

Einfluss der Reinigungsintensität und der Tierpräsenz auf das Ammoniakemissionsverhalten von Betonspaltenböden in Milchviehlaufställen

Effects of cleaning intensity and animal presence on the performance of ammonia emission from concrete slatted flooring in free stall dairy barns

STEFANIE K. RETZ¹, HEIKO GEORG², HERMAN F. A. VAN DEN WEGHE²

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

² Georg-August Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft, Universitätsstr. 7, 49377 Vechta

Schlüsselwörter: Ammoniak, Spaltenbodenreinigung, Emissionsminderung
 Keywords: ammonia, cleaning of slatted floors, emission mitigation

Zusammenfassung

In einem ökologisch bewirtschafteten Milchviehstall wurde eine spezielle Reinigungsmaschine auf einem Spaltenboden eingesetzt. Um die Ammoniakemissionen und die Wirkung der Reinigung zu untersuchen, wurden Teilstücke des Bodens aus dem Stall entnommen und in klimatisierten Messkammern untersucht.

Die Messungen wurden während zwei Messperioden durchgeführt, während der Weidesaison und während der „Winterperiode“, wenn sich die Tiere den ganzen Tag im Stall befanden. Die Reinigung zeigte während der Weidesaison einen Minderungseffekt auf die Ammoniakemission vier Stunden nach der Reinigung. Während der Winterperiode wurde dieser Effekt nach sechs Stunden nicht mehr festgestellt.

Summary

On an ecological managed farm, a special cleaning device was used on slatted flooring. In order to investigate the effect of the cleaning on the ammonia emission, parts of the slatted floor were removed from the barn into air-conditioned measuring chambers.

The measurements were performed at two seasons, during pasture period and during the winter period when the cows were indoors 24 hours a day. During pasture period, the cleaning of the slatted floor showed a mitigation of the emission four hours after cleaning. During the winter period, this effect could not be detected anymore after six hours.

1 Einleitung

Die moderne Rinderhaltung trägt zu einem großen Teil zur Gesamtemission von Ammoniak bei (MISSSELBROOK et al., 2000). Verschmutzte Laufflächen, insbesondere Spaltenböden stellen eine relevante Emissionsquelle dar (OGINK und KROODSMA, 1996). Daher besteht der Bedarf einer adäquaten Reinigung des Bodens, um Ammoniakemissionen möglichst zu reduzieren.

Auch in der ökologischen Wirtschaftsweise stehen in zahlreichen Betrieben die Kühe nach wie vor auf Spaltenböden. In der Regel ist diese Haltung in Laufställen jedoch mit einer Weidehaltung oder Auslauf verbunden.

Aktuelle Messmethoden zur Erfassung von Ammoniakemissionen aus Rinderställen geben derzeit jedoch nur unzureichende Informationen über die tatsächlichen Emissionswerte aus frei gelüfteten Rinderställen, insbesondere den einzelnen Emissionsbeitrag von den Laufflächen (PHILLIPS et al., 2000).

2 Zielsetzung

Ziel dieser Untersuchung war es, zu prüfen ob ein speziell für Spaltenböden entwickeltes Reinigungssystem die Ammoniakemissionen von den Spalten reduzieren kann und wie sich die Weidehaltung auf die Emissionen von den Laufgängen auswirkt.

3 Material und Methoden

Auf einem ökologischen Milchviehbetrieb mit ca. 86 Deutsche Holstein in Schleswig-Holstein wurden Messungen über ein Jahr verteilt während zwei verschiedener Messperioden durchgeführt. Während der „Winterperiode“ (März, April, November) verbrachten die Tiere 24 Stunden innerhalb des Stallgebäudes. Während der Weidesaison (Mai, Juni, Juli, August) kamen die Tiere tagsüber auf die Weide (8–16 Uhr).

Zur Reinigung des Spaltenbodens wurde ein spezielles Reinigungssystem entwickelt, welches die mechanische Reinigungswirkung eines Gummischiebers und Räumsternes mit der Nassreinigung eines Hochdruckreinigers kombiniert.

