

Milos Martinec, Eberhard Hartung und Thomas Jungbluth, Hohenheim

Vergleich unterschiedlicher Filtermaterialien für Biofilter

Um den Einfluss des Filtermaterials auf die Höhe des Strömungswiderstandes zu prüfen, wurden Untersuchungen an einem Versuchsbiofilter in halbtechnischem Maßstab durchgeführt. Hierzu wurden vier verschiedene Filtermaterialien bei unterschiedlichen Schütthöhen untersucht. Es zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Strömungswiderständen der einzelnen Filtermaterialien. Der geringste Strömungswiderstand wurde bei gesiebten Kompostpellets und der höchste bei Biokompost festgestellt. Durch die Auswahl geeigneter Filtermaterialien sind Biofilter zu optimieren und damit die hohen Betriebskosten zu senken.

Dipl.-Ing. Milos Martinec ist Doktorand, Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Assistent und Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Leiter des Fachgebietes für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, e-mail: martinec@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Biologische Abluftreinigung, Biofilter, Filtermaterialien, Druckdifferenz

Keywords

Biological air purification, biofilter, filter material, pressure difference

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99 211 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

In der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung werden Biofilter zur Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen eingesetzt, wenn der geforderte Mindestabstand unterschritten wird. Der Einsatz von Biofiltern ist bei ordnungsgemäßem Betrieb mit sehr hohen Betriebskosten verbunden [1]. Eine wesentliche Möglichkeit, diese zu senken, besteht in der Auswahl des Filtermaterials. Ein optimales Filtermaterial zeichnet sich einerseits durch möglichst hohe Abscheidegrade an Geruch und Ammoniak und andererseits durch einen niedrigen Strömungswiderstand und somit auch durch geringe Betriebskosten aus. Die in der Literatur vorhandenen Angaben zum Strömungswiderstand von Filtermaterialien streuen in einem Bereich von 80 bis 2000 Pa [2, 3, 4]. Diese Literaturangaben können ohne genaue Spezifizierung der Materialeigenschaften (Partikelgröße, Mischverhältnis) kaum als Orientierungsgröße für eine optimale Dimensionierung von Biofiltern dienen.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Strömungswiderstände ausgewählter Filtermaterialien in Abhängigkeit von der Filterbelastung zu ermitteln. Die so gewonnenen materialspezifischen Kennlinien stellen eine Grundvoraussetzung für die optimale Planung und Auslegung von Biofiltern dar.

Material und Methode

Es wurden die Strömungswiderstände folgender Filtermaterialien untersucht:

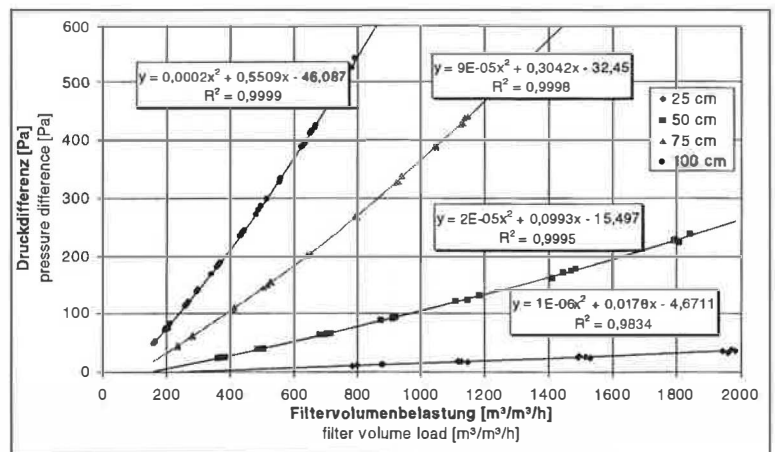
- Kokosfaser-Fasertorf (Mischungsverhältnis 1 : 1),
- Holzhackschnitzel-Rindenmulch (aus Fichte, Mischungsverhältnis 1 : 1),
- Biokompost (Kompostüberkorn > 25 mm),
- BioContact-Filterpellets (Pellets aus feinem Biokompost).

