

Torsten Hinz, Hans Sonnenberg, Stefan Linke und Jennifer Schilf, Braunschweig, sowie Jörg Hartung, Hannover

# Staubminderung durch Befeuchten des Strohs beim Einstreuen eines Rinderstalles

*Rinderhaltung auf Einstreu wird wieder vermehrt nachgefragt, vornehmlich in Kalt- und Außenklimaställen. Als tierfreundliches Streumaterial wird am häufigsten Stroh verwendet. Als Problem erweisen sich dabei Emissionen von luftgetragenen Staubpartikeln, welche die Atmung von Mensch und Tier belasten können, zumal darin auch Endotoxine nachgewiesen wurden. Als mögliche Minderungsstrategie empfiehlt sich das Benetzen mit partikelbindenden Flüssigkeiten. In Versuchen wurde Wasser auf unterschiedliche Weise appliziert. Dadurch konnten die Gesamtstaub- und Endotoxinkonzentrationen um über 90 % gesenkt werden, ohne die Funktion der Einstreu zu beeinträchtigen.*

Dr.-Ing. Torsten Hinz und Stefan Linke sind Mitarbeiter des Institutes für Technologie und Biosystemtechnik der FAL Braunschweig, Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Hans Sonnenberg und Jennifer Schilf sind Mitarbeiter des Institutes für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL Braunschweig, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig;  
e-mail: hans.sonnenberg@fal.de  
Prof. Dr. Jörg Hartung ist Leiter des Institutes für Tierhygiene und Tierschutz, Tierärztliche Hochschule Hannover.

## Schlüsselwörter

Staubminderung, Endotoxine, Rinderhaltung

## Keywords

Dust reduction, endotoxins, cattle housing

Literaturhinweise sind unter LT 00419 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Verwendung von Stroh als Einstreu in Rinderställen nimmt seit etwa zehn Jahren wieder zu. Stroh ist tierfreundlich und vermag das Wohlbefinden und die Gesundheit von Tieren positiv zu beeinflussen. Als nachteilig werden neben arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten die Belastungen von Mensch und Tier durch den vom Stroh ausgehenden Staub angesehen, der besonders beim Vorgang des Stroheinstreuens, aber auch während der Aktivitätsphasen der Tiere freigesetzt wird. Mit dem Staub gelangen weitere partikelförmige Stoffe, wie Mikroorganismen und Endotoxine in einen luftgetragenen Zustand. Sie können bei im Stall arbeitenden Menschen und bei Tieren Atemwegsbeschwerden hervorrufen [1, 2]. Es wird daher nach Wegen gesucht, um die Staubentwicklung im Stall zu minimieren [3, 4]. Dabei besteht allerdings die Schwierigkeit, eine repräsentative Staubmessung beim Vergleich zweier Ställe oder zweier Einstreuarten durchzuführen, da im Tagesgang erhebliche Konzentrationsschwankungen auftreten können [5, 6, 7].

Orientierende Untersuchungen zur Staubminderung durch Befeuchten von Stroh vor und während des Einstreuens erfolgten in einem Tretmiststall. Er wurde deshalb als Modellstall ausgewählt, weil hier besonders hohe Staubgehalte etwa im Vergleich zum Tiefstreustall erwartet werden können [7], so dass die Effektivität von Minderungsmaßnahmen besonders deutlich hervortreten kann. Die Messposition wurde in den Aufenthaltsbereich des Menschen im Stallgang gelegt, um gezielt die Belastung des im Stall arbeitenden Menschen darstellen zu können. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Messungen nur zu Zeiten durchgeführt wurden, in denen durch Prüfung der Luftführung die

Messposition nicht durch Zuluft beeinflusst wurde.

