

Gregor Brose, Eberhard Hartung und Thomas Jungbluth, Hohenheim

## Geruchs- und Spurengasemissionen eines Milchviehstalles

**Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung trägt erheblich zur Emission gasförmiger (Schad-) Stoffe (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und Geruch) in die Umwelt bei. Zur meßtechnischen Quantifizierung der Emissionen aus einem frei belüfteten Milchviehstall wurden Messungen auf einem Praxisbetrieb durchgeführt. Es zeigt sich, daß die starken Schwankungen der Emissionen im tageszeitlichen Verlauf eine kontinuierliche Messung unerläßlich machen.**

Neben den Emissionen von Ammoniak und Gerüchen werden auch klimarelevante Gase wie Methan, Kohlendioxid und Lachgas aus der Tierhaltung freigesetzt [1]. Zahlenwerte über die Emissionshöhe sind derzeit kaum vorhanden oder basieren auf überschlägigen Rechnungen. Das wesentliche Problem bei der Emissionsmessung in frei belüfteten Milchviehställen ist die kontinuierliche Messung des Volumenstroms in der Abluft, die in bisherigen Arbeiten meist durch Schätzungen oder diskontinuierliche Messungen ermittelt wurde.

### Wie wurde gemessen?

Die Emissionsmessungen wurden in einem Milchviehstall (Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden) mit rund 55 Milchkühen und etwa 20 Jungtieren durchgeführt. Die Lüftung funktionierte nach dem Prinzip der Schwerkraftlüftung (Schachtlüftung). Die Lüftungselemente sowie die Meßorte für Gaskonzentrationen, Volumenstrom, Temperatur und Feuchte sind in Bild 1 zu entnehmen. Die Windverhältnisse wurden an einer Wetterstation in 200 m Entfernung gemessen.

Die Gaskonzentrationen wurden in jedem der sieben Abluftschächte, auf beiden Zuluftseiten des Stalles als Hintergrundkonzentration und an drei Stellen im Tierbereich gemessen. Eine Membranpumpe beförderte die Luftproben durch Teflonschläuche von den jeweiligen Meßstellen zu den Analysegeräten.

*Dipl.-Ing. Gregor Brose ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Assistent und Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Leiter des Fachgebietes Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.*

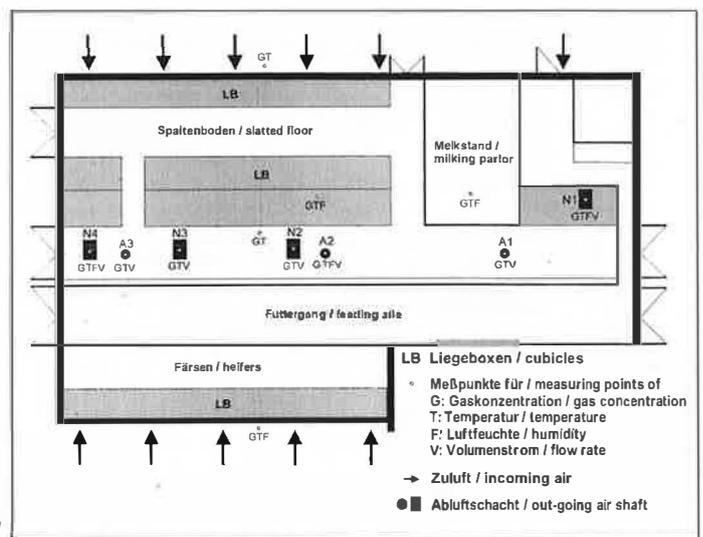
Zur Bestimmung der Gaskonzentrationen von NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> wurden kontinuierlich arbeitende, für jedes Gas spezifische IR-Spektrometer eingesetzt:

- NH<sub>3</sub>: Binos 4b NDIR-Gasanalysator der Firma Rosemount; 0 – 100 ppm NH<sub>3</sub>
- CO<sub>2</sub>: UNOR 610 NDIR-Gasanalysator der Firma Maihak; 0 – 10000 ppm CO<sub>2</sub>
- CH<sub>4</sub>: UNOR 610 NDIR-Gasanalysator der Firma Maihak; 0 – 300 ppm CH<sub>4</sub>

Eine Untersuchung der Querempfindlichkeiten der Meßgeräte auf die jeweils anderen Gase ergab in den zu messenden Konzentrationsbereichen vernachlässigbare Werte. Die N<sub>2</sub>O-Konzentration wurde aufgrund der sehr niedrigen Werte mit einem Gaschromatographen (ECD-Detektor) aus wöchentlichen Proben analysiert. Die Geruchskonzentrationen wurden an vier verschiedenen Tagen zu elf Probenahmezeiten bestimmt. Zu jedem Probenahmezeitpunkt wurden Geruchsproben aus den Abluftschächten N1, N2 und N4 genommen (Bild 1) und mit einem Olfaktometer TO6 (System Mannebeck) innerhalb von 24 Stunden analysiert. Für die anderen Abluftschächte wurde eine aus den drei Proben gemittelte Geruchskonzentration angenommen.

Bild 1: Skizze des untersuchten Milchviehstalles

Fig. 1: Sketch of the dairy house investigated



Ein Datenerfassungsprogramm übernahm auch die Umschaltung der Meßstellen [2]. Innerhalb von 20 Minuten wurden so alle zwölf Meßstellen nacheinander für jeweils 100 s beprobt, so daß für jede Meßstelle Konzentrationswerte im Abstand von 20 Minuten und damit quasi kontinuierlich vorlagen.

### Ergebnisse

In Ställen mit Schwerkraftlüftung ist die Lüftungsrate in starkem Maße von Windinflüssen und der Temperaturdifferenz zwischen Stallinnen- und -außenluft abhängig. Bild 2 zeigt den Einfluß der Windgeschwindigkeit und der Temperaturdifferenz auf den Abluftvolumenstrom des Versuchsstalls für zwei beispielhafte Untersuchungstage. Die Innentemperatur wurde im Tierbereich, die Außentemperatur wurde luvseitig vor der Zuluftöffnung gemessen. Auf tageszeitlicher Basis zeigt die Windgeschwindigkeit den stärksten

Einfluß auf den Abluftvolumenstrom. Mit höheren Windgeschwindigkeiten nimmt der Volumenstrom deutlich zu. Kurzfristig auffrischender Wind führt zu einem spontanen Anstieg des Volumenstroms bis auf über 20000 m<sup>3</sup>/h, an manchen Tagen bis nahezu 30000 m<sup>3</sup>/h. Bei Windstille fällt der Volumenstrom auf ein Niveau von 9000 bis 13000 m<sup>3</sup>/h ab. Der relativ schwache, positive Einfluß der Temperaturdifferenz auf den Volumenstrom ist nur bei Windstille festzustellen. Zu prüfen bleibt, ob im jahreszeitlichen Verlauf ver-

schiedliche Einflüsse auf den Abluftvolumenstrom zu erwarten sind. Bei Windstille fällt der Volumenstrom auf ein Niveau von 9000 bis 13000 m<sup>3</sup>/h ab. Der relativ schwache, positive Einfluß der Temperaturdifferenz auf den Volumenstrom ist nur bei Windstille festzustellen. Zu prüfen bleibt, ob im jahreszeitlichen Verlauf ver-

änderte Temperaturen einen stärkeren Einfluß auf die Höhe des windunbeeinflussten Volumenstroms haben.

