

Reiner Brunsch, Annett Model, Eike Scherping und Werner Berg, Potsdam

# Einfluss von Einstreumaterial und -aufbereitung auf NH<sub>3</sub>- und Spurengasflüsse aus der Hühnerhaltung

*In Laborversuchen wurden neben verschiedenen Stroharten in unterschiedlichen Aufbereitungsformen auch Materialien wie Torf und Braunkohlenxylyt hinsichtlich ihrer Wirkung auf Schadgasemissionen während der Lagerung von Legehennenkot geprüft. Jedes der untersuchten Schadgase (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) zeigte ein anderes Verhalten gegenüber den geprüften Einstreumaterialien, so dass keine abschließende Empfehlung gegeben werden kann, welches dieser Materialien die Emissionen aller drei Schadgase gleichermaßen gut begrenzt.*

Prof. Dr. habil. Reiner Brunsch ist Wissenschaftlicher Direktor (komm.) des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, D-14469 Potsdam; e-mail: [rbrunsch@atb-potsdam.de](mailto:rbrunsch@atb-potsdam.de)

Dr. Annett Model und Dr.-Ing. Eike Scherping waren wissenschaftliche Mitarbeiter des ATB.

Dr.-Ing. Werner Berg ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technikbewertung und Stoffkreisläufe des ATB.

## Schlüsselwörter

Hühnerhaltung, Einstreu, Emissionen, Schadgase

## Keywords

Layer management, litter material, noxious gases

Der Übergang zu Bodenhaltungsverfahren von Legehennen wirft die Frage nach geeigneten Einstreumaterialien auf, um Emissionen der umweltschädlichen Gase Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O, „Lachgas“) möglichst gering zu halten. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand Stroh verschiedener Getreidearten und Aufbereitungsformen. Daneben wurden Torf, Weichholzspäne und Braunkohlenxylyt untersucht. Ziel der Untersuchungen war ein Vergleich der genannten Materialien miteinander. Die ermittelten absoluten Emissionsströme unterscheiden sich von denen, die unter praktischen Bedingungen auftreten.

## Material und Methoden

Der frische Legehennenkot wurde mit den in Tabelle 1 ausgewiesenen Materialien im Massenverhältnis 20:1 (Kot: Einstreu; Ausnahme bei Strohpellets und Braunkohlenxylyt: Mischungsverhältnis 10:1) intensiv gemischt und mit einer Schichthöhe von 6 cm in offenen Plexiglasbehältern gelagert (Bild 1). Die Durchmischung ging mit der Zerstörung der Kotbällchen einher, wie sie im Legehennenstall nicht zu erwarten ist. Die 20 Varianten wurden in fünf Messserien zufällig auf jeweils zwölf Behälter pro Serie verteilt, so dass jede Variante insgesamt dreimal gemessen werden konnte. Die Messung gasförmiger Emissionen fand unter Laborbedingungen (Lufttemperatur 20 °C) an sieben bis neun Messtagen verteilt auf neun bis elf zusammenhängende Kalendertage je Versuchsserie statt. Für die Dauer der Gasmessung wurden die Lagerungsbehälter verschlossen und mit einem kontinuierlichen Luftstrom von 25 l/min durchströmt. Die Ermittlung der Gaskonzentrationen erfolgte mit einem photoakustischen Gasmonitor (Bruehl & Kjaer/Innova). Nach Fertigstellung der jeweiligen Mischungen wurde zu Versuchsbeginn aus jedem Behälter eine Probe gezogen, von der Trockensubstanz (TS-), Gesamtstickstoff- (N<sub>T</sub>-) und Ammoniumstickstoff- (NH<sub>4</sub>-N-) Gehalt sowie der pH-Wert bestimmt wurden. Als Bezugsgrößen dienen für die Gasflüsse von NH<sub>3</sub>



Bild 1: Versuchsbehälter mit Weizenstrohkurz-häcksel-Legehennenkot-Gemisch

Fig. 1: Experimental container with a mixture of short-chopped wheat straw and layer hen droppings

und N<sub>2</sub>O der Gesamtstickstoffgehalt und für CH<sub>4</sub> die Trockensubstanz zu Versuchsbeginn. Die Gasflüsse selbst sind aus den Konzentrationsdifferenzen zwischen Zu- und Abluft errechnet und über die Zeit von neun Kalendertagen kumuliert worden.

