

Steffen Hoy, Gießen, Karsten Müller und Reinhard Willig, Leipzig

## Ammoniak- und Lachgasemissionen

### Auswirkungen verschiedener Tiefstreuhaltungssysteme für Mastschweine

**Die höchsten Ammoniak-Emissionen wurden bei einem flachen Tiefstreubett mit oberflächlichem Eingraben der Exkremate und schichtenweisem Aufbau der Einstreumatratze sowie bei einem Tiefstreu-System mit zweimaliger Einstreubehandlung pro Woche gefunden. Ebenso traten in dem flachen Einstreuverfahren die höchsten Lachgasemissionen auf.**

Die Tiefstreuhaltung von Mastschweinen mit Additiven (Kompoststall-Verfahren) oder ohne Präparate-Anwendung wird an verschiedenen Instituten in Deutschland und Europa mit dem Ziel untersucht, gasförmige Stickstoffverluste (vor allem durch Ammoniak- und Lachgasfreisetzung) zu vermindern und eine artgemäße Aufstallung der Tiere mit vielfältigen Möglichkeiten arttypischen Verhaltens zu schaffen. Unter den definierten Bedingungen eines Klimastalles wurden in sechs Umtrieben mit je zwei Schweinegruppen mehrere Tiefstreu-Systeme analysiert. Sie unterschieden sich durch die Anwendung von Additiven, die ein- oder zweimal pro Woche durchgeführte Einstreubehandlung (Vergraben der Exkremate, Durchmischen der Tiefstreu) sowie den Aufbau der Tiefstreumatratze (70 cm dicke Einstreu von Beginn an oder schichtenweiser Aufbau mit Nachstreuen in jeder Woche). Verglichen wurden sie mit einem Vollspalten-Haltungssystem unter den Aspekten von Konzentration und Emission an Ammoniak und Lachgas sowie des Stickstoff-Out-put.

#### Untersuchte Haltungssysteme

Umtrieb 1: Holzschnitzel + Envirozyme gegen Vollspaltenboden

*Prof. Dr. habil. Steffen Hoy vertritt das Fachgebiet Tierhaltung und Haltungsbio-logie am Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Gießen, Bismarckstr. 16, 35390 Gießen.*

*TA Karsten Müller und Dipl. Ing. Reinhard Willig arbeiten am Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen der Universität Leipzig.*

*Die Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Wissenschaft, Bildung, Forschung und Technologie im Rahmen des Projektes „Untersuchungen zur Schweinehaltung ohne Gülleanfall nach dem Tiefstreubettverfahren“ gefördert.*

Umtrieb 2: Holzschnitzel + Envirozyme gegen Holzschnitzel + Ecozyme

Umtrieb 3: Holzschnitzel ohne Additiv gegen Holzschnitzel + Ecozyme

Umtrieb 4: Holzschnitzel ohne Additiv gegen Holzschnitzel + Ecozyme, 2 x wöchentl. Einstreubehandlung

Umtrieb 5: Holzschnitzel ohne Additiv gegen Holzschnitzel + Bio-Aktiv-Pulver

Umtrieb 6: Holzschnitzel ohne Additiv gegen Holzschnitzel + UMS-A-Ferm

In den ersten vier Umtrieben wurden die Exkremate der Tiere punktuell in die 70 cm dicke Einstreuschicht vergraben. In Umtrieb 5 wuchs die Einstreumatratze von Woche zu Woche, und der Kot wurde anfänglich über die Einstreuoberfläche verteilt und eingemischt.

ten mit drei Methoden im Abteil oder im Abluftkanal:

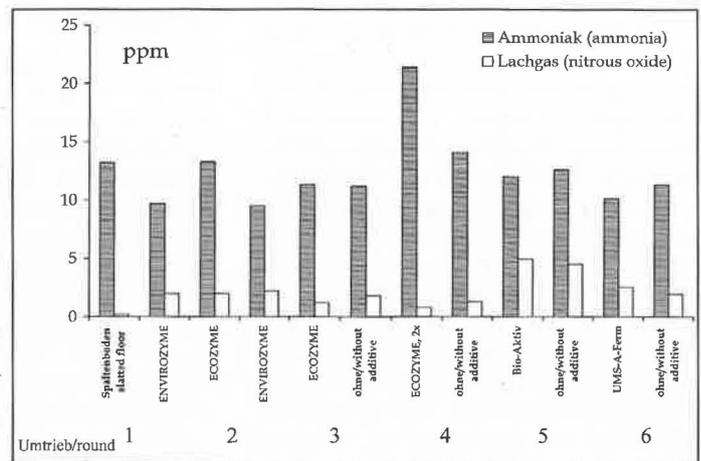
- Multigasmonitoring [3, 4], quasikontinuierliche Messung über den gesamten Umtrieb
- Indophenolmethode nach VDI-Richtlinie 2461 Blatt 1 [1], dreimal pro Woche über je sechs Stunden
- Prüfröhrchenmethode mit NH<sub>3</sub>-Prüfröhrchen und Handbalgpumpe Accuro (Drägerwerke Lübeck), ein- bis zweimal pro Woche

Lachgas wurde wie NH<sub>3</sub> mit dem Multi-gasmonitoring gemessen.

Zur Kalkulation der Emissionsfrachten wurden die Mittelwerte der Konzentrationen an NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O über den gesamten Haltungsdurchgang herangezogen. Zugleich war kontinuierlich die Strömungsgeschwindigkeit in den Abluftkanälen an drei Meßpunkten pro Kanal (für jedes Haltungssystem) mit Hilfe des Klimacomputers therm 3280-8 m (Fa. Ahlborn) ge-

*Bild 1: Mittelwerte für Ammoniak und Lachgas im Durchschnitt von sechs Umtrieben mit je zwei Haltungssystemen*

*Fig. 1: Mean values for ammonia and nitrous oxide in the average of six throughputs, each with two keeping systems*



Bei Envirozyme handelt es sich nach Firmenangaben um eine wäßrige Nährlösung aus hydrolysierten Bodenbakterien, angereichert mit Fermentationsprodukten und Spurennährstoffen in Molke und Wasser. Envirozyme wird als Bodenhilfsstoff vertrieben.

Ecozyme enthält nach Vertreiberangaben Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette. Der Inhalt von Bio-Aktiv-Pulver und UMS-A-Ferm wird durch die Vertreiber nicht deklariert.

Aufbau und Bewirtschaftung der Tiefstreu-Systeme sowie die Haltungsbedingungen wurden ausführlich an anderer Stelle [1, 2, 3] beschrieben.

Die Messungen von Ammoniak erfolg-

messungen worden. Auf dieser Basis ließen sich die Ammoniak- und Lachgasemissionen sowie die N-Frachten kalkulieren.

#### Ergebnisse und Diskussion

Die Ammoniak-Konzentrationen im Mittel des jeweiligen Umtriebes lagen im Bereich von 9,5 ppm (Envirozyme-Tiefstreu) bis 21,4 ppm (Ecozyme-Tiefstreu mit zweimal wöchentlicher Einstreubehandlung). Hohe NH<sub>3</sub>-Werte über 20 ppm sind aus tierhygienischer Sicht kritisch zu bewerten, da Ammoniak nachweislich an der Entstehung infektiöser Atemwegserkrankungen beteiligt sein kann. Während bei Spaltenbodenhaltung die Lachgas-konzentration erwartungsgemäß im Be-

Tab. 1: Ammoniak-Emission bei Vollspaltenboden-Haltung und bei verschiedenen Tiefstreuverfahren

Table 1: Ammonia emission with fully slatted floor keeping and with various deep litter systems

