

Edith Szabo und Wolfgang Büscher, Bonn, sowie Wolfgang Müller und Bert-André Zucker, Berlin

Zusammenhang zwischen luftgetragenen Partikeln und Schimmelpilzen in einem Pferdestall

Die verschiedenen Methoden zur Konzentrationsbestimmung luftgetragener Staubes sind gegenüber dem Nachweis von Mikroorganismen mit weit weniger Aufwand verbunden. Eine Einschätzung aerosolisierter Mikroorganismen vor Ort zur Beurteilung der Ist-Situation im Stall ist nicht möglich. Wie hoch der Anteil gebundener Schimmelpilzsporen an Staubpartikel für verschiedene Größenklassen ist, soll anhand eines statistischen Modells aufgezeigt werden. Der Zusammenhang zwischen der Konzentration von luftgetragenen Partikeln und Schimmelpilzen soll mit Hilfe der Regressionsanalyse erörtert werden, um anhand von Staubmessungen eine Prognose hinsichtlich des Schimmelpilzgehaltes der Stallluft geben zu können.

Tierärztin Edith Szabo ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Institutsdirektor und Leiter der Abteilung „Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung“ am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: edith.szabo@uni-bonn.de Prof. Dr. Wolfgang Müller ist ehemaliger Direktor des Instituts für Tier- und Umwelthygiene des Fachbereichs Veterinärmedizin der FU Berlin, Luisenstr. 56, 10117 Berlin. PD Dr. Bert-André Zucker ist wissenschaftlicher Assistent am gleichnamigen Institut.

Schlüsselwörter

Staubpartikel, Schimmelpilze, Pferde

Keywords

Dust particles, moulds, horses

Die Umwelt der Pferde beschränkt sich im Wesentlichen auf die Stallumgebung. Aus diesem Grund kommt der Haltung und einem entsprechenden Stallmanagement eine zentrale Bedeutung in der Gesunderhaltung der Tiere zu. Eine Einschätzung der Ist-Situation vor Ort kann nur für luftgetragene Partikel anhand von Online-Messungen gegeben werden. Anhand von Langzeit- und Punktmessungen in Pferdeställen soll das Verhältnis zwischen luftgetragenen Partikeln und Schimmelpilzen einer genauen Betrachtung unterzogen werden, um anschließend gegebenenfalls mit Hilfe von Staubmessungen eine Einschätzung hinsichtlich des Schimmelpilzgehaltes der Stallluft vor Ort geben zu können. Neben den Messungen unter Praxisbedingungen wird mit Hilfe eines standardisierten Verfahrens im kleintechnischen Maßstab der Prozess der Raufuttermahl im Stall simuliert. Hierzu wurde am Institut für Landtechnik in Bonn ein Staubfreisetzungswürfel konzipiert. Ziel dieser Versuchsreihe ist es, möglichst homogene, luftgetragene Partikel- und Schimmelpilzkonzentrationen zu schaffen.

Material und Methoden

Es bieten sich mehrere Methoden zur Bestimmung der Parameter Staub und Schimmelpilze an. Eine Momentaufnahme vor Ort kann lediglich für die Partikelanzahlkonzentration luftgetragener Staubes [m^{-3}], also Partikel pro Volumeneinheit, unter Verwendung von Online-Messmethoden gegeben werden. Zu diesem Zweck eignet sich das Aerosolspektrometer der Firma Grimm Aerosol Technik, Ainring. Die Schimmelpilze wurden während der Langzeitmessungen mit einem achtstufigen Andersen Kaskadenimpaktor ermittelt (Impaktionsprinzip, Luftdurchsatz 28,3 l/min). Die Fraktionierung der Partikel im Kaskadenimpaktor simuliert die Ablagerung des einatembaren Staubes im menschlichen Atemtrakt. Die auf den einzelnen Stufen abgeschiedenen Partikel wurden unmittelbar nach der Probenahme im Labor aufbereitet und kultiviert. Für die Ermittlung der Schimmelpilze während der Punktmessungen und die Versuche mit dem Staubfreisetzungswürfel, wurde das Personen bezogene Gefahrenstoff-Probe-



Bild 1: Staubfreisetzungswürfel mit PGP-GSP und -FSP Sammelköpfen sowie dem Ahlborn Klimamessgerät

Fig. 1: Dust releasing cube with a PGP-GSP and -FSP measuring apparatus and the climatic console

nahmesystem (PGP) mit Gesamtstaub-(GSP) und Feinstaubesammelkopf ($< 5 \mu\text{m}$) eingesetzt (Filtrationsprinzip). Der filtrierte Staub wird auf sterilisierte Polycarbonatfilter mit einem Porendurchmesser von $0,8 \mu\text{m}$ abgeschieden und anschließend im Labor aufbereitet und kultiviert.