## Ergebnisse

### Ammoniak

Die NH<sub>3</sub>-Emissionen nahmen vom ersten bis zum letzten Messtag in allen untersuchten

Tab. 1: Variantenbezeichnungen

Table 1: Description of the variants

Nr.	Material	Index	Aufbereitung	Index
1	Gerste	1	unzerkleinert	a
2	Gerste	1	Häcksel 40 mm	b
3	Gerste	1	Häcksel 10 mm	c
4	Gerste	1	gesplissen	d
5	Roggen	2	unzerkleinert	a
6	Roggen	2	Häcksel 40 mm	b
7	Roggen	2	Häcksel 10 mm	c
8	Roggen	2	gesplissen	d
9	Weizen	3	unzerkleinert	a
10	Weizen	3	Häcksel 40 mm	b
11	Weizen	3	Häcksel 10 mm	c
12	Weizen	3	gesplissen	d
13	Hafer	4	unzerkleinert	a
14	Hafer	4	Häcksel 40 mm	b
15	Hafer	4	Häcksel 10 mm	c
16	Torf			5
17	Braunkohlenxylyt			6
18	Weichholz-Hobelspäne			7
19	Gersten-Weizen-Pellets			8
20	Weizen-Pellets			9

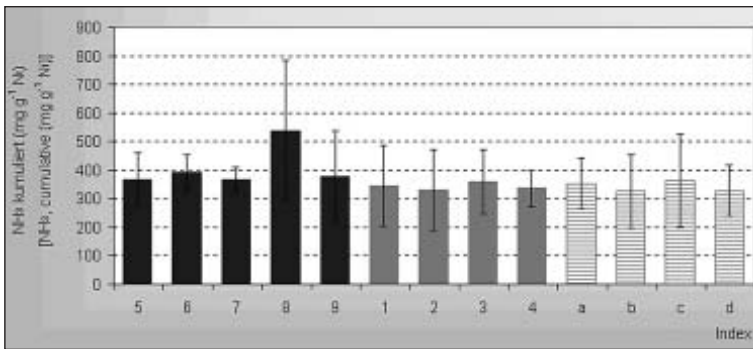


Bild 2: Kumulierte  $\text{NH}_3$ -Emissionen ( $\text{mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$ ) in Abhängigkeit von Einstreuart und Aufbereitung

Fig. 2: Cumulated  $\text{NH}_3$ -emissions ( $\text{mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$ ) depending on type of litter and processing

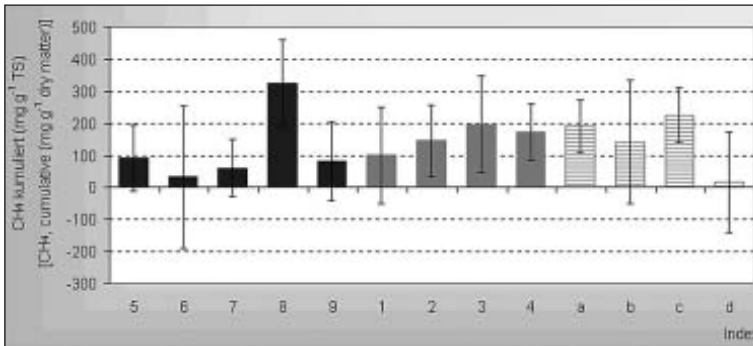


Bild 3: Kumulierte  $\text{CH}_4$ -Emissionen ( $\text{mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$ ) in Abhängigkeit von Einstreuart und Aufbereitung

Fig. 3: Cumulated  $\text{CH}_4$ -emissions ( $\text{mg CH}_4 \text{ g}^{-1} \text{ DM}$ ) depending on type of litter and processing

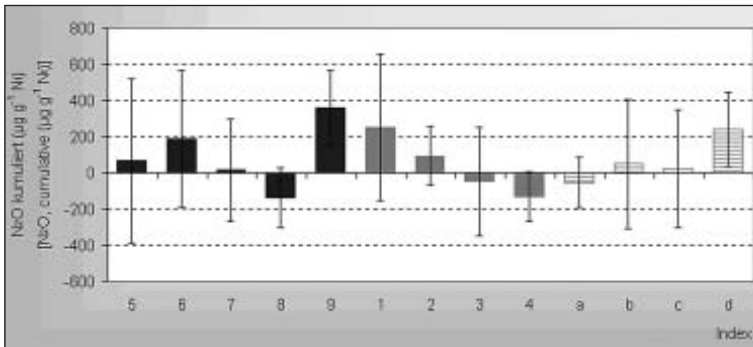


Bild 4: Kumulierte  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen ( $\mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$ ) in Abhängigkeit von Einstreuart und Aufbereitung

Fig. 4: Cumulated  $\text{N}_2\text{O}$ -emissions ( $\mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$ ) depending on type of litter and processing

Varianten kontinuierlich ab. Im Durchschnitt erreichten die Emissionsraten des letzten Messtages noch 37 % der Emissionshöhe, die am ersten Versuchstag zu beobachten war. Es wurden Emissionsraten zwischen  $0,14 \text{ mg}$  und  $4,6 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t \text{ h}^{-1}$  ermittelt. In Abhängigkeit von der eingemischten *Strohart* waren kumulierte Werte zwischen  $331 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (Roggenstroh) und  $359 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (Weizenstroh) festzustellen. Die anderen verwendeten Einstreumaterialien (Torf, Braunkohlenxylyt, Weichholz-Hobelspäne, Pellets) waren mit kumulierten Emissionen von  $376 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (Weichholz-Hobelspäne) bis  $538 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (Gersten+Weizen-Pellets) verbunden. Für die einzelnen *Aufbereitungsarten* des Getreidestrohs (einschließlich Pelletierung) wurden Emissionen zwischen  $325 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (Häcksellänge 40 mm) und  $457 \text{ mg NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ N}_t$  (pelletiert) ermittelt (Bild 2).