## Material und Methoden

Zum Zeitpunkt der Messungen war der Tretmiststall mit 28 Jungrindern im Alter von 27 Monaten, entsprechend einem Gesamtbesatz von 32,45 GV (GV = Großvieheinheit = 500 kg Lebendmasse) belegt. Bild 1 zeigt den Aufbau des Stalles schematisch und die Lage des Messpunktes im Stallgang. Die Liegefläche wies eine Neigung von 10 % auf. Ihre Fläche betrug  $4,7 \text{ m} \cdot 18,2 \text{ m} = 86,4 \text{ m}^2$ . Als Einstreu wurden Quaderballen aus Winterweizenstroh benutzt. Versuchsbedingt wurde das Stroh zum Teil im Stallgang zum Befeuchten und Einstreuen ausgebreitet und vom Stallgang aus auf den oberen Teil der Liegefläche geworfen. Folgende drei Maßnahmen wurden geprüft:

1. Verminderung der Staubentstehung: Drei Lagen eines Strohballens von (285 kg) wurden zunächst im Stallgang ausgebreitet und mit 4 l Wasser (0,014 l/kg) aus einer Rückenspritze bespritzt. Das Stroh wurde dann in den Liegebereich eingeworfen.
2. Staubbekämpfung beim Einstreuen: Das Stroh wurde wie unter 1. mit Wasser vorbehandelt und beim Einwerfen entstehende Staubwolken wurden mit Wasser aus einer Rückenspritze bespritzt (0,10 l/kg). Die Wassertropfen sollen die Staubpartikel im Aerosol zu größeren Einheiten binden, die dann rascher aussedimentieren.
3. Das Stroh wurde in einem Futtermischwagen mit Wasser behandelt (54 l Wasser für 285 kg Stroh, 0,19 l/kg). Die Messung der Gesamtstaubkonzentration erfolgte mit Hilfe einer Filtrationseinheit mit

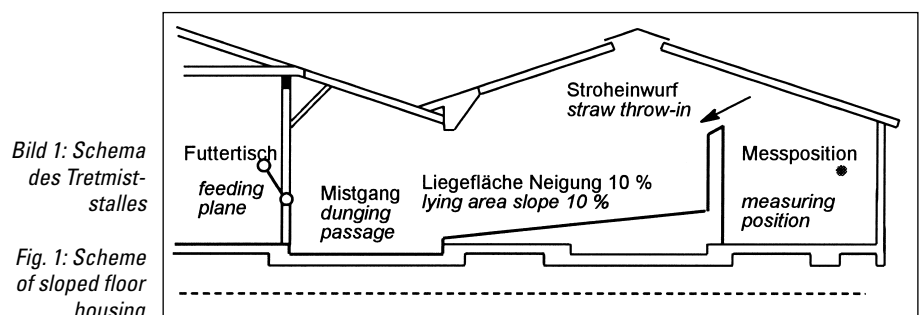


Bild 1: Schema des Tretmiststalles

Fig. 1: Scheme of sloped floor housing

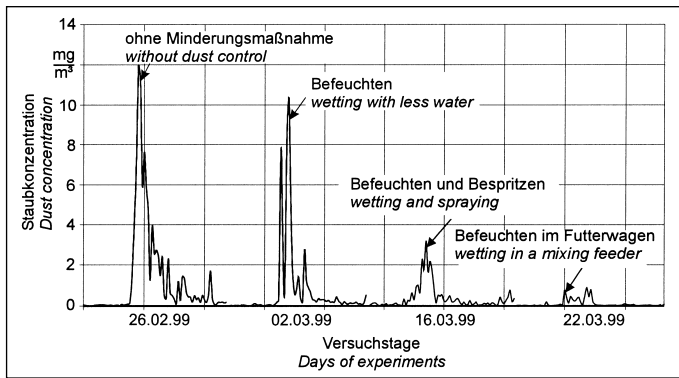


Bild 2: Verlauf der Gesamtstaubkonzentrationen während des Einstreuens ohne Minderungsmaßnahme (Kontrolle) und verschiedener Maßnahmen zur Staubreduzierung