Einerseits wurde der Einfluss des Weidegangs der Tiere und der ganztägigen Stallhaltung auf die Ammoniakemissionen des Spaltenbodens erfasst, andererseits wurde die Reinigungswirkung auf die Ammoniakemissionen jeweils direkt, zwei, vier und sechs Stunden nach der Reinigung während beider Perioden gemessen. Im Sommer fand die Reinigung statt, nachdem die Tiere den Stall verlassen hatten. In der „Winterperiode“ wurde die Reinigung täglich um 8 Uhr durchgeführt.

Um die Reinigung zu bewerten, wurde ein Teil des Stalls als „Kontrollfläche“ nicht gereinigt und parallel zu den gereinigten Flächen beprobt. Zur Messung der Ammoniakemissionen von den Spalten wurden Spaltenbodenelemente (55 × 62 × 20 cm) aus dem vorhandenen Boden herausgeschnitten. Jeweils zwei gereinigte Spaltenelemente und zwei nicht behandelte Kontrollspalten wurden pro Messdurchgang in Messkammern in einem Bürocontainer unter kontrollierten klimatischen Bedingungen (20 °C) untersucht.

Über Membranpumpen wurde die Luft aus den Messkammern durch Gaswaschflaschen geleitet. Pro Messkammer waren jeweils zwei Gaswaschflaschen in Reihe geschaltet und mit jeweils 250 ml Schwefelsäure (Konzentration: 0,1 n) gefüllt. Der emittierte Ammoniak reagierte mit der Schwefelsäure zu Ammoniumsulfat, welches quantitativ mit einem Photometer (Skalar, Model San++, Breda, Niederlande) bestimmt werden konnte.

Die Konsistenz der Gülle auf den Spalten wurde durch tägliche Stichproben bestimmt und mit einer Skala von 1 (sehr flüssig) bis 5 (sehr fest) nach PFADLER (1981) und TRAMPLER (2002) bewertet. Die Temperatur innerhalb des Stalls wurde mit Datenloggern (Onset, Model U12-012, Cape Cod, MA, USA) erfasst.

4 Ergebnisse

In der „Winterperiode“ wurden signifikant höhere Ammoniakwerte ($11,5 \pm 7,3 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ von den Kontrollflächen) gefunden als während der Weidesaison ($6,6 \pm 3,9 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ von den Kontrollflächen).

Die Reinigung der Spalten hatte vier Stunden nach der Reinigung während beider Messperioden einen signifikanten Effekt auf die Ammoniakemissionen ($-43,8 \%$ im Sommer und $-42,5 \%$ im Winter) und zudem sechs Stunden nach der Reinigung während der Weidesaison ($-32,7 \%$). Während der Winterperiode konnte dieser positive Minderungseffekt nach sechs Stunden nicht mehr festgestellt werden.

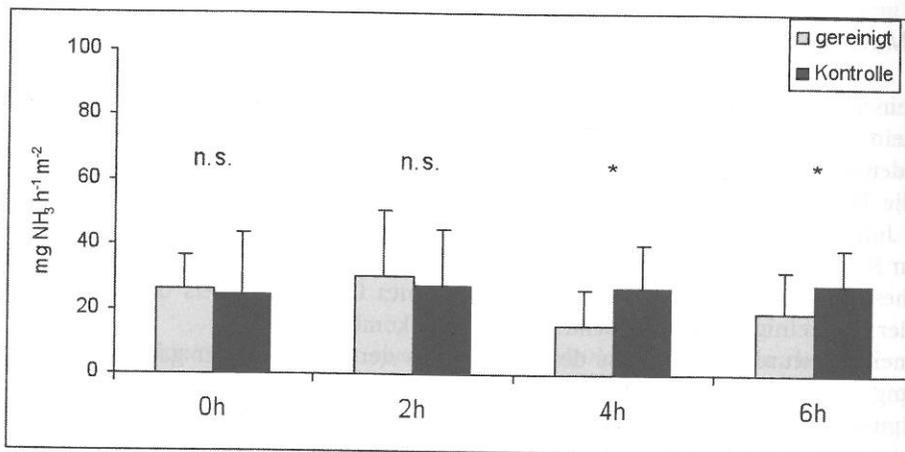


Abb. 1: NH₃-Emissionen von den Spalten während der Weidesaison (* = $p \leq 0,05$)
 Fig. 1: Ammonia emission from the slats during the pasturing (* = $p \leq 0,05$)

