

Kathrin Fleming, Engel F. Hessel und Herman Van den Weghe, Vechta

Gasbildung und Staubentwicklung aus verschiedenen Einstreumaterialien für die Pferdehaltung

Unterschiedliche Einstreumaterialien sollten hinsichtlich ihrer Eignung als Pferdestalleinstreu unter standardisierten Bedingungen in einem Technikumsversuch bewertet werden. Bezüglich der Ammoniakbindung schnitten die Strohpellets in diesem Technikumsversuch positiv ab. Die Schwebstaubfreisetzung bei Hanf und Leinenstroh war erheblich. Es wurden signifikant höhere Werte ermittelt als bei den anderen ausgewählten Materialien. Strohpellets scheinen geeignet, ein optimales Stallklima zu fördern. Um diese Hypothesen zu stützen, sind weiterführende Versuche unter realen praktischen Bedingungen erforderlich.

M.Sc. agr. Kathrin Fleming ist Doktorandin am Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser- Ems der Georg-August-Universität Göttingen in Vechta, Driverstr. 22, 49377 Vechta; e-mail: kathrin.fleming@agr.uni-goettingen.de
Dr. Engel F. Hessel ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe ist geschäftsführender Leiter des Forschungs- und Studienzentrums für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen in Vechta.

Schlüsselwörter

Pferdehaltung, Einstreu, Staub, Ammoniak

Keywords

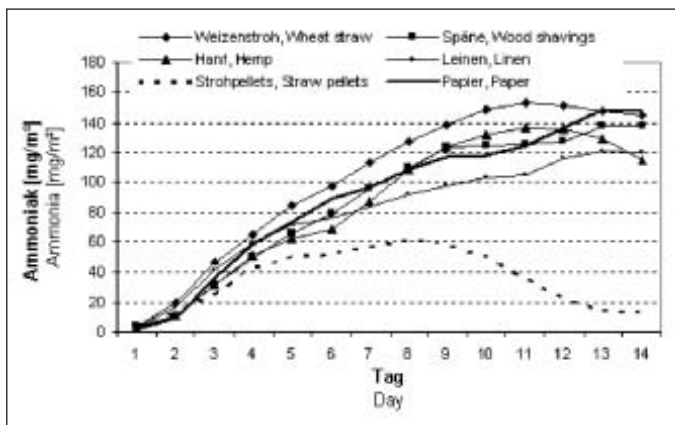
Horse keeping, litter, dust, ammonia

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07410 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Bild 1: Mittelwerte der NH_3 -Konzentrationen der verschiedenen Einstreumaterialien im Verlauf von 14 Tagen

Fig. 1: Ls-means of the NH_3 concentrations of the various bedding materials over a period of 14 days



Für die Gesundheit des Pferdes spielt die Qualität der Stallluft, die durch Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Gaskonzentrationen und Staubgehalt sowie die Intensität der Luftbewegung im Stall charakterisiert wird, eine wichtige Rolle, da der Atmungsapparat der Pferde besonders empfindlich auf Staub und einzelne Schadgase reagiert [1, 2]. Es wird angenommen, dass der größte Anteil - sowohl im Sport- als auch im Zucht- und Freizeitbereich - in Innenboxen gehalten wird [3, 4]. Vor allem diese Haltungsform wird bedingt durch suboptimale Luftverhältnisse für viele Atemwegserkrankungen bei Pferden verantwortlich gemacht [5, 6]. Gerade in der heutigen Zeit, in der das Pferd nicht mehr als Arbeitstier, sondern mehr als Sport- und Luxusgefährte dient, verbringt es bis zu 23 Stunden/Tag im Stall und ist somit einer ständigen Belastung durch gefährdende Partikel aus der Stallluft ausgesetzt [7, 8]. Neben weiteren Faktoren hat besonders die Einstreu, durch material-spezifische Unterschiede hinsichtlich Schwebstaubentwicklung im Stall, Feuchtigkeitsaufnahme und Ammoniakbindung, einen großen Einfluss auf die klimatischen Haltungsbedingungen [9, 10, 11].

Ziel der Untersuchungen war es, unterschiedliche Einstreumaterialien hinsichtlich ihrer Eignung als Pferdestalleinstreu unter standardisierten Bedingungen in einem Technikumsversuch zu analysieren und miteinander zu vergleichen. Es galt herauszufinden, welche Einstreuvarianten sich am besten für eine Verbesserung des Stallklimas und eine Reduzierung der gas- und partikel-förmigen Emissionen eignen könnten.

Material und Methode

Für die Untersuchungen wurden folgende Einstreumaterialien ausgewählt: Weizenstroh (ungehäckselte, Halmlänge etwa 20 bis 30 cm), entstaubte Späne, Hanf (Schäben), Leinenstroh (Schäben), Strohpellets (aus Weizenstroh), Papierschnitzel (unbedrucktes Zeitungspapier, 1 cm • 6 cm). Zu den Analysen der Materialien gehörten Untersuchungen zur Schwebstaubentwicklung in den einzelnen Fraktionen, aber auch eine Analyse des Emissionsverhaltens und des Ammoniakbindungspotenzials. Des Weiteren wurde der C-Gehalt, der N-Gehalt, das C/N-Verhältnis, die Partikelgrößen und das Wasseraufnahmevermögen, die Pilz- und Bakteriengehalte sowie die Gesamtkeimzahl der Ausgangsmaterialien bestimmt.