Fig. 2: Course of total dust concentration during littering without a dust reduction measure and various measures for dust reduction

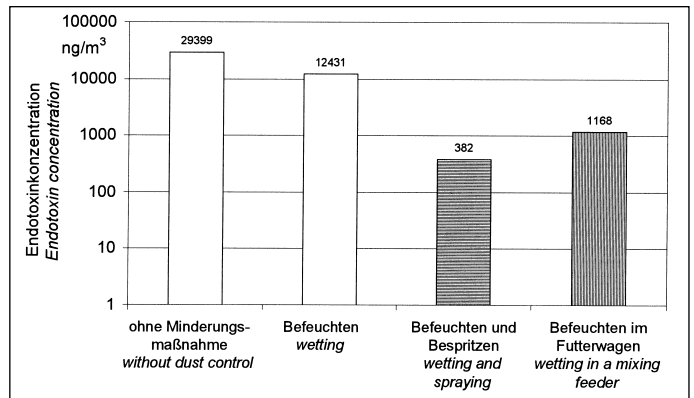


Bild 3: Luftgetragene Endotoxine während des Einstreuens ohne und mit Staubreduzierungsmaßnahmen

Fig. 3: Airborne endotoxins during littering without and with dust reduction measures

Glasfaserfiltern (Hochvolumensammler 50 m<sup>3</sup>/h). Dieser Staub wurde für die Endotoxinanalyse benutzt.

Die arbeitsplatzbezogenen Verlaufsmessungen wurden online mit dem Gerät TEOM [8] durchgeführt. Dabei werden aktuelle Konzentrationswerte aus den kumulativen Messergebnissen durch Differenzbildung ermittelt.

Die Messhöhe betrug 1,5 m, die Ansauggeschwindigkeit der Probenluft 1,25 m/s. Dies entspricht den Gegebenheiten des Menschen.

Vor dem Einsatz der Staubminderungsmaßnahmen wurden Kontrollmessungen am gleichen Messplatz durchgeführt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die ersten Messungen der aktuellen Studie wurden ohne Staubminderungsmaßnahmen durchgeführt, um den Anschluss an frühere Untersuchungen zu erhalten. Sie ergaben beim Einstreuen kurzfristige Spitzenkonzentrationen von 12 mg/m<sup>3</sup> für Gesamtstaub und 30000 ng/m<sup>3</sup> für die Endotoxine, ähnlich wie bei früheren Messungen in Rinderställen mit Tretmistsystem [7]. Die Qualität von Stroh und seine Staubabgabe werden durch viele Faktoren beeinflusst, so Ernte und Lagerung sowie der Umgang durch den Arbeiter (Faktor 2).

Bild 2 stellt verschiedene Verlaufskurven gegenüber. Ohne Minderungsmaßnahmen wurden beim Einstreuen Staubkonzentrationen um bis zu 12 mg/m<sup>3</sup> erreicht. Erst nach etwa 90 min kehrten die Konzentrationen auf das Ausgangsniveau zurück. Befeuchten des Strohs vor dem Einstreuen reduzierte die Spitzenkonzentration um 2 mg/m<sup>3</sup> auf rund 10 mg/m<sup>3</sup> und bereits nach etwa 45 min war das Ausgangsniveau wieder erreicht. Wurde zusätzlich Wasser in die Luft des Stalles gespritzt, um den beim Einstreuvorgang ent-

stehenden Staub zu binden, erreichte die Staubkonzentration an der Messposition Werte von 3 mg/m<sup>3</sup>. Der Zeitraum erhöhter Staubkonzentrationen umfasste etwa 30 min. Mit 54 l Wasser wurde der Staub wirkungsvoll gebunden. Dieses Wasser musste über den Zeitraum des Einstreuens von etwa 15 min versprüht werden.

