

Ehab Mostafa, Christoph Nannen und Wolfgang Büscher, Bonn

Optimierung eines Umluftwäschers zur Minderung der Partikelkonzentration in Stallinnenräumen

In Tierställen entstehen Gerüche, Ammoniak und Stäube, die zum einen aus umweltrechtlichen Gründen gemindert werden müssen, zum anderen aufgrund der Haltungsansprüche der Tiere aus dem Innenraum zu entfernen sind. In der Legehennenhaltung werden durch das Verbot der Haltung von Legehennen in Käfigen derzeit Stallanlagen mit alternativen Systemen wie Boden- oder Volierenhaltung ausgestattet. Sie erhalten aus Sicht des Tierschutzes sehr gute Noten, emittieren jedoch ein Vielfaches insbesondere an Staub gegenüber der Käfighaltung [1]. Nicht nur die Umwelt, sondern auch der Landwirt und die Tiere selbst sind höheren Staubkonzentrationen ausgesetzt. Im Folgenden werden erste Untersuchungen zu einem Luftwäscher zur Verbesserung der Luftqualität vorgestellt.

Bioaerosole in Tierställen bestehen im Wesentlichen aus Futter- und Fäkalbestandteilen, falls vorhanden aus der Einstreu, aus Mineralien und belebten Bestandteilen. Die belebten Partikel haben einen biologischen Ursprung und biologische Aktivität [2]. Sie können somit allergische, toxische, infektiöse, pharmakologische Prozesse auslösen. Zur Gruppe der belebten Bestandteile zählen Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Viren, Milben, Hefen, Protozoen und Produkte von Mikroorganismen wie Endotoxine, aber auch Mykotoxine und β -Glukane. Die unbelebten Partikel in den Bioaerosolen werden als Staub bezeichnet. In diesem Zusammenhang zeigen arbeitsmedizinische Untersuchungen die gesundheitsschädigende Wirkung der Staubpartikel auf die Atemwege des Menschen. Die Art dieser Schädigungen hängt von verschiedenen physikalischen und chemischen Parametern der Partikel ab [3]. Relevante Faktoren sind dabei die Größe, die Dichte und die Form.

Ziel der Untersuchungen war es, einen Luftwäscher im Umluftbetrieb im Stallinnenraum zu installieren, optimale Einstellungen hinsichtlich von Strömungsgeschwindigkeit und Druck bei der Vernebelung von Wasser zu finden und damit sowohl die Stallinnenraumkonzentration als auch die Partikelemission zu senken.

Methode

Die Messungen wurden unter Laborbedingungen am Institut für Landtechnik in Bonn durchgeführt. Das eingesetzte Filtersystem

ist eine bereits bestehende Entwicklung des Instituts [4] und wurde für die durchgeführten Untersuchungen weiterentwickelt. *Bild 1* zeigt das Funktionsprinzip des Luftwäschers. Das System selbst besteht aus einem etwa 1,30 m langen Kanal mit einem Durchmesser von 630 mm, Düsen zum Versprühen von Wasser, Filtermaterial als Tropfenabscheider und einem Ventilator, der die Probenluft durch den Wäscher strömen lässt. Das Abwasser des Luftmischers als ein Reststoffgemisch aus Wasser und Stäuben muss in geeignete Zwischenlager abgelassen werden.

Der Versuchsstand ist in *Bild 2* dargestellt. Dabei ist der Luftwäscher zwischen zwei Abluftkaminrohren mit einem Durchmesser von 900 mm eingesetzt. Staubpartikel aus der Legehennenhaltung werden mit einer Venturidüse vereinzelt und in das System eingebracht. Der mit diesen Partikeln beladene Luftstrom wird durch den Luftwäscher angesaugt, passiert ihn und kann am anderen Ende den Versuchsstand verlassen. An zwei Probennahmestellen vor und hinter dem Wäscher sind Aerosolspektrometer zur Bestimmung der Partikelkonzentration installiert. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Streulichtmessung mit einer Einteilung der Partikel in 15 Größenklassen (0,3 μ m bis > 20 μ m). Die Strömungsgeschwindigkeiten lagen unter 2 m/s. Demnach konnte die Messung mit einem radialsymmetrischen Ansaugkopf durchgeführt werden. Durch vorherige Messungen auf den Schwerlinien des Kanalquerschnitts wurde eine repräsentative Probennahme sichergestellt.