Abb. 2:
Fig. 2: A

Tab
Weide
währe
period

Tab. 1:
vor der
Tab. 1:
the me

Saison

Weide

Ganz
Stallh

5

Die o
Denm
erst
Spalt

Bau, T

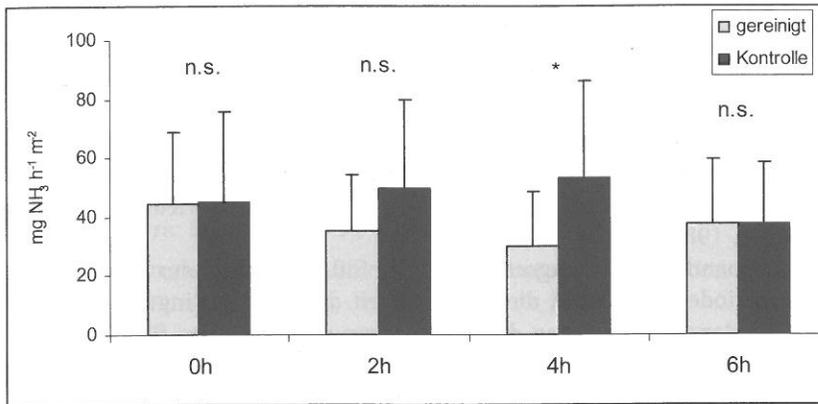


Abb. 2: NH₃-Emissionen von den Spalten während der „Winterperiode“ (* = $p \leq 0,05$)
 Fig. 2: Ammonia emission from the slats during the housing period (* = $p \leq 0,05$)

Tabelle 1 zeigt den Unterschied der mittleren Temperaturen im Stall während der Weidesaison und der ganztägigen Stallhaltung in der „Winterperiode“. Die Kotkonsistenz während der Weidesaison war signifikant flüssiger (ca. 1,3) als während der „Winterperiode“ (ca. 2,6).

Tab. 1: Mittlere Konsistenz des Kots auf den Spalten und mittlere Temperaturen im Stall, 24 Stunden vor den Messungen
 Tab. 1: Mean texture of the faeces on the slats and mean temperature inside the barn, 24 hours before the measurements

Saison	Zeitpunkt der Messung nach der Reinigung (in Std.)	Mittlere Konsistenz des Kots auf den Spalten	Mittlere Temperatur im Stall (in °C)
Weidesaison	0	1,3 ± 0,4	20,2
	2	1,3 ± 0,6	19,9
	4	1,4 ± 0,6	19,2
	6	1,3 ± 0,5	19,0
Ganztägige Stallhaltung	0	2,7 ± 0,6	9,1
	2	2,6 ± 0,5	8,4
	4	2,3 ± 0,7	9,2
	6	2,6 ± 0,7	11,0

5 Diskussion

Die oberflächliche Reinigung der Laufflächen erfolgte gründlich und zufriedenstellend. Dennoch trat der Emissionsminderungseffekt während beider Messperioden „verspätet“ erst nach vier Stunden ein. Ein Grund hierfür könnte die ungenügende Reinigung der Spaltenzwischenräume sein, da das Kot-Harn-Gemisch an den Seitenrändern haften

blieb. Der Einsatz von Wasser wirkte sich förderlich auf die biologische Aktivität auf den Spalten und somit den enzymatischen Abbau von Harnstoff zu Ammoniak aus. Darüber hinaus löst sich Ammoniak in Wasser. Die Betonspalten trocknen erst nach und nach und emittieren dabei gelöstes Ammoniak durch die Verdunstung des Wassers (HAMELIN et al., 2010). Daher verringerten sich die Emissionen erst nach einer Abtrocknungsphase von vier Stunden. Zudem führte während des Reinigungsprozesses das Abschieben des Mists zu einer erhöhten Vermischung des Kots mit Harn, was wiederum die Emissionen förderte (MUCK, 1982).

