

Gregor Brose, Eberhard Hartung und Thomas Jungbluth, Hohenheim

# Schadgasemissionen

Tageszeitliche Einflüsse bei einem frei belüfteten Milchviehstall

*Die Rinder- und Milchviehhaltung emittiert neben Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Gerüchen auch klimarelevante Gase (CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub>) in die Umwelt. Kontinuierlichen Messungen auf einem Praxisbetrieb mit Schwerkraftlüftung (Schachtlüftung) zeigten, dass die Emissionen tageszeitlichen Einflüssen unterliegen. Die Freisetzung von Ammoniak aus den Exkrementen wird im Wesentlichen von den Witterungsbedingungen und der hiervon abhängigen Luftströmung im Stall beeinflusst. Demgegenüber werden erhöhte Emissionen von Kohlendioxid und Methan unabhängig von den Umgebungsbedingungen während der Fütterungszeiten festgestellt.*

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, e-mail: gbrose@uni-hohenheim.de

**Schlüsselwörter**

Emissionen, Ammoniak, klimarelevante Gase, freie Lüftung, Milchviehhaltung

**Keywords**

Emissions, ammonia, greenhouse gases, natural ventilation, dairy housing

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99210 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Um die tageszeitlichen Einflüsse auf die Emissionen von NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> aus der Milchviehhaltung zu bestimmen, wurden kontinuierliche Emissionsmessungen in einem Liegeboxenlaufstall für rund 55 Milchkühe und 20 Färsen durchgeführt. Im Laufbereich war Spaltenboden verlegt. Die anfallenden Exkremente gelangten nach dem Treibmistprinzip in das außen liegende Flüssigmistlager. Die bis zu 12 cm breiten Zuluftöffnungen der Schwerkraftlüftung (Schachtlüftung) befanden sich traufseitig, wobei 3 Meter lange Luftleitplatten das tiefere Eindringen der Zuluft in den Stall bewirken. Als Abluftöffnungen dienten vier je 1 m<sup>2</sup> und drei je 0,2 m<sup>2</sup> große Abluftschächte in der Stallmittelachse. Eine ausführliche Beschreibung des Versuchsstalles und der verwendeten Messtechnik ist dem vorausgegangen Artikel in der Landtechnik 1/98, S. 32 – 33, zu entnehmen.

**Einflüsse auf das Lüftungssystem**

In Ställen mit Schwerkraftlüftung ist der Volumenstrom in starkem Maße von der Windgeschwindigkeit und der Temperaturdifferenz zwischen Stallinnen- und -außenluft abhängig. Bei Windstille beträgt der Abluftvolumenstrom des untersuchten Stalles etwa 11000 bis 13000 m<sup>3</sup>/h, bei hohen Windgeschwindigkeiten kann er auf über 30000 m<sup>3</sup>/h zunehmen. Der relativ schwache, positive Einfluss der Temperaturdifferenz auf die Höhe des Volumenstroms ist nur bei niedrigen Windgeschwindigkeiten unter 1,5 m/s

festzustellen. Des Weiteren ist ein deutlicher Einfluss der Windrichtung auf die Höhe der Volumenströme durch die einzelnen Abluftschächte festzustellen. Bei südlicher Anströmung des Stalls weist der nördliche Abluftschacht N1 einen vielfach höheren Volumenstrom als die Schächte N2 bis N4 auf, bei westlicher Windrichtung werden deutlich höhere Volumenströme durch die Schächte N2 bis N4 gefördert. Entsprechend der windrichtungsabhängigen Verteilung der Volumenströme durch die verschiedenen Abluftschächte stellen sich im Stall unterschiedliche Luftströmungen ein, die einen erheblichen Einfluss auf die Höhe der NH<sub>3</sub>-Freisetzung aus den Exkrementen haben.

Während der Messungen zeigte sich, dass unter bestimmten Bedingungen auch durch die Zuluftöffnungen ein Teil der Emissionen aus dem Stall entwich. Diese Leckströme konnten durch eine gegenüber der Hintergrundkonzentration erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Zuluftöffnungen nachgewiesen werden (Bild 1). Die Leckströme traten insbesondere bei hohen Windgeschwindigkeiten oder bei niedrigen Temperaturdifferenzen zwischen innen und außen (etwa tagsüber an heißen Sommertagen) auf. Eine Abschätzung der Höhe des Leckvolumenstroms und damit der Leckemissionen ist jedoch nur schwer möglich. Bei festgestellten Leckströmen wurden Emissionsdaten nicht zur Auswertung herangezogen.

