

Staub- und Partikelabscheidung bei Tierhaltungsanlagen

Verfahren zur Verringerung von Staubemissionen aus Tierhaltungsanlagen werden an Bedeutung gewinnen. Dies gilt vor allem für die Geflügelhaltung, aber auch für große Schweinebestände. Bei der Nassentstaubung mit Abluftwäschern treten immer wieder verfahrenstechnische Probleme (Ablagerungen, Verdichtungen) auf. In diesem Beitrag wird ein Filter zur Trockenentstaubung beschrieben, der bei geringen Druckverlusten im Mittel eine Gesamtstaubabscheidung von 83 % ermöglicht. Auch Feinstaub (PM₁₀) kann um mindestens 70 % reduziert werden.

Die Tierhaltung ist mit erheblichen Staubemissionen verbunden, über deren Umfang eine Reihe von Messwerten, aufgeschlüsselt nach Tierart und Halteverfahren, vorliegen [1]. Die Geflügelhaltung verursacht im Allgemeinen die höchsten Staubemissionen, gefolgt von der Schweine- und Rinderhaltung [2]. Zur Minimierung von Umweltbelastungen werden in der Tierhaltung auch zunehmend Abluftreinigungsanlagen eingesetzt [3]. Messungen an Abluftreinigungsanlagen bei der einstreulosen Schweinehaltung ergaben bislang generell Abscheidegrade von mehr als 70 % für Gesamtstaub [4]. Partikel mit einem Durchmesser von mehr als 2 µm können bei 2-stufigen Abluftwäschern mit einem Wirkungsgrad von mehr als 95 % abgeschieden werden [4]. Die für die Schweinehaltung ermittelten, erfreulich hohen Abscheidegrade könnten in der Geflügelhaltung jedoch zu erheblichen verfahrenstechnischen Problemen bei der Abluftreinigung führen. Für die Masthähnchen-Haltung werden Emissionsdaten von 0,02 bis 0,06 kg/TP a für Gesamtstaub angegeben [1]. Bei einem Stall mit 40 000 Tieren werden demnach im Jahr 800 bis 3200 kg Staub emittiert. Bei 70 % Staubabscheidung würden dementsprechend 560 bis 2240 kg Staub in die Abluftreinigungsanlage eingetragen werden. Der Staubeintrag in die Abluftreinigungsanlage erfolgt jedoch nicht gleichmäßig, sondern ist von vielen Faktoren (Außenklima, Lüftung, Tiermasse, Halteverfahren, Einstreu, Tieraktivität) abhängig. Der unregelmäßig eingetragene Staub wird im Regelfall nicht voll-

ständig von den Mikroorganismen abgebaut, sondern führt zu Ablagerungen auf den Austauschflächen (Füllkörper) und in den Wasserverteilsystemen von Abluftwäschern.

Material und Methoden

Zur Abscheidung von Stäuben und zur Vermeidung von Staubablagerungen in Abluftreinigungsanlagen sowie zur Verbesserung ihrer Funktionssicherheit wurde ein Trockenstaubfilter entwickelt (Bild 1).

Der Staubfilter besteht aus einer regenerierbaren Synthetikfasermatte (HS 15/350) der Fa. HS-Luftfilterbau GmbH, die zu einem Endlosband verklebt und über vier Rollen gespannt wurde. Über eine Kette werden alle Rollen im Bedarfsfall von einem Getriebemotor angetrieben. Zur Regeneration kann das Filterband mit einem Vorschub von 2 bis 3 cm/min an einer Absaugeinrichtung vorbeigezogen und gereinigt werden. Die notwendige Abdichtung der Filtermatte gegenüber der Behälterwand wird durch U-Profile gewährleistet.

Der Grobstaubfilter wurde zur Vorreinigung von Abluft aus Mast Schweineställen mit Gesamtstaubkonzentrationen zwischen 0,20 und 1,24 mg/m³ (n = 11) eingesetzt. Durch den Betrieb mit und ohne Fasermatte konnte beurteilt werden, welche Staubabscheidung allein durch die Querschnittserweiterung und die Innenwände erfolgte. Neben gravimetrischen Untersuchungen nach VDI 2066 wurden mit zwei baugleichen optischen Partikelzählern auch Partikelgrößenverteilungen bestimmt.

