

Milos Martinec, Eberhard Hartung und Thomas Jungbluth, Hohenheim

Biofilter

Einfluss unterschiedlicher Filtermaterialien auf die Effektivität

Um den Einfluss des Filtermaterials auf die Effektivität von Biofiltern zu prüfen, wurden fünf verschiedene Filtermaterialien parallel an einem Mastschweinestall getestet. Die höchste Geruchsreduktion von etwa 81 % wurde bei den Filtermaterialien Biochips und Kokosfaser-Fasertorf festgestellt. Alle Filtermaterialien reduzieren zusätzlich die Emissionen von Ammoniak um durchschnittlich etwa 9 bis 30%. Biofilter mit Biochips wiesen deutlich niedrigere Strömungswiderstände und Stromverbrauch auf als die mit anderen Filtermaterialien.

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.
Die Arbeit wird im Rahmen des Graduiertenkollegs „Vermeidungsstrategien klimarelevanter Gase“ der DFG durchgeführt.

Referierter Beitrag der Landtechnik, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com

Schlüsselwörter

Biologische Abluftreinigung, Biofilter, Filtermaterial, Strömungswiderstand

Keywords

Biological air purification, biofilter, filter material, flow resistance

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 00205 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Geruchsemissionen aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung können durch Biofilter um etwa 25% bis 95% reduziert werden. Hierbei werden auch gleichzeitig die Ammoniakemissionen reduziert (etwa 0 bis 35%). Der Einsatz von Biofiltern ist aber bei ordnungsgemäßem Betrieb mit sehr hohen Betriebskosten verbunden [3, 5, 6]. Deswegen werden Biofilter nur dann eingesetzt, wenn der Mindestabstand nach Richtlinien VDI 3471 [9] und VDI 3472 [10] oder TA-Luft [8] unterschritten wird. Eine wesentliche Möglichkeit, Biofilter weiter zu optimieren, besteht in der Auswahl des Filtermaterials.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Geruchsreduktion ausgewählter Filtermaterialien zu ermitteln. Des Weiteren sollte der Einfluss des Filtermaterials auf die Höhe der Emissionsminderung von NH₃, CO₂, CH₄, N₂O, den Strömungswiderstand und den Stromverbrauch überprüft werden.

Material und Methode

Fünf Biofilter geschlossener Bauweise (halbtechnischer Maßstab) wurden von der siebten bis zur 22. Kalenderwoche 1999 an einem Versuchsstall für Mastschweine [4] angeschlossen. Die einzelnen Biofilter (2,19 m² Grundfläche) wurden mit je einer 0,5 m hohe Schicht aus folgenden Filtermaterialien befüllt:

- Biochips (Fa. Roth GmbH, Oberteuringen)
- Kokosfaser-Fasertorf (Mischungsverhältnis 1 : 1),
- Rindenhackholz (aus Fichte, Rinde zu Hackholz im Mischungsverhältnis 1 : 1),

- BioContact-Filterpellets + Rinde (34 cm + 16 cm),
- Biokompost (Kompostüberkorn > 25 mm).

Die Rohluft wird vom Abluftkamin des Stalles abgeleitet und einem Luftverteiler zugeführt. Mit Hilfe von fünf Radialventilatoren wird die Luft in den einzelnen Biofiltern von unten nach oben durch das Filtermaterial gedrückt und anschließend durch oben aufgesetzte Abluftkamme aus den Biofiltern abgeleitet. Ein Messwerterfassungsprogramm steuert den Messstellenumschalter zur Gasanalyse, die Ansteuerung der Radialventilatoren sowie die Datenaufzeichnung (Gaskonzentrationen, Volumenströme, Lufttemperaturen, Luftfeuchten, Strom- und Wasserverbräuche). In einem 20 min langen Messzyklus werden die NH₃- und CO₂-Konzentrationen jeweils vor und nach den einzelnen Biofiltern mit zwei NDIR-Gasanalytoren gemessen. Vor jedem dieser Messzyklen wird aus dem aktuellen Abluftvolumenstrom des Stalles ein neuer Sollwert für den anteiligen Volumenstrom der einzelnen Biofilter berechnet. Mit Hilfe von PID-Reglern werden die Radialventilatoren so angesteuert, dass die in den Abluftkaminen der Biofilter mit kalibrierten Messventilatoren gemessenen Volumenströme den vorgegebenen Sollwert aufweisen. Mit dieser Ansteuerung wird erreicht, dass alle Biofilter mit einer möglichst identischen Filterbelastung innerhalb eines Messzyklus betrieben werden und trotzdem der typische Tagesgang des Stall-Abluftvolumenstromes beibehalten werden kann. Das Filtermaterial wird von oben durch einen Düsenstock auf eine gewünschte Materialfeuchte befeuchtet. Die Feuchteregeung übernimmt ein Befeuchtungsautomat, dessen Feuchtesensoren in einem Vorversuch für die einzelnen Filtermaterialien kalibriert wurden [7]. Entsprechend dem Entwurf der europäischen Norm „Air quality – determination of odour concentration by dynamic olfactometry“ [1] werden zweimal pro Woche Geruchsproben vor und nach jedem einzelnen Biofilter genommen und mit einem Olfaktometer TO7 analysiert. Einmal pro Woche werden ebenfalls Roh- und Reinluftproben genommen