Die kontinuierliche Erfassung von Konzentrationen und Volumenstrom ermöglichte die Aufzeichnung des tageszeitlichen Verlaufs der  $\text{NH}_3$ -,  $\text{CH}_4$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen aus dem untersuchten Milchviehstall. Begleitende Untersuchungen im Labor [3] und in Respirationsskammern haben gezeigt, daß  $\text{NH}_3$  allein aus den Exkrementen emittiert wird. Dagegen wird  $\text{CH}_4$  fast ausschließlich als Fermentationsprodukt im Pansen und  $\text{CO}_2$  überwiegend durch die Tieratmung, aber auch durch mikrobielle Aktivität in den Exkrementen gebildet. In Bild 3 sind die Gasemissionen und der Gesamtvolumenstrom beispielhaft für zwei Untersuchungstage dargestellt. Das kurzfristige Abfallen der gemessenen Emissionen um 10:00 Uhr sowie 8:00 Uhr und jeweils um 18:00 Uhr ist auf das Öffnen der Stalltüre zur Fütterung zurückzuführen. Generell ist der direkte Einfluß des Volumenstroms auf die Emissionshöhe zu erkennen, da er als Multiplikationsfaktor zur Emissionsberechnung eingeht. Ein erhöhter Volumenstrom hat zusätzlich auf die  $\text{NH}_3$ -Emission einen steigernden Einfluß, weil höhere Luftgeschwindigkeiten im Stall zu einer verstärkten  $\text{NH}_3$ -Freisetzung aus den Exkrementen führen. Aufgrund des Einflusses des in seiner Höhe stark wechselnden Volumenstroms auf die  $\text{NH}_3$ -Emission, weist diese ebenfalls starke tageszeitliche Schwankungen zwischen 40 und 100 g/h auf. Die  $\text{CO}_2$ -Emission schwankt dagegen in deutlich engeren Grenzen von 17 bis 30 kg/h. Die Schwankungen sind neben dem direkten Einfluß des Volumenstroms

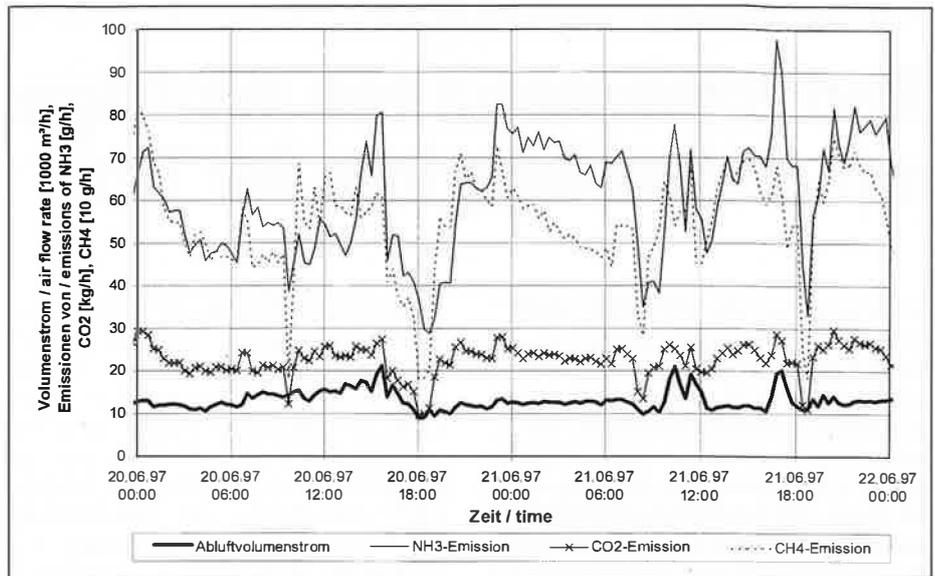


Bild 3: Tageszeitlicher Verlauf des Volumenstroms und der Emissionen

Fig. 3: Course of the day of flow rate and emissions

im wesentlichen auf Aktivitätsänderungen der Kühe zurückzuführen. Die  $\text{CH}_4$ -Emission variiert zwischen 400 und 800 g/h, wobei eine erhöhte  $\text{CH}_4$ -Emission insbesondere zu den Hauptfresszeiten nach dem Einbringen des Futters auftritt. Einheitlich für alle Emissionen ist eine stetige Abnahme der Emissionshöhe in den Nachtstunden festzustellen. Dies ist auf eine allgemein geringere nächtliche Aktivität der Tiere zurückzuführen.