Dr. rer. nat. Jochen Hahne (e-mail: jochen.hahne@vti.bund.de) ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dipl. Ing. Wilfried Asendorf ist als Techniker am Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des Bundesforschungsinstituts für ländliche Räume, Wald und Fischerei (von Thünen-Institut), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, tätig.

Schlüsselwörter

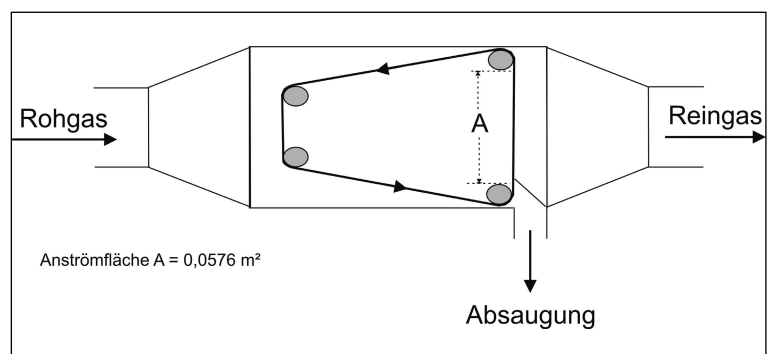
Abluftreinigung, Tierhaltung, Staub, Filter, Partikel, PM₁₀

Keywords

Waste air treatment, animal husbandry, dust, filter, particulate matter, PM₁₀

Bild 1: Schema des Staubfilters zur Reinigung von Stallabluft

Fig. 1: Design of the dust filter for cleaning waste air from stables



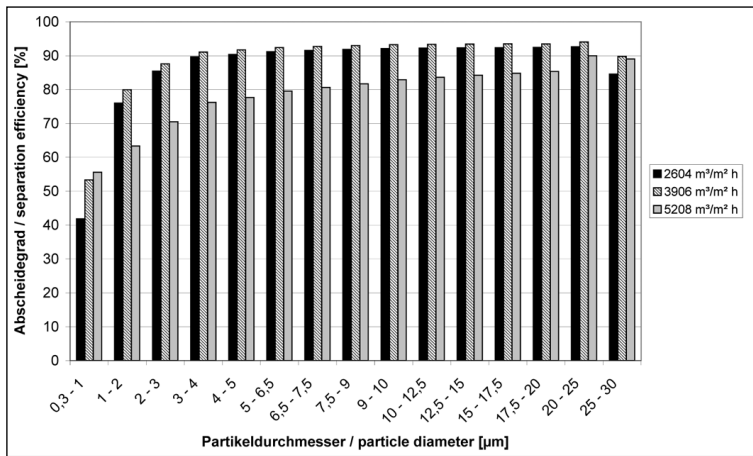


Fig. 2: Mean particles separation of the dust filter loading rates during cleaning of waste air from fattening pig stables

Bild 2: Mittlere Partikelabscheidung des Staubfilters bei unterschiedlichen Flächenbelastungen bei der Reinigung von Abluft aus Mastschweinställen

Fazit

Mit dem beschriebenen Grobstaubfilter können bei Filterflächenbelastungen von bis zu 5208 m³/m² h für Gesamtstaub und für PM₁₀ Abscheidegrade von mehr als 70 % eingehalten werden. Durch seinen Einsatz können mehrstufige Abluftreinigungsanlagen wirksam vor technischen Problemen geschützt werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten zur Staubabscheidung sind in der Geflügelhaltung gegeben.

Ergebnisse

Bei einer konstanten Filterflächenbelastung von 5208 m³/m² h (bezogen auf die Anströmfläche A, Bild 1) wurden in einem sechsstägigen Dauerbetrieb ohne zwischenzeitliche Regeneration der Filtermatte Abscheidegrade für Gesamtstaub von 76,8 bis 94,6 % gemessen (n = 6), im Mittel betrug er 83 %. Der Druckverlust stieg bei konstantem Volumenstrom und Gesamtstaubkonzentrationen zwischen 0,2 und 1,24 mg/m³ um 2 Pa/h (Bestimmtheitsmaß R² = 0,94). Ohne Filtermatte wurden Abscheidegrade von 9,8 bis 34,2 % gemessen (n = 5), im Durchschnitt lag der Wirkungsgrad bei 28 %.