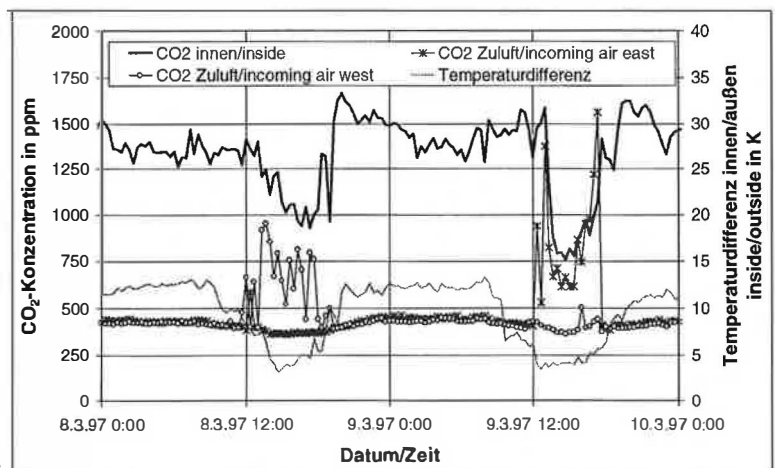
**Einflüsse auf die Emissionen**

Die kontinuierliche Erfassung von Konzentrationen und Volumenstrom ermöglichte die Aufzeichnung des tageszeitlichen Verlaufs der NH<sub>3</sub>-, CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Es zeigte sich, dass die Höhe der NH<sub>3</sub>-Emissionen im Tagesverlauf teilweise erheblich schwankt. Dies kann auf die Schwankungen der Einflussfaktoren auf die NH<sub>3</sub>-Freisetzung zurückgeführt werden. Sowohl die Stallinnentemperatur als auch die Luftströmung im Stall kann sich bei freier Lüf-

Bild 1: Erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Zuluftöffnungen bei Auftreten von Leckströmen

Fig. 1: Higher CO<sub>2</sub>-concentrations in the incoming air during leak flows



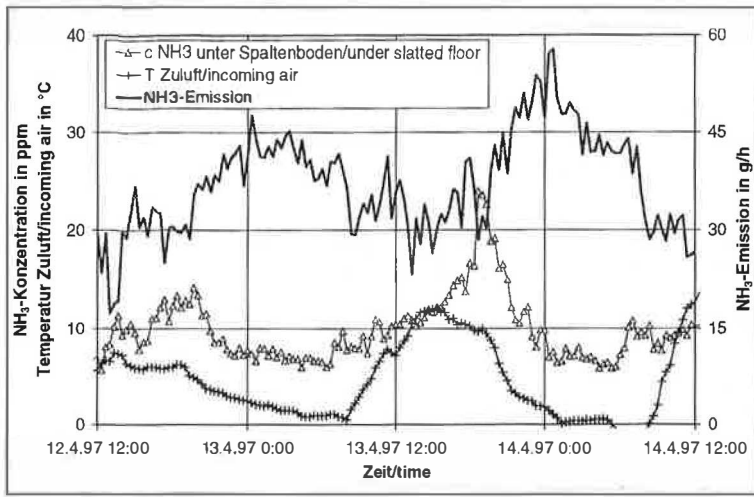


Fig. 2: Course of the day of ammonia emissions, ammonia concentration under the slatted floor and the temperature of the incoming air on two days

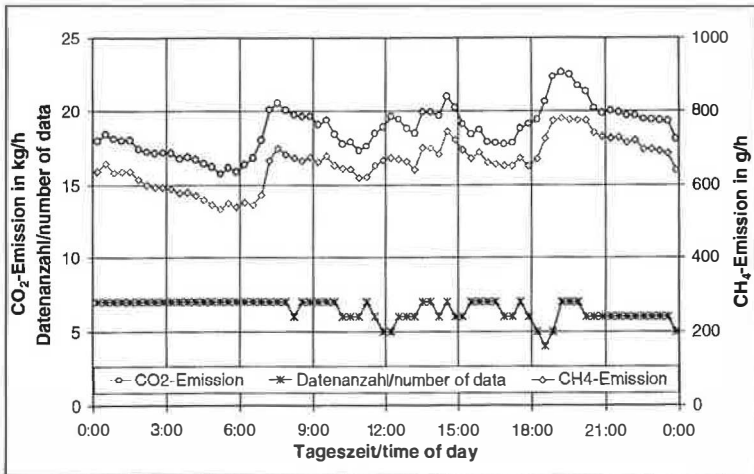


Bild 3: Tagesverlauf der CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen gemittelt über acht Tage im Dezember

Fig. 3: Course of the day of CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-emissions mean over eight days in december

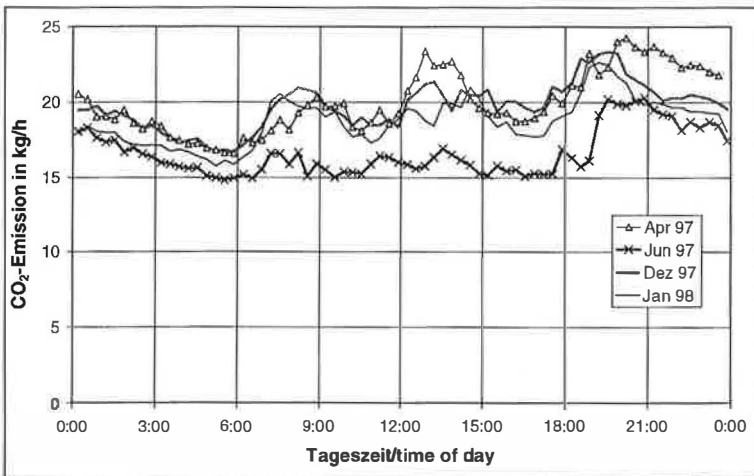


Bild 4: Mittlerer Tagesverlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verschiedenen Jahreszeiten