Ms. sc. Ehab Mostafa und Dr. agr. Christoph Nannen sind wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Leiter der Abteilung „Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung“ am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: c.nannen@uni-bonn.de

Schlüsselwörter

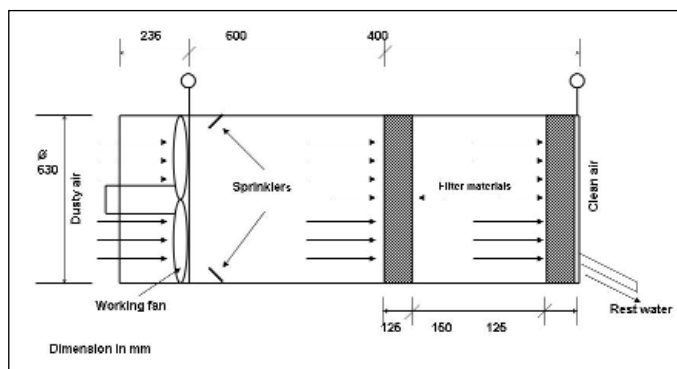
Staub, Partikelgröße, Legehennen, Partikelfilter

Keywords

Dust, particle size, layer hen, particle filter

Bild 1: Funktionsprinzip des Luftwäschers

Fig. 1: Function principle of the wet filter systems



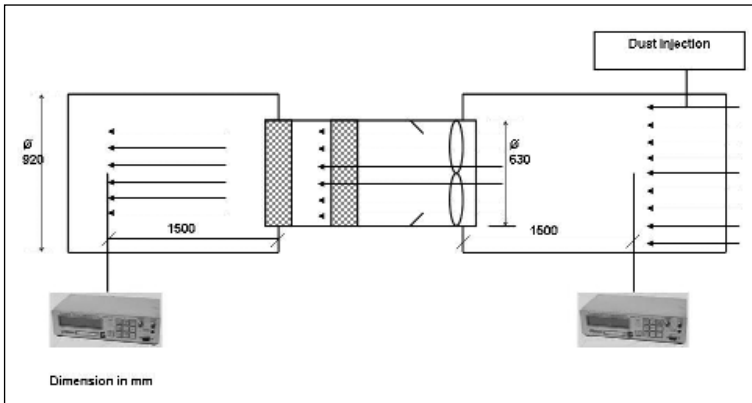


Bild 2: Versuchsaufbau für die Bestimmung des Partikel-Minderungsgrades

Fig. 2: Laboratory measurement set-up for determining the degree of particle reduction

Ergebnisse und Diskussion

Mit dem beschriebenen Messaufbau war es möglich, die optimalen Einstellungen bezüglich Wasserdruck der Düsen und Luftgeschwindigkeit im Wäscher zu ermitteln, um die höchsten Wirkungsgrade zur Staubminderung zu realisieren. Bild 3 zeigt, dass bei einer Luftgeschwindigkeit von 6 m/s und bei einem Wasserdruck von 2,5 bar die besten Ergebnisse zu erzielen waren. Ein Wasserdruck von 2,5 bar entspricht bei den eingesetzten Düsen einem Durchfluss von 0,18 l pro Minute. Der Wirkungsgrad des Wäschers beträgt unter diesen Bedingungen 90 %. Allerdings waren die Abweichungen zwischen den einzelnen Varianten nicht sehr groß, so dass im Hinblick auf Energie- und Wassereinsparung für die weiteren Untersuchungen eine Luftgeschwindigkeit von 4 m/s und ein Wasserdruck von 1 bar (0,11 l pro Minute) an den Düsen eingestellt wurden.

Der Wäscher wurde anschließend in einem kleinen Legehennenstall auf der Lehr- und Forschungsstation Gut Frankenforst der Universität Bonn unter den eingestellten Bedingungen eingesetzt. Bei der Effizienzbeurteilung muss sowohl der Wäscher selbst als auch der Stall mit den Minderungsgraden für die Innenraumkonzentration und die Emission berücksichtigt werden. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse. Unter den Einsatzbedingungen in der Praxis waren sogar noch etwas höhere Wirkungsgrade des Luftwäschers im Vergleich zu den Labormessungen vorhanden. Im Stallinnenraum konnten weit weniger hohe Minderungsgrade erreicht

Tab. 1: Wirkungsgrade unter Praxisbedingungen in unterschiedlichen Partikelfractionen

Table 1: Efficiencies under practical conditions in different particle fractions

Minderungsgrade in %	PM _{2,5}	PM ₁₀	Gesamtstaub
Luftwäscher	81	92	95
Stallinnenraum	24	30	29
Emission	33	51	52