Anfeuchten des Strohs in einem Futtermischwagen führte zu den geringsten Staubemissionen beim Einstreuen. Die Konzentrationen überstiegen 1 mg/m<sup>3</sup> nicht. Der Zeitraum leicht erhöhter Staubkonzentrationen beschränkte sich auf 30 min. Der Wasseraufwand belief sich abermals auf 54 l (0,19 l/kg).

Das Bild 3 vergleicht die mittleren Endotoxinkonzentrationen in der Luft des Rinderstalles während des Einstreuens in Abhängigkeit von der Staubminderungsmaßnahme. Auch bei Verwendung des angefeuchteten Strohs wurden noch Endotoxinkonzentrationen von über 12000 ng/m<sup>3</sup> Stallluft festgestellt. Die niedrigsten Endotoxingehalte (382 ng/m<sup>3</sup>) wurden gemessen, wenn angefeuchtetes Stroh beim Einstreuen zusätzlich mit Wasser bespritzt wird, um den entstehenden Staub niederzuschlagen. Die Befeuchtung des Strohs in dem Futterwagen ist dagegen im Hinblick auf Endotoxine nicht so erfolgreich wie beim Gesamtstaub. Dennoch beträgt die Reduktion gegenüber Kontrolle und Strohbeefeuchten mehr als eine Zehnerpotenz. Aber auch noch die mit Befeuchten und Bespritzen erzielten Endotoxinkonzentrationen lagen deutlich über den derzeit als Grenzwert diskutierten Konzentrationen am Arbeitsplatz [9], wobei die Bedeutung der relativ kurzen Expositionszeit noch nicht eindeutig geklärt ist. Der allgemeine Staubgrenzwert 4 mg/m<sup>3</sup> für den eintatbaren Anteil wurde nur bei den Untersuchungen „Kontrolle“ und „Befeuchten“ kurzfristig überschritten.

Die Untersuchungen zeigen, dass insbesondere der Einstreuvorgang mit der Freisetzung erheblicher Staubmengen und anderer Stoffe wie etwa Endotoxinen verbunden ist. Erhöhte Konzentrationen wurden allerdings nur über einen relativ kurzen Zeitraum von maximal einer Stunde beobachtet. Minderungsmaßnahmen, wie das Befeuchten des Strohs vor dem Einstreuen, schafften hier eine gewisse Reduzierung im Spitzenwert sowie in der Dauer der Luftbelastung mit Staub. Das Einstreuen von befeuchtetem Stroh bei gleichzeitigem Einsatz von in der Luft verspritztem Wasser hielt auch den Spitzenwert unter 4 mg/m<sup>3</sup>. Bei dieser Vorgehensweise wurden auch die geringsten Endotoxinkonzentrationen festgestellt. Das Befeuchten des Strohs in einem Futterwagen erzeugte die geringsten Staubemissionen. Diese blieben nur in einem Zeitraum von etwa 30 min leicht erhöht, aber deutlich unter 1 mg/m<sup>3</sup>. Allerdings lagen die Endotoxinkonzentrationen deutlich über den Befunden mit der kombinierten Methode von „Befeuchten“ und „Bespritzen“. Dies deutet darauf hin, dass die Endotoxine sowohl in den trockenen als auch in den feuchten Partikeln vorhanden sind. Die Funktion der Einstreu wurde durch die Wassergabe nicht beeinträchtigt. Der Arbeitsaufwand müsste für den Praxiseinsatz verringert werden.

## Fazit

Bereits geringe, auf das Stroh vor dem Einstreuen gesprühte Wassermengen (0,014 l/kg) senkten die Staubkonzentration am Messort im Stall um 10 % und den Endotoxingehalt um 58 %. Werden zusätzlich zu dem vorherigen Anfeuchten 0,10 l Wasser/kg Stroh während des Einstreuens zur Staubbildung über dem Stroh versprüht, beträgt die Minderung 75 % an Staub und 99 % an Endotoxinen.