

Einfluss einer Spaltenbodenreinigung in einem Rinderstall auf die Ammoniakemissionen

Retz, S. K.¹, Georg, H.² und van den Weghe, H. F. A.³

Keywords: Ammoniakemission, Spaltenbodenreinigung, ökologischer Landbau

Abstract

Ammonia emissions from barns have a severe impact on the environment. Especially dairy cattle, kept in loose housing, contribute to the total emission of ammonia up to 50 %. Soiled walking areas like slatted floors, are realised as one of the main sources of the emission. In this study, a special cleaning device was used in order to remove manure from a slatted floor in an organically run dairy barn. It was investigated how the combination of a rubber-scraper, mechanical star discharge rotors and high-pressure water nozzles affects the ammonia emission from the floor. Six concrete test elements (55 cm x 62 cm x 20 cm) were cut out of the existing slatted floor in order to be able to separate them from other sources of ammonia emission in the barn. With a wet-chemistry method, the ammonia emitted from the slatted floor was analysed. Compared to untreated control slats, a reduction of the amount of manure weighted on the clean test elements up to 33,2 % could be observed. However, no significant effect of the cleaning of the slats on the ammonia emission could be detected.

Einleitung und Zielsetzung

Die durch landwirtschaftliche Tierhaltung verursachten Ammoniakemissionen tragen einen großen Teil zur Eutrophierung und Versauerung von Ökosystemen bei. Zudem ist Ammoniak indirekt klimawirksam (Anonym 2003). Besonders im ökologischen Landbau soll auf die ressourcenschonende und umweltverträgliche Wirtschaftsweise geachtet werden. Ca. 50 % der gesamten Ammoniakemissionen stammen aus der Rinderhaltung (Misselbrook *et al.* 2000, LUBW 2008). Davon werden rund 60 % allein von den Laufflächen emittiert (Ogink und Kroodsma 1996). Durch die Umstellung von konventioneller zu ökologischer Wirtschaftsweise stehen auf noch einigen ökologisch bewirtschafteten Betrieben die Kühe nach wie vor auf Spaltenböden. Die praktische Erfahrung zeigt, dass der Selbstreinigungseffekt dieser Böden ungenügend ist. Daher ergibt sich der Bedarf eines adäquaten Reinigungsgerätes für Spaltenböden in Rinderställen (Braam *et al.* 1997). Ziel dieser Studie war es, den Effekt der Reinigung des Spaltenbodens mit einem speziellen Reinigungsgerät auf die Ammoniakemissionen zu beurteilen.

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Germany, stefanie.retz@vti.bund.de, www.vti.bund.de

² Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Germany, heiko.georg@vti.bund.de, www.vti.bund.de

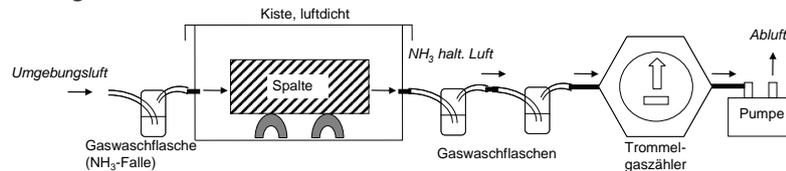
³ Georg-August Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft, Universitätsstr.7, 49377 Vechta, Germany, herman.vandenweghe@agr.uni-goettingen.de, www.uni-goettingen.de

Methoden

Das Experiment wurde 2009 auf einem ökologisch bewirtschafteten Milchviehbetrieb in Labenz, Schleswig-Holstein, durchgeführt. In dem frei gelüfteten Stall sind 86 Kühe der Rasse Deutsche Holstein auf Spaltenboden und in Hochboxen mit Einstreu aus Stroh untergebracht. Von April bis Oktober befanden sich die Tiere tagsüber auf den an den Stall angrenzenden Weiden.

Das von der Firma Westermann entwickelte dreistufige Reinigungsgerät besteht aus einem Gummischieber, welcher die Gülle vom Spaltenboden abschiebt, aus mechanisch vorangetriebenen, flexiblen Räumsternen aus Kunststoff, um den Kot durch die Spalten hindurch zu drücken, sowie Hochdruckreinigungsdüsen, um den restlichen Kot und Harn von den Spalten zu spülen. Der dafür benötigte Wassertank (Füllmenge 150 l) befindet sich über dem Reinigungsmodul. Die für die Reinigung der gesamten Versuchsfläche (47,6 m²) benötigte Wassermenge beträgt ca. 2 l pro m².