Für die Gasanalyse wurden zwölf runde Kunststoffbehälter (500 l) in einem geschlossenen, klimatisierten Versuchsraum aufgebaut. Die Behälter waren jeweils mit einem Deckel ausgestattet, jedoch nicht luftdicht verschlossen. In je zwei Behälter wurde das gleiche Einstreumaterial gefüllt. Mit Hilfe des Multigasmonitors 1312 und des Multiplexers 1309 der Firma INNOVA (Dänemark) wurden die Konzentrationen von NH_3 , CO_2 , N_2O und H_2O quasi-kontinuierlich gemessen. Außerdem waren in jedem Behälter drei Temperaturfühler (Therm 5500-3, Fa. Ahlborn) installiert. Die Temperatur wurde jeweils unten an zwei Stellen im Material und oben, rund 50 cm über dem Material, gemessen. In je zwei Behälter wurde das gleiche Einstreumaterial gefüllt, wobei die Füllmenge sich nach dem C-Gehalt

des Materials richtete. Der Einstreu in den Behältern wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen jeweils täglich eine bestimmte Menge N (Pferdekot/Urin- Gemisch) zugeführt und danach vermischt. Der N- und C-Gehalt des Kot/Urin- Gemisches wurde jeweils für einen Durchgang analysiert. Es wurden sechs Durchgänge à 14 Tage wiederholt. Die ersten drei Durchgänge fanden bei warmen Raumlufttemperaturen (22 °C), die letzten drei Durchgänge bei kühlen Raumlufttemperaturen (13 °C) statt.

Für die Schwebstaubuntersuchungen der Einstreumaterialien ist eine Trommel (d = ~ 50 cm) angefertigt worden, in der sich rotierende Schaufeln befanden. Auf diese Trommel wurde ein ~ 1,50 m hoher geschlossener Aufsatz gebaut, in dem sich der Messkopf des online gravimetrisch messenden Staubmessgerätes (TEOM 1400a) befand. Eine bestimmte Menge (Streuvolumen von 20 l) der verschiedenen Einstreumaterialien wurde in die Trommel gefüllt (Stroh 1 kg, Späne 2 kg, Hanf 2,4 kg, Leinen 2,2 kg, Pellets 6 kg, Papier 2 kg) und eine bestimmte Zeit durch die Schaufeln durchmischt. Das Rotieren der Schaufeln wurde durch einen Motor gesteuert, wobei die Drehgeschwindigkeiten (Variante 1 = 14 min⁻¹; Variante 2 = 8 min⁻¹) und die Drehdauer (Variante 1 = 1 min; Variante 2 = 5 min) variiert werden konnten. Die Staubentwicklung der einzelnen Materialien wurde kontinuierlich während des Drehvorgangs und für mehrere Stunden danach gemessen. Das Messgerät (TEOM 1400a) konnte mit unterschiedlichen Messköpfen bestückt werden, um unterschiedliche Schwebstaubfraktionen zu erfassen. Bestimmt wurden die Fraktionen TSP (PM₂₀), PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁. Je Material wurden drei Messwiederholungen durchgeführt.

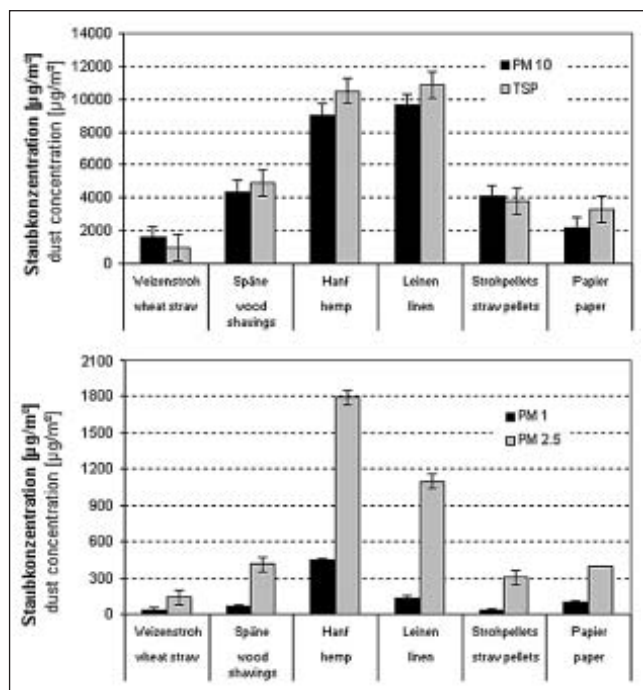
Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Programms SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Bei der Varianzanalyse der Gasdaten mit der Prozedur GLM wurden die Einflüsse fixer Effekte auf die Gaskonzentrationen geschätzt. Als fixe Effekte galten das Material, die Jahreszeit und der Durchgang. Um die Werte der Schwebstaubuntersuchungen zu analysieren, wurden zum einen jeweils Minute 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 und 120 nach Einfüllen des Materials und Drehen der Trommel miteinander verglichen. Zum anderen wurden Zwei-Stunden-Mittelwerte gebildet.