Umtrieb	Haltungssystem	Ammoniak-Emission	
		g/Tier und Tag	kg/Tierplatz und Jahr
1	Vollspaltenboden	11,5	3,93
	Holzschnitzel + Envirozyme	7,9	2,71
2	Holzschnitzel + Ecozyme	14,0	4,8
	Holzschnitzel + Envirozyme	9,0	3,1
3	Holzschnitzel + Ecozyme	11,9	4,14
	Holzschnitzel ohne Additiv	12,7	4,44
4	Holzschnitzel + Ecozyme	16,2	5,61
	Behandlung 2 x pro Woche		
5	Holzschnitzel ohne Additiv	13,8	4,76
	Holzschnitzel + Bio-Aktiv-Pulver	10,0	3,45
6	Holzschnitzel ohne Additiv	11,6	4,0
	Holzschnitzel + UMS-A-Ferm	9,0	3,14
	Holzschnitzel ohne Additiv	10,3	3,59

Tab. 2: Lachgas-Emission bei verschiedenen Tiefstreuverfahren

Table 2: Nitrous oxide emissions with various deep litter systems

Umtrieb	Haltungssystem	Lachgas-Emission	
		g/Tier u. Tag	kg/Tierplatz u. Jahr
1	Vollspaltenbodenhaltung	***	***
	Holzschnitzel + Envirozyme	3,5	1,20
2	Holzschnitzel + Ecozyme	4,7	1,61
	Holzschnitzel + Envirozyme	4,8	1,64
3	Holzschnitzel + Ecozyme	3,0	1,04
	Holzschnitzel ohne Additiv	5,2	1,8
4	Holzschnitzel + Ecozyme		
	Einstreubehandlung 2 x pro Woche	1,7	0,59
5	Holzschnitzel ohne Additiv	3,1	1,07
	Holzschnitzel + Bio-aktiv-Pulver	10,0	3,46
6	Holzschnitzel ohne Additiv	10,0	3,44
	Holzschnitzel + UMS-A-Ferm	5,1	1,78
	Holzschnitzel ohne Additiv	3,9	1,35

\*\*\* Im Vollspaltenboden-System wurden Werte für Lachgas gemessen, die etwa im Bereich der globalen Konzentration lagen, so daß keine Emissionen an N<sub>2</sub>O stattfanden bzw. nachweisbar waren.

reich der globalen Konzentration (300 ppb) auftrat, betrug bei Tiefstreuhaltung die N<sub>2</sub>O-Gehalte in der Luft zwischen 0,8 (Tiefstreu mit zweimaliger Behandlung pro Woche) und 4,95 ppm (Tiefstreu mit Bio-Aktiv-Pulver).

Zwischen den elf Mittelwerten für NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O im Durchschnitt der Umtriebe auf Tiefstreu ließ sich eine nichtsignifikante negative Korrelation berechnen, tendenziell nimmt mit zunehmender NH<sub>3</sub>-Konzentration der N<sub>2</sub>O-Gehalt ab und umgekehrt (Bild 1). Dies stimmt mit jüngsten Befunden von Munack [zit. bei 5] überein.

In dem Envirozyme-Holzschnitzelsystem waren die niedrigsten NH<sub>3</sub>-Emissionen nachzuweisen (Tab. 1). Das Ecozyme-Tiefstreuverfahren, insbesondere bei zweimaliger Tiefstreubehandlung pro Woche, war durch eine hohe Ammoniak-Freisetzung gekennzeichnet. Auch bei dem schichtenweisen Aufbau des Einstreubettes (Umtrieb 5) trat ein hoher Ammoniak-Massenstrom auf.

Die N<sub>2</sub>O-Freisetzung je Tierplatz fiel bei den Tiefstreuvarianten Envirozyme und Ecozyme deutlich niedriger als in nieder-

ländischen und deutschen Untersuchungen aus [5, 6]. Das Tiefstreuverfahren ohne Additivzusatz (im Mittel der vier Umtriebe) und das Verfahren mit UMS-A-Ferm wiesen höhere Lachgasströme auf (Tab. 2). Allerdings traten deutliche Unterschiede zwischen den Umtrieben auf, obwohl die Untersuchungen unter den Bedingungen eines klimatisierten Stalles stattfanden. Im fünften Umtrieb waren mit 3,68 und 3,69 kg N<sub>2</sub>O pro Tierplatz und Jahr vergleichsweise hohe Emissionsfrachten festzustellen.