Messungen von Partikelgrößenverteilungen im Roh- und Reingas ergaben mit der Synthetikfasermatte auch für kleinere Partikelfraktionen hohe Abscheidegrade (Bild 2).

Bild 2 zeigt die mittleren Abscheidegrade aus 202 (für Filterflächenbelastungen von 2604 m³/m² h), 169 (3906 m³/m² h) und 163 (5208 m³/m² h) parallelen Messungen im Roh- und Reingas des Grobstaubfilters. Partikelgrößen von 2 bis 3 µm wurden bereits mit Wirkungsgraden von über 70 % abgetrennt, bei Partikelgrößen von 9 bis 10 µm lagen die Abscheidegrade sogar über 80 %. Die Gesamtpartikelanzahl wurde im Mittel um 61,1 % (2604 m³/m² h), 72,1 % (3906 m³/m² h) und 66,7 % (5208 m³/m² h) reduziert.

Bild 3 zeigt die Schwankungsbreite bei der Partikelabscheidung mit dem Grobstaubfilter. Selbst die minimalen Abscheidegrade für die Partikelfraktion 9 bis 10 µm lagen über 70 %. Die 1 bis 2 µm-Fraktion wurde um mindestens 34 % und die 2 bis 3 µm Fraktion um mindestens 44 % reduziert.

Entsprechende Messungen (n = 173 Wertepaare) ohne die Synthetikfasermatte ergaben bei Filterflächenbelastungen von 5208 m³/m² h mit durchschnittlich 18,9 % geringe Abscheidegrade für die Partikelfraktion von 0,3 bis 1 µm. Alle folgenden Partikelgrößen bis 20 µm ergaben negative Wirkungsgrade (-22 bis -46 %) bei deutlich geringeren Partikelzahlen. Grobe Partikel über 20 µm wie-

derum wurden mit mittleren Wirkungsgraden von 46 % (20 bis 25 µm) und 87 % (25 bis 30 µm) abgeschieden. Die Gesamtpartikelanzahl wurde im Mittel von 13,7•10⁶/m³ auf 12,6•10⁶/m³ (-8 %) reduziert.

Wie Bild 4 für eine Filterflächenbelastung von 5208 m³/m² h zeigt, stiegen die Abscheidegrade für alle Partikelgrößen mit zunehmender Betriebszeit des Grobstaubfilters tendenziell (R² zwischen 0,62 und 0,85) an. Besonders für kleine Partikelgrößen war der Einfluss der Betriebszeit stark ausgeprägt. So stieg der Abscheidegrad für die kleinste Partikelfraktion (0,3 bis 1 µm) von 47 % nach 10 h Betriebszeit auf 66 % nach 100 h. Dies entspricht einer relativen Verbesserung des Wirkungsgrades von 40 %.

Bild 3: Schwankungsbreite der Partikelabscheidung des Staubfilters bei einer Filterflächenbelastung von 5208 m³/m² h

Fig. 3: Fluctuation of range of particle separation of a dust filter loading rate of 5208 m³/m² h

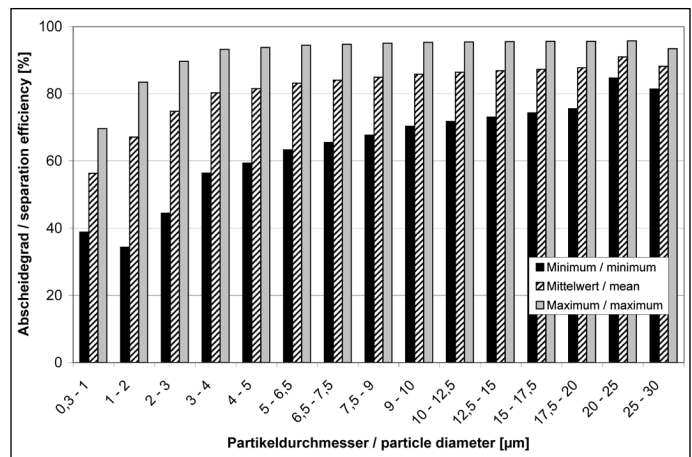


Bild 4: Einfluss der Betriebszeit des Staubfilters auf die Partikelabscheidung bei einer Filterflächenbelastung von 5208 m³/m² h

Fig. 4: Influence of the dust filter operation time on particle separation at a filter loading rate of 5208 m³/m² h