Abbildung 1:



Aufbau der Ammoniakmessung

Zum Vergleich der Ammoniakemissionen der gereinigten Flächen mit einer Kontrollvariante wurden parallele Messungen nicht gereinigter Spaltenbodenelemente durchgeführt. In drei Messsequenzen wurden je sechs Messungen mit je drei Spaltenelementen durchgeführt. Zwei Sequenzen beinhalteten Messungen direkt nach der Reinigung und eine zwei Stunden danach. Um die Messungen außerhalb des Stalls durchführen zu können, wurden sechs austauschbare Spaltenelemente aus dem vorhandenen Boden herausgeschnitten (55 cm x 62 cm x 20 cm). Diese Stücke lagen im Stall auf einem speziell gefertigten Metallrahmen auf, um die Testspalten statisch in Position zu halten. Durch dieses Verfahren konnten die einzelnen Teststücke ohne Quereinflüsse anderer Emissionsquellen wie Güllekanal oder Tiere gemessen werden. Mit einem speziellen Spaltenanker als Hebevorrichtung und einem Hoftrac wurden die Spaltenelemente aus dem Stall transportiert.

Vor jeder Messung wurde das Gewicht der Spalten mit der daran anhaftenden Gülle mit einer Hängewaage (Bosche, Model KHW003, Damme, Deutschland) erfasst. Danach wurden die Testspalten für 24 Stunden unter kontrollierten Klimabedingungen (20,1 °C ± 1,5) in luftdichte PE-Messkammern gegeben (120 cm x 80 cm x 60 cm), aus denen mittels Membranpumpen (Iwaki, Model APN-085LVX1-E4, Tokyo, Japan) die Luft mit dem emittierten Ammoniak aus den Kisten durch zwei Gaswaschflaschen (Volumen: 500 ml) hindurchgeleitet wurde (siehe Abb. 1). Diese Flaschen waren mit 250 mg Schwefelsäure (0,1 n) gefüllt. Das Gewicht der Säure wurde vor und nach der Messung mit einer Laborwaage (Sartorius, Göttingen, Deutschland) erfasst. Eine Flasche am Lufteingang der Kiste verhinderte das Ansaugen von Ammoniak aus der Umgebungsluft. Mit Trommelgaszählern (Ritter, Model TG5, PVC, Bochum, Deutschland) wurde das Luftvolumen der gesaugten Luft bestimmt (vergl. Abb. 1). Die Konzentration des Ammoniaks, welches nach dem Hindurchleiten durch die Säure als Ammoniumsulfat vorliegt, wurde im Labor photometrisch bestimmt. Somit kann ein Wert von mg NH₃ h⁻¹ m⁻² ermittelt werden. Die statistische Auswertung wurde mit der „GLM“-Prozedur von SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) durchgeführt.

Ergebnisse

Die Mittelwerte der Ammoniakemissionen direkt nach der Reinigung des Spaltenbodens betragen jeweils $13,3 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ und $8,8 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ (Tabelle 1). Die nicht gereinigten Kontrollspalten weisen jeweils einen höheren Mittelwert von $16,3 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ und $14,2 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ auf. Jedoch ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der gereinigten und der nicht gereinigten Kontrollvariante. In der Messsequenz zwei Stunden nach der Reinigung ergab sich für die gereinigten Spaltenelemente ein Mittelwert von $13,7 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$, höher als der der Kontrollspalten ($11,2 \text{ mg NH}_3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$). Auch hier ist der statistische Unterschied jedoch nicht signifikant. Dennoch zeigt sich im Reinigungseffekt, dargestellt in der prozentualen Abweichung zum Kontrollwert, dass die Reinigung sich zunächst positiv auf die Emissionen auswirkt (-18,9 % bzw. -38,1 %), dieser Effekt sich aber zwei Stunden später negativ umkehrt (+18,5 %).