Die Untersuchungen wurden an einem Versuchsbiofilter mit einer Grundfläche von 2,19 m² (1,38 • 1,38 m) durchgeführt. Die Luft, die mit Hilfe eines Radialventilators (maximale Druckstabilität von 500 Pa) durch einen Diffusor zum Filter befördert wurde, trat durch eine Öffnung (0,15 • 1 m) unter den Filterrost ein. Der Filterrost wurde in einer Höhe von 0,45 m über dem Boden eingebaut und bestand aus hochkant gestellten gehobelten Fichtenlatten (28 x 48 mm), die in einem Abstand von 70 mm zueinander positioniert waren. Zusätzlich wurde über die Latten ein verzinktes Drahtgitter (Drahtstärke 2,8 mm, Maschenweite 25 mm), sowie beim Einsatz von Kompost und Pellets ein Drahtgewebe (Drahtstärke 1,2 mm, Maschenweite 4 mm) gelegt, um ein Durchfallen des Materials durch den Rost zu verhindern. Der Filter wurde mit einem 0,5 m hohen pyramidenstumpfförmigen Deckel abgeschlossen und die Luft wurde aus dem Filter durch einen Abluftkamin (62 cm Durchmesser, 2 m Höhe) abgeleitet.

Bei jeder dieser Schütthöhen wurden zehn Belastungsstufen in vier Wiederholungen durchgeführt. Der erste und dritte Durchgang lief jeweils mit steigender Filterbelastung, der zweite und vierte Durchgang mit sinkender Filterbelastung. Der zur Berechnung der Filterbelastung notwendige Volumenstrom wurde mit einem kalibrierten Messventilator im Abluftkamin erfasst. Die durch den Strömungswiderstand des Materials entstehende Druckdifferenz wurde mit einem digitalen Differenzdruckmesser GB-20 (Messbereich 0 bis 2000 Pa, Genauigkeit 1 %) festgestellt. Die Messpunkte zur Bestimmung des jeweiligen statischen Druckes waren unter dem Filterrost und über dem Material angeordnet. Die Durchströmung

Bild 1: Druckdifferenz in Abhängigkeit der Filtervolumenbelastung bei unterschiedlichen Schütthöhen von Kokosfaser-Fasertorf

Fig. 1: Pressure difference depending on filter volume load at different bulk heights of coconut fibre peat



Tab. 1: Druckdifferenzen verschiedener Filtermaterialien

Table 1: Pressure difference at different filter materials

FVB [m³/m³·h]	Schütthöhe 50 cm		Schütthöhe 75 cm		Schütthöhe 100 cm	
	300	600	300	600	300	600
Holz-Rinde*	29	116	115	377	215	666
Kokos-Torf**	16	53	66	179	141	371
Pellets***	8	33	30	99	63	199
Kompost****	53	202	274	831	-	-

Materialfeuchte: * 60%; ** 65%; *** 30%; **** 50 %; FVB = Filtervolumenbelastung

des Filtermaterials sowie die Dichtigkeit des Filters wurden mit Nebelproben optisch kontrolliert. Zu Beginn der Untersuchungen wurde versucht, das Filtermaterial bis zu maximaler Sättigung zu befeuchten. Hierbei stellte sich bei den untersuchten Materialien eine Materialfeuchte von 50 bis 65 % ein. Eine Ausnahme bildeten hierbei die Pellets, die wahrscheinlich auf Grund ihrer geringeren Porosität nur 30 % Materialfeuchte erreichten. Die Materialfeuchte wurde kontinuierlich mit einem Befeuchtungsautomatik überwacht [2]. Zusätzlich wurden vor dem ersten und nach dem vierten Durchgang jeweils acht Proben aus dem jeweiligen Filtermaterial genommen und die Feuchte in einem Trockenschrank (24 h bei 110 °C) bestimmt.

Ergebnisse

Im Bild 1 sind die bei Schüttungen von Kokosfaser-Fasertorf entstehenden Druckdifferenzen in Abhängigkeit von der Filtervolumenbelastung (FVB, Luftvolumenstrom bezogen auf das Filtervolumen) bei vier unterschiedlichen Schütthöhen dargestellt. Die aus den Einzeldaten berechneten Regressionen weisen alle ein hohes Bestimmtheitsmaß auf. Die Druckdifferenz steigt, wie erwartet, überproportional zur FVB und zur Schütthöhe an.

Bild 2 zeigt die Druckdifferenzkennlinien aller untersuchten Filtermaterialien bei einer Schütthöhe von 50 cm. Bei kleiner FVB (etwa 300 m³/m³·h) gibt es bereits Unterschiede zwischen den verschiedenen Materialien, die mit steigender FVB immer prägnanter werden.