#### Methan

Die  $\text{CH}_4$ -Emissionen nahmen bis zum Versuchsende hin kontinuierlich ab, wobei in der zweiten Hälfte der Versuchszeit unab-

hängig von den untersuchten Varianten stark gehäuft negative Bilanzwerte auftraten. Insgesamt schwankten die  $\text{CH}_4$ -Flussraten zwischen  $+7,8 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (Variante 19) und  $-2,2 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (Variante 4). Im Durchschnitt erreichten die Emissionsraten des letzten Versuchstages noch 1,5 % der Emissionshöhe, die am ersten Versuchstag zu beobachten war. Im Vergleich der verwendeten *Stroharten* wurde die maximale kumulierte Emission von  $196 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  für Weizenstroh ermittelt, die nahezu doppelt so hoch war wie der für Gerstenstroh ermittelte minimale Wert von  $100 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$ . Die neben Getreidestroh verwendeten Einstreumaterialien (Torf, Braunkohlenxylyt, Weichholz-Hobelspäne, Pellets) waren mit kumulierten Emissionen von  $32 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (Braunkohlenxylyt) bis  $325 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (Gersten-Weizen-Pellets) verbunden. Ähnlich stark streuten die kumulierten Emissionswerte zwischen den einzelnen *Aufbereitungsarten* des Getreidestrohs (einschließlich Pelletierung). Der maximale Wert lag mit  $226 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (Häcksellänge 10 mm) um das 13fache höher als

der minimale Wert von  $17 \text{ mg CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ TS}$  (gesplissen) (Bild 3).

#### Distickstoffoxid

An allen Versuchstagen waren sowohl positive als auch negative Bilanzierungsergebnisse festgestellt worden. Entsprechend lag die Differenz zwischen höchster und niedrigster Emissionsrate bei  $128,3 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t \text{ h}^{-1}$  am ersten und bei  $18,8 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t \text{ h}^{-1}$  am letzten Versuchstag. Im Durchschnitt erreichten die Emissionsraten des letzten Messtages noch 8,9 % der Emissionshöhe, die am ersten Versuchstag zu beobachten war. In Abhängigkeit von der eingesetzten *Strohart* traten kumulierte Werte zwischen  $252 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (Gerstenstroh) und  $-131 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (Haferstroh) auf. Für die übrigen neben Stroh untersuchten Materialien (Torf, Braunkohlenxylyt, Weichholz-Hobelspäne, Pellets) sind kumulierte Emissionen von  $362 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (Weizenpellets) bis  $-138 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (Gersten-Weizen-Pellets) errechnet worden. Für die einzelnen *Aufbereitungsarten* des Getreidestrohs (einschließlich Pelletierung) wurden kumulierte Emissionen zwischen  $242 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (gesplissen) und  $-56 \mu\text{g N}_2\text{O g}^{-1} \text{ N}_t$  (unzerkleinert) ermittelt (Bild 4).

#### Diskussion und Schlussfolgerungen

Zwischen den untersuchten Einstreumaterialien traten zum Teil deutliche Unterschiede in den Gasflüssen aus dem Kot-Einstreugemisch auf, die jedoch mit dem gewählten Versuchsansatz (zufallsgenerierte Verteilung der Varianten auf die Messserien) mit erheblichen Variationsbreiten verbunden waren, so dass die Unterschiede nicht statistisch signifikant nachweisbar sind. Bedingt durch niedrige Konzentrationswerte von  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{CH}_4$  traten für einzelne Versuchstage und Varianten negative Bilanzierungswerte auf. Die intensive Durchmischung führte zur Zerstörung der Kotbällchen und damit zu nicht mit der Praxis vergleichbaren Bedingungen. Aus diesem Grund können die Emissionsraten keine Basis für Emissionsfaktoren der Praxis bilden.

Die durch das Spleißen von Stroh entstandene größere spezifische Oberfläche führte in der Regel nicht zu den erwarteten Emissionsveränderungen gegenüber anderen *Aufbereitungsarten*. Die sehr hohen Schwankungen der Emissionsraten zwischen den einzelnen Messserien deuten darauf hin, dass der Einfluss der einzelnen Serie andere Faktoren unter Umständen stark überlagert und damit eindeutigere Ergebnisse verhindert hat. Der derzeitige Kenntnisstand rechtfertigt keine Empfehlung „besonders emissionshemmender“ Einstreumaterialien.