Fig. 4: Mean daily course of the CO<sub>2</sub>-emissions during different seasons

tung aufgrund variierender äußerer Witterungsbedingungen kurzfristig ändern und damit zu einer Veränderung der Emissionshöhe führen. Darüber hinaus kann eine NH<sub>3</sub>-Freisetzung auf dem Flüssigmistkanal zu einer Erhöhung der NH<sub>3</sub>-Emissionen führen. Zur Verdeutlichung ist der Verlauf der NH<sub>3</sub>-Emissionen über zwei Tage im April in Bild 2 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die NH<sub>3</sub>-Emissionen in den Abendstunden zunehmen. Gleichzeitig kann auch eine rapide Abnahme der Ammoniakkonzentration unter dem Spaltenboden festgestellt werden. Dies ist ein Hinweis dafür, dass in den Abendstunden ein erhöhter Luftaustausch

durch die Spalten einsetzt, der zur vermehrten Freisetzung von Ammoniak aus dem Flüssigmistkanal führt. Als Ursache für den erhöhten Luftaustausch durch die Spalten kann die abends kälter werdende Zuluft angesehen werden, die aufgrund ihrer höheren Dichte durch den Spaltenboden in den Flüssigmistkanal gelangt [1]. Eine abendliche Emissionszunahme ist jedoch nur an Tagen festzustellen, wenn die Zulufttemperatur deutlich kleiner als die Stalltemperatur ist.

In Bild 3 sind die mittleren Tagesverläufe der CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen von acht Tagen im Dezember 1997 dargestellt. Die Tage waren windarm (mittlere Windgeschwindig-

keit: 1 m/s) und kalt (mittlere Außentemperatur: -2 °C). Durch das Auftreten von Leckströmen ist die Datenanzahl für die Mittelwertbildung zu verschiedenen Tageszeiten unterschiedlich. Die CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen zeigen einen synchronen Tagesverlauf. Zu den Hauptfütterungszeiten um 7:00 und um 18:30 Uhr zeigen sich charakteristische Emissionszunahmen. Ein weiterer Peak der CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 13:00 und 15:00 Uhr ist infolge eines uneinheitlichen Fütterungsbeginns nicht so deutlich. An einem einzelnen Tag können die Emissionen während der Fütterung bis zu 50% ansteigen, aufgrund zeitlicher Verschiebungen der Fütterungszeit von Tag zu Tag fällt der Emissionsanstieg bei einer Mittelung über acht Tage jedoch niedriger aus. In den frühen Morgenstunden treten infolge geringer Aktivität der Tiere die niedrigsten Emissionen auf. Bild 4 zeigt die mittleren Tagesverläufe der CO<sub>2</sub>-Emissionen in vier verschiedenen Monaten (gemittelt über acht Tagen im April, 22 Tagen im Juni, acht Tagen im Dezember, 16 Tagen im Januar). Zu allen Jahreszeiten ist eine Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu den Fütterungszeiten deutlich. Die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist in den verschiedenen Monaten vergleichbar, nur im Juni treten tagsüber geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Dies ist wahrscheinlich auf Leckströme zurückzuführen, die gerade in den Sommermonaten wegen der geringen Temperaturdifferenz vermehrt auftreten, an den vorhandenen Zuluftmessstellen aber nicht festzustellen sind. Für die CH<sub>4</sub>-Emissionen ergibt sich ein dem CO<sub>2</sub>-Emissionsverhalten entsprechender Zusammenhang.

### Zusammenfassung

Zeitlich und räumlich variierende Abluftvolumenströme in einem frei belüfteten Stall erfordern zur Emissionsbestimmung eine kontinuierliche Volumenstrommessung in jeder Abluftstelle. Bei hohen Windgeschwindigkeiten oder einer geringen Temperaturdifferenz zwischen innen und außen können Leckströme durch die Zuluftstellen auftreten, was zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Emissionen führen würde. Die Ammoniakemission wird im Tagesverlauf neben dem Temperatureinfluss stark von einer veränderten Luftströmung beeinflusst. Relativ kalte und nach unten strömende Zuluft kann in der Nacht zu einem vermehrten Luftaustausch durch den Spaltenboden und damit zu einer zusätzlichen NH<sub>3</sub>-Freisetzung aus dem Flüssigmistkanal führen, was ebenfalls die NH<sub>3</sub>-Emission erhöht. Demgegenüber zeigen die Emissionen von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> einen typischen und synchronen Tagesverlauf mit während der Fütterung um bis zu 50% erhöhten Emissionswerten.