Der ausbleibende Minderungseffekt, sechs Stunden nach der Reinigung während der „Winterperiode“ war durch die Anwesenheit der Tiere bedingt, welche eine kontinuierliche Wiederverschmutzung des Bodens verursachten. Dies führt zu dem Schluss, dass eine einmalige, tägliche Reinigung des Spaltenbodens während des ganztägigen Stallaufenthalts nicht ausreicht, um einen deutlichen Minderungseffekt der Ammoniakemissionen zu erzielen.

Die Ammoniakemissionen, welche während der Weidesaison gemessen wurden, sind signifikant geringer als während der „Winterperiode“. Dies hängt in erster Linie mit der Tierpräsenz zusammen. Sind die Tiere auf der Weide, produzieren sie insgesamt weniger Kot und Harn innerhalb des Stalls als während des ganztägigen Stallaufenthalts (NGWABIE et al., 2009). Zudem spielte die Kotkonsistenz eine Rolle. Während der Weidesaison zeigte sich ein signifikant flüssigerer Kot auf den Spalten als während der Winterperiode. Flüssiger Kot tropft besser von den Spalten in den Güllekanal ab und haftet in geringerer Menge an den Seitenrändern. Die grundsätzlich geringeren Kotmengen während der Weidesaison äußern sich in geringeren Gesamtemissionen.

Die Stalltemperaturen wirkten sich nur marginal auf die eigentlich gemessenen Emissionen aus, da die Messungen unter klimatisch kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurden. Als vorlaufenden Effekt kann jedoch betrachtet werden, dass durch höhere Temperaturen im Stall während der Weidesaison Harn und Wasser schneller abtrocknen und somit während der eigentlichen Messung in den Messkammern nicht mehr erfasst wurden.

6 Fazit

Während der Weidesaison zeigte sich nach vier Stunden ein nachhaltiger Minderungseffekt der Ammoniakemissionen durch das Reinigungssystem. Während des ganztägigen Stallaufenthalts im Winter konnte nach sechs Stunden kein Minderungseffekt mehr festgestellt werden. Die Weidehaltung in einem ökologischen Milchviehbetrieb wirkte sich verringernd auf die Ammoniakemissionen des Spaltenbodens durch verkürzte Stallaufenthaltsdauer der Tiere und dem damit geringeren Verschmutzungsgrad der Spalten aus.

Literat

- Hamelir
pote
pp.
Misselb
K. A
cult
Muck, I
pp.
Ngwabi
Mul
amr
68-
Ogink,
le F
nee
Phillips
and
fro
App
Pfadler
viel
Trampl
Lar

Literatur

- Hamelin, L.; Godbout, S.; Thériault, R.; Lemay, S.P. (2010): Evaluating ammonia emission potential from concrete slat designs for pig housing. *Biosystems Engineering* 105, pp. 455–465
- Misselbrook, T. H.; Van Der Weerden, T. J.; Pain, B. F.; Jarvis, S. C.; Chambers, B. J.; Smith, K. A.; Phillips, V. R.; Demmers, T. G. M. (2000): Ammonia emission factors for UK agriculture. *Atmospheric Environment* 34, 871–880
- Muck, R. E. (1982): Urease Activity in Bovine Feces. *Journal of Dairy Science* 65, pp. 2157–2163
- Ngwabie, N.M.; Jeppsson, K.H.; Nimmermark, S.; Swensson, C.; Gustafsson, G. (2009): Multi-location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows. *Biosystems Engineering* 103, 68–77
- Ogink, N. W. M.; Kroodsma W. (1996): Reduction of Ammonia Emission from a Cow Cubicle House by Flushing with Water or a Formalin Solution. *Journal of Agricultural Engineering Research* 63, 197–204
- Phillips, V. R.; Scholtens, R.; Lee, D. S.; Garland, J. A.; Sneath, R. W. (2000): SE-Structures and Environment: A Review of Methods for Measuring Emission Rates of Ammonia from Livestock Buildings and Slurry or Manure Stores, Part 1: Assessment of Basic Approaches. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77, 355–364
- Pfadler, W. (1981): Ermittlung optimaler Funktionsmasse von Spaltenböden in Milchviehlaufställen. Dissertation, Weihenstephan
- Trampler, W.; Schumacher U. (2002): Fütterung. In: *Milchviehfütterung im ökologischen Landbau*. Mainz, Bioland Verlags GmbH