Auf der Basis der Ammoniak- und Lachgasmassenströme konnten die gasförmigen N-Verluste ermittelt werden (Tab. 3). Die höchsten N-Verluste waren bei den Haltungssystemen mit schichtenweisem Aufbau der Einstreu zu verzeichnen. Die mit Abstand geringsten N-Austräge über die Luft ließen sich bei dem Flüssigmist-System mit Lagerung der Gülle unter dem Spaltenboden (während des gesamten Haltungsdurchganges) sowie bei dem Envirozyme-Tiefstreuverfahren nachweisen.

Tab. 3: N-Output aus NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O im Mittel der Umtriebe pro Mastschwein und pro kg Lebendmassezuwachs (LMZ)

Table 3: Nitrogen output from ammonia and nitrous oxide in the average of throughputs per fattening pig and per kg of liveweight gain

Umtrieb	Haltungssystem*	NH <sub>3</sub> -N		N <sub>2</sub> O-N		Gesamt-N	NH <sub>3</sub> -N g/kg LMZ	N <sub>2</sub> O-N g/kg LMZ
		kg	%	kg	%			
1	Spaltenboden	0,92	100	-	-	0,92	11,8	-
	Envirozyme	0,64	74,4	0,22	25,6	0,86	8,2	2,8
2	Ecozyme	1,13	79,6	0,29	20,4	1,42	12,7	3,25
	Envirozyme	0,73	70,9	0,30	29,1	1,03	8,4	3,45
3	Ecozyme	1,04	83,9	0,20	16,1	1,24	10,8	2,1
	ohne Additiv	1,12	76,2	0,35	23,8	1,47	11,7	3,6
4	Ecozyme, 2 x Mischen	1,63	92,6	0,13	7,4	1,76	18,5	1,5
	ohne Additiv	1,38	85,2	0,24	14,8	1,62	16,0	2,8
5	Bio-Aktiv-Pulver	0,87	56,1	0,68	43,9	1,55	9,5	7,4
	ohne Additiv	1,01	60,1	0,67	39,9	1,68	10,4	6,9
6	UMS-A-Ferm	0,85	69,1	0,38	30,9	1,23	8,9	4,1
	ohne Additiv	0,98	77,8	0,28	22,2	1,26	10,7	3,1

\* Ausführliche Bezeichnung der Haltungssysteme siehe Tab. 1 und 2

Die im Vergleich zu den Ergebnissen von Hesse [7] deutlich niedrigeren NH<sub>3</sub>-N-Frachten pro kg Lebendmassezunahme bei den Kompoststallverfahren sind aus den Verfahrensunterschieden (punktueller Eingraben – oberflächiges Verteilen) zu erklären.

Bezogen auf den N-Input über das Futter (zwischen 6,18 und 7,37 kg N je Mastschwein) betrug die gasförmigen N-Verluste aus NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O zwischen 13,8 % (Tiefstreu mit Envirozyme) und 25,5 % (zweimaliges Mischen der Tiefstreu mit Ecozyme). Ebenso traten hohe N-Verluste bei dem flachen Tiefstreu-Verfahren auf (bis 24,4 %). Hinzu kommen N-Austräge bei dem Räumen des Stalles (kalkuliert mit rund 1 % der während des Umtriebes kumulativ entstehenden Stickstoff-Freisetzung aus NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O), der Zwischenlagerung und Ausbringung.

### Fazit

Von den untersuchten Tiefstreu-Varianten weist das Verfahren mit einer etwa 70 cm dicken Einstreuschicht und punktuellm Eingraben der Exkremente einmal pro Woche unter Zugabe des Bodenhilfsstoffes Envirozyme die niedrigsten Stickstoff-Verluste aus NH<sub>3</sub> und N<sub>2</sub>O auf.

Literaturhinweise sind unter LT 97 102 vom Verlag erhältlich.

### Schlüsselwörter

Ammoniak, Lachgas, Tiefstreuhaltung, Mastschwein, Spaltenboden, Stickstoff-Freisetzung

### Keywords

Ammonia, nitrous oxide, deep litter keeping, fattening pig, slatted floor, nitrogen output