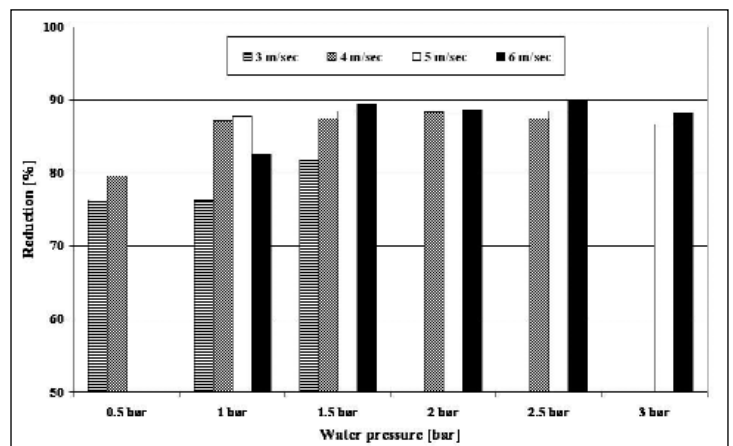
werden, da eine vollständige Luftumwälzung der Raumluft nicht zu realisieren war. Diese Ergebnisse decken sich mit Untersuchungen von [5, 6 und 7]. Die Minderungsgrade sind jedoch höher als in Untersuchungen von [8].

Fazit und Ausblick

Auf Basis von Labormessungen wurde ein Luftwäscher hinsichtlich seiner Arbeitsbedingungen im Bezug auf optimale Minderung der Partikelkonzentration und geringer Unterhaltskosten untersucht. Dabei wurden bei einer Strömungsgeschwindigkeit im Wäscher von 4 m/s und bei einem Wasserdruck von 1 bar Wirkungsgrade von über 85% erreicht. Unter diesen Arbeitsbedingungen fand eine Messung unter Stallbedingungen in einem Legehennenstall mit Volierenhaltung statt, die die Laborergebnisse untermauert. Mit diesem System war es möglich, die Stallinnenraum-Partikelkonzentration erheblich zu senken. Damit wird nicht nur die Umwelt entlastet, sondern auch der Arbeitsplatz des Menschen im Stall verbessert und das Wohlbefinden der Tiere erhöht. Als Voraussetzung muss allerdings eine gute Stallluftdurchmischung vorhanden sein, damit ein möglichst hoher Anteil der Luft durch den Wäscher transportiert wird. Des Weiteren wäre der Einsatz in größeren Ge-

Bild 3: Ergebnisse der Labormessungen mit Darstellung der Systemwirkungsgrade bezogen auf Strömungsgeschwindigkeit und Wasserdruck

Fig. 3: Results of the laboratory measurements by illustrating the system efficiencies relating to air velocity and water pressure



flügelställen mit sehr hohen Luftvolumenströmen nur mit mehreren dieser Luftwäscher zu realisieren, so dass eine weitere Senkung der laufenden Kosten durch geeignete Weiterentwicklungen dieser Abluftreinigungsmassnahme das nächste Ziel sein muss.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- -: Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446, Darmstadt, 2006, ISBN 13: 978-3-939371-13-7
 - Seedorf, J., und J. Hartung: Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. KTBL-Schrift 393, Darmstadt, 2002, ISBN 3-7843-2145-3
 - Kappos, A., et al.: Bewertung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes zur gesundheitlichen Wirkung von Partikeln in der Luft. Arbeitsgruppe „Wirkungen von Feinstaub auf die menschliche Gesundheit“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Umweltmed Forsch Prax 8 (2003), S. 257 – 278
 - Hölscher, R.: Nachrüstlösungen zur Emissionsminderung dezentral entlüfteter Stallungen zur Schweinemast. Dissertation, VDI-MEG-Schrift 446, 2006
 - Mitchell, B. W., et al.: Application of an electrostatic space charge system for dust, ammonia and pathogen reduction in a broiler breeder house. Applied Engineering in Agriculture 20 (2004), no.1, pp. 87-93
 - Snell, H.G.J., and A. Schwarz: Development of an efficient bioscrubber system for the reduction of emissions. ASAE Annual International Meeting, ASAE, Las Vegas, Nevada, USA. 27-30 July, 2003
 - Wang, X., Y. Zhang and G. L. Riskowski: Dust spatial distribution in a typical swine building. In Proc. Int. Symposium on "Dust control for animal production facilities", Jatland, Denmark, 30 May–2 June 1999, pp. 48-55
 - Gustafsson, G.: Investigations of factors affecting air pollutants in animal houses. Ann. Agric. Environ. Med. (1997), no. 4, pp. 203–215