichbarkeit der gewonnenen Ergebnisse und die Einrichtung einer Datenbank denkbar. Da auch am Institut für Agrartechnik der Universität Halle-Wittenberg die gleiche Laborausstattung eingerichtet werden soll, verdoppeln sich die Versuchskapazitäten, ohne Verluste bei der Vergleichbarkeit der Ergebnisse hinnehmen zu müssen.

#### Kenntnisstand

Der Markt bietet eine reichhaltige Palette an Güllezusatzstoffen an, wobei diesen Mitteln vorrangig folgende Wirkungen nachgesagt werden [4]:

Bild 1: Versuchsaufbau im Gesamtüberblick.

Fig. 1: Experimental design



- Verminderte Schadgas- und Geruchsemissionen
  - Hygienisierung des Flüssigmists
  - Verbesserte Fließ- und Pumpfähigkeit
  - Nährstoffgehalt
  - Verbesserte Pflanzenverträglichkeit
- Derzeit stehen etwa 50 bis 60 Güllezusatzstoffe auf der Angebotsliste verschiedener Firmen. Diese handelsüblichen Präparate sind zumeist Kombinationsprodukte aus einem Trägerstoff und einem oder mehreren der folgenden Wirkstoffkomponenten [4]:

- Tonminerale (Bentonit-Montmorillonit)
- Gesteinsmehle (Vulkangestein, Urgestein)
- Algen (Frisch- und Trockenalgenextrakte, Algenkalke)
- Komposte (bio.-dyn. Kompostpräparate, Bio-Komposte)

- Pflanzeninhaltsstoffe (Enzyme, Pflanzenauszüge)
- Bakterienkulturen (Blaualgen)
- Mikrobennahrung (Öle, Fette, Zucker)
- Energie / Information (Sauerstoff mittels kosmischer Energie)
- "Homöopathisch" (Nähr- und Wirkstoffe in dynamisierter, potenziertes Form)
- Chemisch-synthetische Produkte (Cyanamide, Metallsalze, Säuren)

Die Produktpalette kann bezüglich ihrer Wirkungsweise in drei Kategorien unterteilt werden:

1. Präparate mit einer „inneren Wirkung“, die auf die biochemischen Umsetzungsprozesse im Flüssigmist wirken (etwa Algenextrakte oder Pflanzenenzyme). Diese Wirkstoffe sind wohl an Umsetzungsprozessen im Stickstoffkreislauf des Flüssigmists beteiligt.
2. Präparate, die auf die Oberflächenbeschaffenheit des Flüssigmists einen unmittelbaren Einfluß haben und eine künstliche Schwimmdecke bilden (etwa Öle und Gesteinsmehle).
3. Präparate, deren Wirkungsweise nicht eindeutig bekannt ist.

Die Kosten für gängige Güllezusatzstoffe belaufen sich derzeit je nach Produkt und Aufwandmenge auf etwa 10 bis 60 DM pro Großvieheinheit und Jahr [1, 4].

Bisher werden Veränderungen im Stickstoffgehalt der Gülle durch Behandlungsmaßnahmen rein kalkulatorisch mit Hilfe von Bilanzierungsmethoden untersucht. Hierbei wird unterstellt, daß die Masseverluste an Stickstoff vollständig aus gasförmigem Ammoniak bestehen.

#### Die Entwicklung des Meßverfahrens

Sie erfolgte zweistufig. In der Vorversuchsphase wurde das Meßverfahren optimiert, um die ermittelten Ergebnisse auch einer statistischen Auswertung unterziehen zu können. In der anschließenden Hauptversuchsphase wurden die Qualität und Genauigkeit des Verfahrens

Frau Dipl.-Ing. agr. Gabi Ammler war Diplomandin am Fachgebiet, Herr Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter Prof. Dr. T. Jungbluth) am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim.

Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist seit dem 1. November 1996 Leiter des Fachgebietes für Verfahrenstechnik der Tierproduktion und Bauwesen der Landwirtschaft am Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Straße 81, 06108 Halle.

bei vier Güllezusatzstoffen getestet.

Die Messungen erfolgten mit Rinder- und Schweineflüssigmist nach dem Prinzip der Reihenuntersuchung. Für die Versuche wird eine Substratwanne aus Metall benutzt. Darin befinden sich in einem Wasserbad zwölf Glasbehälter, in die das Substrat abgefüllt wird (Bild 1). Die zu untersuchende Luft wird von einer Pumpe mit definiertem Luftvolumenstrom abgesaugt. Die Ammoniakkonzentration wird mit einem NDIR-Gasanalysegerät (Nicht-Dispersive - Infrarot - Absorptionsspektroskopie) bestimmt. Das online Meßwertersfassungssystem ermöglicht neben der Datensicherung die Ansteuerung eines Meßstellenumschalters [3]. Somit kann von verschiedenen Punkten nacheinander Probenluft abgesaugt werden, was zu ausreichendem Probenumfang führt.

Um eine statistische Absicherung der Ergebnisse zu erreichen, werden die statistischen Grundprinzipien (Wiederholung, Randomisierung und Blockbildung) beachtet [6]. Für den Mittelwertvergleich kam der Test nach Lord zur Anwendung.