Um einen besseren Vergleich zwischen den untersuchten Materialien zu ermöglichen, wurden mit Hilfe der jeweiligen Regressionsgleichungen die Druckdifferenzen für die einzelnen Schütthöhen bei FVB von 300 und 600 m³/m³·h berechnet (Tab. 1). Bei allen untersuchten Schütthöhen wurden die niedrigsten Druckdifferenzen bei Pellets festgestellt. Im Gegensatz dazu sind die bei Kokosfaser-Fasertorf ermittelten Druckdifferenzen bereits etwa doppelt so hoch. Bei Holzhackschnittel-Rindenmulch wurden 3,5fach und bei Kompost 7- bis 8fach höhere Druckdifferenzen im Vergleich zu den

Pellets festgestellt. Die Höhe des Strömungswiderstandes wird hauptsächlich durch die Struktur und Homogenität der Materialien bestimmt. Die Pellets zeichnen sich durch eine grobe Struktur und hohe Homogenität aus, was geringen Strömungswiderstand und eine gleichmäßige Durchströmung gewährleistet. Bei Kokosfaser-Fasertorf handelt es sich ebenso um ein strukturiertes Material, aber seine Heterogenität verursacht eine ungleichmäßige Durchströmung. Die beide Materialien mit hohem Druckverlust und Strömungswiderstand enthalten viele kleine Partikel und sind sehr heterogen. Tabelle 1 zeigt, dass der Strömungswiderstand einzelner Filtermaterialien mit steigender Schütthöhe überproportional ansteigt, was wahrscheinlich auf die Verdichtung des Filtermaterials durch das Eigengewicht zurückzuführen ist.

Die Bestimmung der Materialfeuchte ergab, dass die von der Befeuchtungsautomatik ermittelten Werte (Sensoren messen die elektrische Leitfähigkeit) von denen im Trockenschrank festgestellten Materialfeuchten teilweise sehr abweichen. Deshalb wurde eine materialspezifische Kalibrierung der Befeuchtungsautomatik durchgeführt (Bild 3). Es zeigen sich deutliche Unterschiede bei der Form und dem Niveau der Kalibrierkurven für die einzelnen Filtermaterialien. Die Materialien Kokosfaser-Fasertorf und Rinde-Holz scheinen die größte Wasseraufnahmekapazität zu besitzen.

Fazit

Die Strömungswiderstände ausgewählter Filtermaterialien wurden in Abhängigkeit von der Filterbelastung ermittelt. Es zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Strömungswiderständen der einzelnen Filtermaterialien. Sollen Leitfähigkeitssensoren zur Bestimmung der Filtermaterialfeuchte eingesetzt werden, sind diese in Vorversuchen zunächst materialspezifisch zu kalibrieren. In folgenden Untersuchungen sollen weitere materialspezifische Kennwerte sowie das Abscheideverhalten von Geruch und Ammoniak an mehreren parallel geschalteten Biofiltern ermittelt werden.

Bild 2: Druckdifferenz in Abhängigkeit der Filtervolumenbelastung bei unterschiedlichen Filtermaterialien und 50 cm Schütthöhe

Fig. 2: Pressure difference depending on filter volume load with different filter materials and 50 cm bulk heights

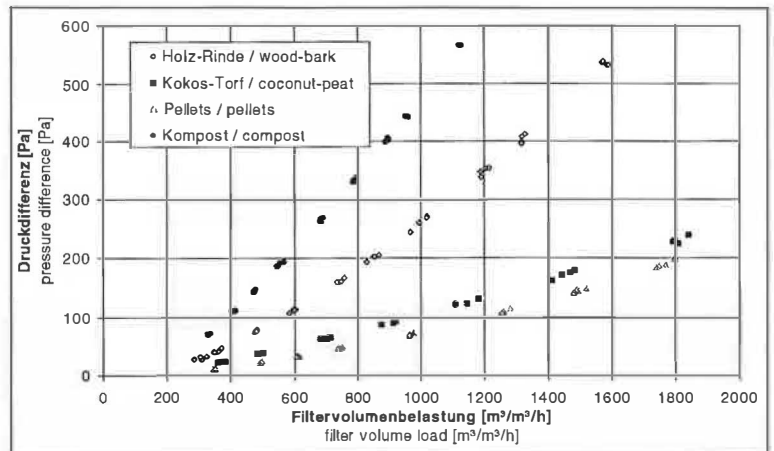


Bild 3: Materialspezifische Kalibrierkurven der Feuchtsensoren

Fig. 3: Calibration curves of the humidity sensors for different filter materials