Bild 2: Versuchsbox in einem Pferdestall

Fig. 2: Test box in a horse barn

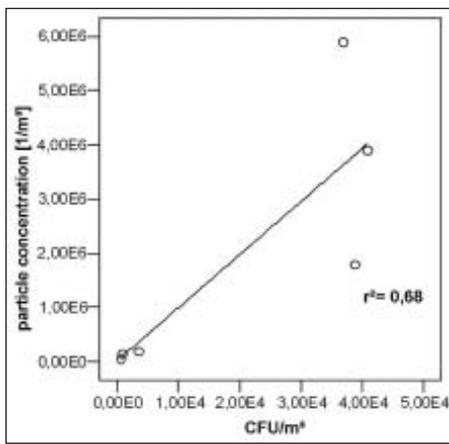


Bild 3: Beziehung zwischen den Gesamtstaubpartikeln und den Schimmelpilzsporen des GSP in den punktuellen Messungen

Fig. 3: Relationship between the total dust particles and the mould spores collected with the GSP in the selected measurements

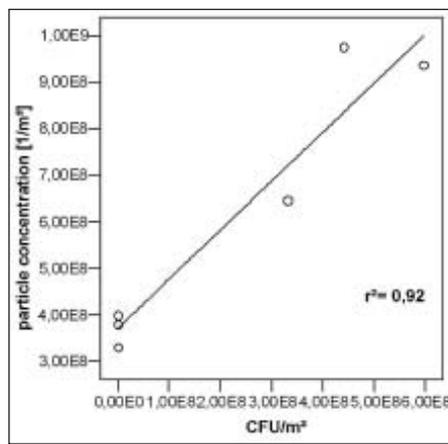


Bild 4: Beziehung zwischen den Gesamtstaubpartikeln und den Schimmelpilzsporen des GSP Messkopfes mit dem Staubfreisetzungswürfel

Fig. 4: Relationship between the total dust particles and the mould spores collected with the GSP in the dust releasing cube

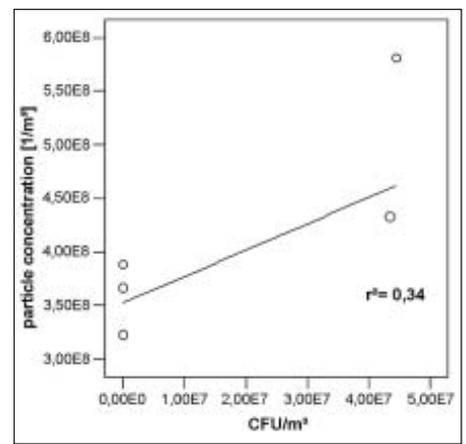


Bild 5: Beziehung zwischen den Feinstaubpartikeln und den Schimmelpilzsporen des FSP Messkopfes mit dem Staubfreisetzungswürfel

Fig. 5: Relationship between PM 5 and the mould spores collected with the FSP in the dust releasing cube

Versuchsdurchführung

Die Messapparaturen wurden exemplarisch in einer 22 m² großen Pferdebox installiert. Zum Schutz der Geräte diente eine Gitterbox, die auf einem nicht benutzten Futtertrog auf einer Höhe von 1,20 m befestigt wurde (Bild 2). Die Messungen wurden über acht Stunden vorgenommen und begannen morgens vor der Fütterung um 7:30 Uhr. Die kontinuierlich gewonnenen Daten der Langzeitmessung haben nach ersten Analysen einen Hinweis auf die Partikelbelastung der Stallluft im Tagesverlauf gegeben. Anhand dieser Auswertung wurden zu den aktivitäts- und somit auch staubreichen Tageszeiten sowie zu den aktivitätsarmen und niedrigen Partikelkonzentrationen über einen Zeitraum von zwei Stunden Punktmessungen vorgenommen. Ziel dieser punktuellen Messungen war es, unter möglichst konstanten Partikelkonzentrationen der Luft eine mögliche Korrelation zwischen Staubpartikeln und Schimmelpilzen während zwei Extremsituationen zu ermitteln. Ein am Institut entwickelter Staubfreisetzungswürfel (Bild 1) sollte unter konstanten Randbedingungen und standardisierter Methode den Arbeitsvorgang im Pferdestall simulieren, der unter anderem die höchste Staubfreisetzung verursacht (Raufuttervorlage). Auch hier sollte eine homogene Partikelkonzentration geschaffen und einer Korrelationsanalyse unterzogen werden. Ein weiterer zentraler Aspekt