Es kamen folgende, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung unterschiedliche Güllezusatzstoffe in einer Vergleichsprüfung zum Einsatz:

- Rapsöl
- Algenextrakt
- Mischpräparat
- Lavagesteinsmehl

### Rapsölschicht bremst Freisetzung

Die Ammoniakfreisetzung aus dem Substrat hatte stets einen sehr ähnlichen Verlauf. In den ersten fünf Stunden nach dem Ansetzen eines Versuches stieg die Ammoniakkonzentration in den Behältern kontinuierlich an, bis sie ein Plateau erreichte. Das entstandene Steady-state-Gleichgewicht blieb hierbei stets für den Rest der beobachteten Versuchsdauer nahezu konstant. Es zeigte sich darüber hinaus, daß es tendenziell zweckmäßiger erschien, einen Versuchsansatz öfter zu wiederholen, als über eine längere Versuchsdauer hinweg zu messen. Mit Hilfe der Massenbilanzierung wurde die Plausibilität der Ergebnisse überprüft.

Durch den gewählten Versuchsaufbau konnte für jedes Präparat bei beiden getesteten Substraten eine eindeutige Wirkungsrichtung beobachtet werden (Tab. 1). So zeigten Rapsöl und Algenextrakt einen ammoniakreduzierenden Charakter auf die freigesetzte Ammoniakmenge (Bild 2), wohingegen für das Mischpräparat und Lavagesteinsmehl keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten. Über die Reihe der Versuchswiederholungen hinweg konnte für jeden Güllezusatzstoff bei gegebener Dosierung auch der Größenordnungsbereich der

Tab. 1: Relative Veränderung der Ammoniakfreisetzung durch die Behandlung mit verschiedenen Güllezusatzstoffen in Bezug zur Nullvariante (in %)

Table 1: Relative change of ammonia release when treated with various slurry additives in relation to the non-treatment variant (in %)

Behandlungsvariante	Rinderflüssigmist	Schweineflüssigmist
Algenextrakt	- 11 %	- 14 %
Lavagesteinsmehl	+ 3 %	+ 3 %
Mischpräparat	+ 1 %	+ 2 %
Rapsöl	- 26 %	- 36 %

Wirkungsrichtung ermittelt werden. Dieser lag trotz unterschiedlicher Substrate in sehr ähnlichem Rahmen. Die Flüssigmistproben wurden auf die wichtigsten Nähr- und Inhaltsstoffe hin analysiert. Tendenziell konnte ein Zusammenhang zwischen der freigesetzten Ammoniakmenge aus dem Substrat und dem verbleibenden Gesamtstickstoffgehalt im Flüssigmist bestätigt werden.

In einem Zulagenversuch mit Rapsöl wurde deutlich, daß die freigesetzte Ammoniakmenge umso niedriger war, je mächtiger die aufgebrauchte Rapsölschicht war. Diese Ergebnisse unterstrichen abermals die Qualität des Meßverfahrens. Zudem wurden innerhalb dieses Versuches Untersuchungen am Olfaktometer durchgeführt. Auch hierbei ließ sich ein direkter Zusammenhang zwischen der Menge des Öls und der Geruchsfreisetzung erkennen.

### Konsequenzen

Die ausgewählten Meßgeräte und das zur Quantifizierung der Ammoniakfreisetzung weiterentwickelte Meßverfahren haben sich während der Versuche bewährt. Es hat sich gezeigt, daß es mit der beschriebenen Methodik möglich ist, die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist unter definierten Randbedingungen zu erfassen. Auch die Erfassung der Geruchsfreisetzung und deren Minderung lassen sich parallel mit der beschriebenen Methode ermitteln.

Wenn das Prüfverfahren um einige wichtige physikalische Meßgrößen zur Beschreibung der

stofflichen Veränderungen erweitert wird, steht ein geeignetes Instrumentarium zur Bestimmung der Wirksamkeit von verschiedensten Zusatzstoffen zur Verfügung. Da die Meßmethoden, das Auswertungsverfahren und die Ergebnisdarstellung in Form eines einheitlichen Prüfprotokolls offengelegt werden, sind alle Anforderungen an ein anerkanntes Prüfverfahren gegeben. Allerdings ist zum jetzigen Zeitpunkt noch offen, ob und inwieweit die Ergebnisse der Laboruntersuchungen auf Praxisverhältnisse übertragbar sind. Es wird daher in laufenden Untersuchungen überprüft, ob die Freisetzungsminderung durch den Einsatz eines Zusatzstoffes zu einer vergleichbaren Emissionsminderung auf Stallebene führt.

### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Ammler, G.: Weiterentwicklung eines standardisierten Meßverfahrens zur Quantifizierung der Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist unter Laborbedingungen. Diplomarbeit, Hohenheim, 1996
- [2] Büscher, W.: Ammoniakfreisetzung aus zwangsbelüfteten Stallanlagen mit Flüssigentmistung – Ansätze zu deren Reduzierung. Habilitationsschrift, Hohenheim, 1995
- [3] Hartung, E.: Entwicklung einer Meßmethode und Grundlagenuntersuchungen zur Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist. Dissertation, MEG Schrift 275, Hohenheim, 1995
- [4] Kunz, H. G.: Schwindel oder Wundermittel? Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen Lippe, 161 (1994), H. 3, S. 15 – 18
- [5] Lais, S.: Untersuchungen zur Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen aus der Schweinehaltung durch biologische Abluftwäscher. Dissertation, MEG Schrift 293, Hohenheim, 1996
- [6] • Sachs, L.: Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden. Springer Verlag, Berlin, 1982

### Schlüsselwörter

Geruch, Ammoniak, Emissionsminderung, Tierhaltung, Flüssigmist, Zusatzstoffe

### Keywords

Odour emission, ammonia, emission reduction, animal husbandry, liquid manure, additives

Bild 2: Typischer Verlauf der Ammoniakkonzentration im Laborbehälter beim Aufbringen einer Rapsölschicht

Fig. 2: Typical course of ammonia concentration in a lab container when applying a layer of rape seed oil