Ergebnisse und Diskussion

Einen großen Einfluss auf die NH₃-Bildung hatte zum einen das Material, zum anderen der Durchgang und die Jahreszeit. Unter warmen Bedingungen mit Raumtemperaturen von 22 °C wurden signifikant höhere

Bild 2: Mittelwerte und Standardfehler der Schwebstaubkonzentrationen (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, TSP) der verschiedenen Materialien zwei Stunden nach Einfüllen der Materialien in die Trommel; eine Minute Drehdauer; 14 min⁻¹

Fig. 2: Ls-means and standard errors of the airborne dust concentrations (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ and TSP) of the different materials two hours after starting rotation of the paddles; 1 minute rotation; 14 rotations per minute



Werte ermittelt als unter kalten Bedingungen mit Raumtemperaturen von 13 °C. Bei allen Materialien sind in den ersten Versuchstagen kontinuierlich ansteigende Werte ermittelt worden. Nach dem siebten Tag blieben die Werte von Strohpellets konstant und sanken ab dem neunten Tag, während die der anderen Materialien weiter anstiegen. Das Absinken der Konzentrationen wurde zudem bei Hanf nach dem zehnten Tag beobachtet. In Bild 1 werden die täglichen Mittelwerte der NH₃-Konzentrationen im Verlauf eines Durchganges von 14 Tagen dargestellt.

Durch die mechanische Aufbereitung weisen die Pellets eine große mikrobiell angreifbare Fläche auf. Die C-Verfügbarkeit ist hier wesentlich höher als etwa bei unbehandeltem Stroh. Es ist anzunehmen, dass die sinkenden NH₃-Konzentrationen bei den Pellets durch vermehrt ablaufende Nitrifikationsprozesse verursacht werden. Bei der Nitrifikation wird Ammoniak beziehungsweise Ammonium durch spezialisierte Bakteriengruppen über Zwischenstufen zu Nitrat oxidiert. Bei vorliegender Untersuchung wurden weitere Indikatoren festgestellt, die die These der erhöhten Nitrifikationsprozesse stützen. Ab dem Zeitpunkt, an dem sinkende NH₃-Konzentrationen festgestellt wurden, stiegen die CO₂- und H₂O-Werte in den Pellet-Behältern stark an. Zudem war die Substrattemperatur mit Maximalwerten bis zu 40 °C deutlich höher als bei den restlichen Materialien. Durch die vermehrte Bakterienaktivität werden zunehmend Energie und Wärme freigesetzt. Des Weiteren wurden bei den Pellets signifikant höhere N₂O-Werte gemessen. N₂O entsteht hauptsächlich bei unvollständig ablaufenden Denitrifikationsprozessen durch partielle O₂-Anwesenheit.

Bei der Schwebstaubanalyse der einzelnen Einstreumaterialien wurden die weitaus höchsten Konzentrationen bei Hanf und Lei-

nenstroh sowohl in den kleinen Partikelfraktionen (PM₁ und PM_{2.5}) als auch in den größeren Partikelfraktionen (PM₁₀ und TSP) festgestellt. Besonders bei den Fraktionen PM₁₀ und TSP lagen die Werte von Hanf und Leinen mehr als 100 % höher als die entsprechenden Werte bei Spänen und Strohpellets und mehr als 200 % höher als die Konzentrationen bei Papierschnitzeln und Stroh. Ähnliche Ergebnisse wurden bei den Messungen der kleinen Partikelfraktionen erzielt. Bei der Fraktion PM₁ waren die Werte von Hanf dreifach so hoch wie bei Leinen und fast fünffach so hoch wie bei Papier. Die geringste Schwebstaubentwicklung entstand hier bei Stroh und Strohpellets (Bild 2).

Die Drehdauer hat in allen Schwebstaubfraktionen einen deutlichen Einfluss auf die Schwebstaubentwicklung. Eine Verlängerung der Drehzeit von einer auf fünf Minuten verursachte bei allen Materialien einen enormen Anstieg, annähernd eine Verdreifachung der Staubentwicklung. Die Verringerung der Drehgeschwindigkeit der Schaufeln von 14 auf 8 min⁻¹ verursachte eine signifikante Verringerung der Schwebstaubwerte bei allen Materialien.

Fazit

Bezüglich der Ammoniakbindung schnitten die Strohpellets in diesem Technikumsversuch positiv ab. Die Schwebstaubfreisetzung bei Hanf und Leinenstroh war erheblich. Es wurden signifikant höhere Werte ermittelt als bei den anderen ausgewählten Materialien. Abschließend ist zu dieser Untersuchung festzustellen, dass Strohpellets geeignet erscheinen, ein optimales Stallklima zu fördern. Um diese Hypothesen zu stützen, sind weiterführende Versuche unter realen praktischen Bedingungen erforderlich.