war die Fragestellung, inwieweit sich die Beziehung zwischen Staubpartikeln und Schimmelpilzsporen unter Veränderung des Keimgehaltes des Probenmaterials verändert. Das Simulationsgerät ist eine quaderförmige Holzkonstruktion mit einer Seitenlänge von 62 cm und einer Tiefe von 52 cm, das zentrisch aufgehängt um seine eigene Achse gedreht wird. Diese Aufhängung kann mit Hilfe eines Elektromotors bei einer Frequenz von 9 min⁻¹ bewegt werden. Bei den untersuchten Materialproben handelt es sich um zwei verschiedene Heuchargen, einer qualitativ hochwertigen sowie einer stark verschimmelten. Von beiden Chargen wurden 100 g Probenmaterial in die Mitte der Kiste verbracht und eine Minute lang der Rotation des Staubfreisetzungswürfels ausgesetzt. In unmittelbarem Anschluss wurden die Messköpfe der vorbereiteten Geräte durch die seitlichen Öffnungen in den Würfel eingebracht und die freigesetzten Partikel und Schimmelpilze fünfzehn Minuten lang gemessen. Zur Kontrolle der Temperatur sowie der relativen Luftfeuchte während der Messungen wurde ein Klimamessgerät der Firma Ahlborn eingesetzt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse der aus den Langzeitmessungen im Pferdestall gewonnenen Daten sind nachfolgend in Tabel-

le 1 dargestellt. Es wurden nur Größenbereiche ausgewählt, die ein Bestimmtheitsmaß von $r^2 > 0,6$ aufweisen konnten. Ein hohes Bestimmtheitsmaß konnte für die Gesamtstaubpartikel und die Schimmelpilzsporen des GSP Messkopfes während der Punktmessungen (Bild 3) ermittelt werden. Die Feinstaubanteile assoziierten nur schwach mit den kleinen Schimmelpilzsporen. Ähnlich verhält es sich bei den Daten, die mit dem Staubfreisetzungswürfel gewonnen wurden.

Auch hier waren es die Gesamtstaubpartikel sowie die Schimmelpilzsporen des GSP Messkopfes, die das höchste Bestimmtheitsmaß (Bild 4) aufweisen konnten. Weitere, hier nicht aufgeführte Regressionsanalysen mit Staubfraktionen unterschiedlicher Größe (1,0-5,0 µm) und den Schimmelpilzen des GSP Messkopfes, haben Bestimmtheitsmaße von $r^2=0,7$ bis $r^2=0,9$ ergeben.

Fazit

Eine grobe Einschätzung des Schimmelpilzgehaltes der Luft anhand von Konzentrationsverläufen von luftgetragenen Partikeln kann nur für Gesamtstaubpartikel erhoben werden. Der Feinstaubanteil, der bis in die tiefen Lungenbereiche gelangt, weist nur geringe Bestimmtheitsmaße mit den Schimmelpilzsporen gleicher Größe auf. Eine ausgeprägte positive Korrelation ($r^2= 0,9$) konnte vor allem mit Hilfe des Staubfreisetzungswürfels für die Gesamtstaubpartikel und den Schimmelpilzen des GSP Messkopfes ermittelt werden. Dieses Ergebnis lässt sich auf die homogen freigesetzte Staub- und Schimmelpilzmenge zurückführen. Eine Beurteilung der Schimmelpilzbelastung durch Messung der Partikelanzahlkonzentration mit Hilfe des Staubwürfels ist somit gut möglich.

Tab. 1: Ergebnis der Regressionsanalyse schimmelpilztragender Partikel der Stufen 1 und 6 mit ausgewählten Staubpartikelfraktionen im Pferdestall

Table 1: Results of the regression analysis of mould-spiked particles from level 1 and 6 and selective size ranges of dust particles in a horse barn

Stufe 5 des AS	0,30-0,40 µm	1,6-2,0 µm	Stufe 6 des AS	1,6-2,0 µm	Stufe 7 des AS	1,6-2,0 µm
Regressionsgleichung	$y=0,001x + 76463,187$	$y=0,105x + 87809,870$	Regressionsgleichung	$y=0,26x + (-12882,169)$	Regressionsgleichung	$y=0,00033x + 46,363$
Bestimmtheitsmaß	0,654	0,649	Bestimmtheitsmaß	0,647	Bestimmtheitsmaß	0,730