Die  $\text{N}_2\text{O}$ -Konzentrationen in der Abluft lagen zwischen 0,42 ppm und 0,51 ppm (Hintergrundkonzentration 0,33 ppm). Hieraus wurde eine  $\text{N}_2\text{O}$ -Emission zwischen 1,5 und 3,0 g/h berechnet.

Eine besonders hohe Schwankungsbreite zeigt die Geruchsemission aus dem

untersuchten Milchviehstall zwischen 350 und 3700 GE/s. Dies ist neben der Variation der Geruchsstoffemittenten (Futter, Kot und Harn) auch auf olfaktorische Einflüsse (Probenahme, Probandenkollektiv) zurückzuführen. Derart weite Emissionsschwankungen sind für olfaktorische Untersuchungen nicht untypisch.

#### Fazit

Der Abluftvolumenstrom in frei belüfteten Ställen schwankt aufgrund wechselnder Einflüsse von Wind und thermischen Bedingungen sehr, was eine kontinuierliche Messung des Volumenstroms unbedingt erforderlich macht. Diese und weitere sich verändernde Einflüsse führen zu hohen tageszeitlichen Schwankungen der Emissionen von  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{CO}_2$  und Geruch. In weiteren kontinuierlichen Langzeitmessungen soll insbesondere der jahreszeitliche Einfluß auf die Emissionshöhe überprüft werden. Weitere Ergebnisse hierzu werden im Sommer 1998 vorliegen.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98 115 erhältlich.

#### Schlüsselwörter

Emissionen, Ammoniak, Geruch, klimarelevante Gase, freie Lüftung, Milchviehhaltung

#### Keywords

Emissions, ammonia, odour, greenhouse gases, free ventilation, dairy housing

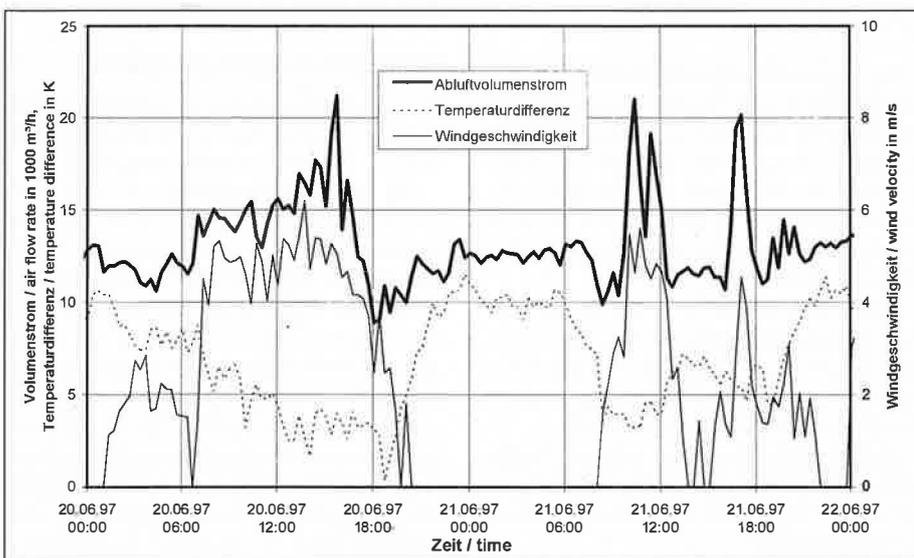


Bild 2: Tageszeitlicher Verlauf des Volumenstroms, der Temperaturdifferenz innen/außen und der Windgeschwindigkeit

Fig. 2: Course of the day of flow rate, temperature difference in-/outside and wind velocity