Die Menge der Gülle auf den Spalten verhält sich ähnlich zu den Emissionswerten (Tab. 2). In jeder Messsequenz ist die Menge Gülle auf den Kontrollspalten höher als auf denen, die gereinigt wurden. Jedoch ergeben sich nur in den Messungen direkt nach der Reinigung statistisch signifikante Unterschiede. Dies zeigt sich auch im Reinigungseffekt, welcher direkt nach der Reinigung -29,6 % und -33,2 % und zwei Stunden später nur noch -2,4 % beträgt.

Tabelle 1: Ammoniakemissionen von den Spalten in drei Messsequenzen

Datum der Messung	Zeitpunkt Messung nach Reinigung in Std.	NH ₃ -Emission, adj. Mittel (mg NH ₃ h ⁻¹ m ²)			Reinigungseffekt in %
		gereinigt	Kontrolle		
21.08.-02.09.	0	$13,3 \pm 2,2$	$16,3 \pm 4,0$	n.s.	- 18,9
04.09.-14.09.	2	$13,7 \pm 1,3$	$11,2 \pm 1,9$	n.s.	+ 18,5
13.10.-23.10.	0	$8,8 \pm 2,1$	$14,2 \pm 3,4$	n.s.	- 38,1

Tabelle 2: Güllemenge auf den Spaltenelementen

Zeitpunkt Messung nach Reinigung in Std.	Menge Gülle auf Spalten, adj. Mittel (kg)			Reinigungseffekt in %
	gereinigt	Kontrolle		
0	$2,2 \pm 0,1$	$16,3 \pm 4,0$	*	- 29,6
2	$2,7 \pm 0,2$	$11,2 \pm 1,9$	n.s.	- 2,4
0	$1,5 \pm 0,1$	$14,2 \pm 3,4$	n.s.	- 33,2

* signifikant für $P < 0,05$

Diskussion

Ähnlich wie in anderen Studien (Moreira und Satter 2006, Braam *et al.* 1997), zeigt die Reinigung des Spaltenbodens in einem Rinderstall nur einen geringen Effekt auf die Ammoniakemission. Auch wenn der Spaltenboden nach der Reinigung oberflächlich sehr sauber erscheint, zeigt sich keine statistisch signifikante Reduktion der Emission. Möglicherweise stammt ein großer Anteil des emittierten Ammoniaks von den Seitenrändern der Spalten, an denen ein großer Teil der Gülle nach wie vor haften bleibt. Eine Ursache dafür könnte die zu geringe Reinigungswirkung der Hochdruckdüsen sein bzw. die zu geringe Gesamtmenge des Wassers. Ebenfalls kann vermutet werden, dass durch das zusätzliche Wasser, das Vermischen von Kot und Urin sowie durch die breitere Verteilung der Gülle auf den Spalten die Ureaseaktivität erhöht wird und somit die Ammoniakemissionen gesteigert werden (Muck 1982).

Schlussfolgerungen

Das Reinigen des Spaltenbodens hatte bisher keinen signifikanten Effekt auf die Ammoniakemissionen. Jedoch stellt die Methode, einzelne Elemente aus dem Spaltenboden herauszunehmen und getrennt von den unterschiedlichen Einflüssen eines frei gelüfteten Stalles zu untersuchen, eine Möglichkeit dar, einzelne Quellen der Ammoniakemissionen zu quantifizieren. Trotz der geringen Emissionsverminderung stellte sich das Reinigungsgerät als äußerst effizient bei der mechanischen Reinigung der Oberseite des Spaltenbodens heraus. Dies ist in Hinsicht auf die Klauenhygiene und -gesundheit als sehr positiv zu bewerten.

Danksagung

Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanziert.

Literatur

- Anonym (2003). Senkung von Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft. Programm der Bundesregierung. Hrsg. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. <http://edok.ahb.niedersachsen.de/07/390487031.pdf> (Abruf 06.08.2010).
- Braam C.R., Ketelaars J.J.M.H., Smits M.C.J. (1997). Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45: 49-64.
- LUBW (2008). Ammoniak in der Umwelt. Hrsg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/51486/am-moniak_in_der_umwelt.pdf (Abruf 18.08.2010).
- 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.
- Moreira V. R., Satter L. D. (2006). Effect of scraping frequency in a freestall barn on volatile nitrogen loss from dairy manure. *Journal of Dairy Science* 89:2579–2587.
- Muck R.E., 1982. Urease activity in bovine feces. *Journal of dairy science* 65:2157-2163.
- 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.