Tab. 1: Geruchsreduktion einzelnen Filtermaterialien

Table: 1: Odour reduction of various filter material

	Biochips	Kokos-Torf	Rindenhackholz	Pellets+Rinde	Kompost
Mittelwert [%]	81,3	81,6	62,4	60,4	65,9
Median [%]	85,2	86,1	69,3	63,4	69,0
Maximum [%]	95,4	96,7	88,9	90,7	93,0
Minimum [%]	44,8	31,6	- 4,2	- 9,1	28,2
Mittlere Filtervolumenbelastung [m ³ ·m ⁻³ ·h ⁻¹]	613	529	558	618	473
Schwankungsbreite der Filtervolumenbelastung [m ³ ·m ⁻³ ·h ⁻¹]	139 - 1247	163 - 783	162 - 813	227 - 896	205 - 775
Anzahl der Messwerte	36	37	37	36	35

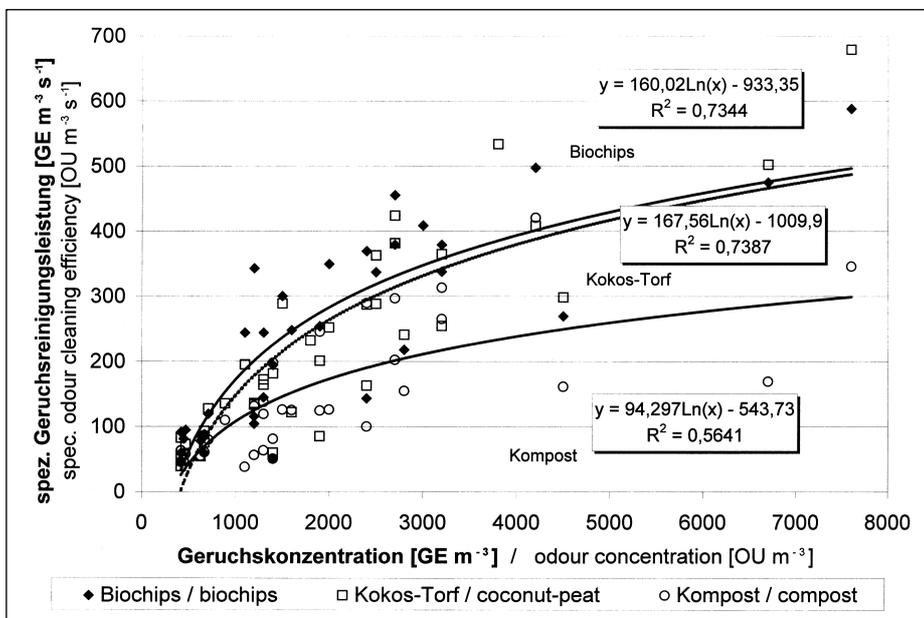


Bild 1: Abhängigkeit der spezifischen Geruchsreinigungsleistung von der Geruchskonzentration in der Rohluft

Fig. 1: Relation between the specific odour cleaning efficiency and the odour concentration in the waste air

und die CH₄- und N₂O-Konzentrationen mit einem Gaschromatograph bestimmt.

Ergebnisse

Bezüglich der Geruchsreduktion wurden erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Filtermaterialien festgestellt (Tab. 1). Die höchste mittlere Geruchsreduktion von etwa 81% wurde bei Biochips und Kokosfaserfasertorf festgestellt, die Mindestreduzierung lag bei etwa 32%.

Bei allen Filtermaterialien ist ein positiver linearer Zusammenhang zwischen der spezifischen Geruchsreinigungsleistung und der spezifischen Geruchsbelastung [GE m³·s⁻¹] festgestellt worden. Die Geruchskonzentration in der Rohluft (vor dem Filter) stellte den Haupteinflussfaktor auf die Höhe der Geruchsreinigungsleistung dar [3, 6], die am Beispiel von drei Filtermaterialien in Bild 1 dargestellt ist. Die steigende Filtervolumenbelastung unter den vorliegenden Versuchsbedingungen hat keinen entscheidenden Einfluss auf die Geruchsreinigungsleistung.

Die mittlere Ammoniakreduktion über die gesamte Versuchsperiode variiert bei den einzelnen Filtermaterialien zwischen 9% (Biochips) und 33% (Kompost). Wie schon in [3] beschrieben wurde, sinkt die Ammoniakabscheidung mit steigender Filtervolumenbelastung.

Die bei allen Filtermaterialien gemessene CO₂-Reduktion variiert in der gesamten Versuchsperiode zwischen -5 und 5%. Der berechnete Mittelwert bei den einzelnen Filtermaterialien ergibt über die gesamte Versuchszeit eine CO₂-Produktion von etwa 0,1 bis 0,7%, die durch eine biochemische Oxidation verursacht wird [2].

Die mittlere CH₄-Reduktion variiert zwischen 8% (Biochips) und 14% (Kompost)

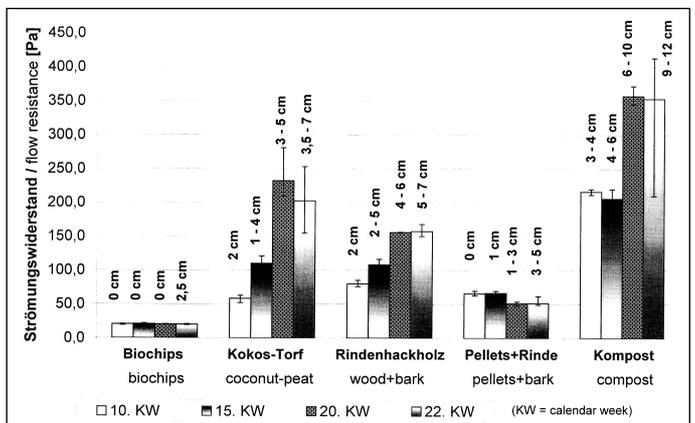
bei einer durchschnittlichen Emissionsrate (Rohluft) von 3,7 bis 4,6 g/h. Die mittlere N₂O-Reduktion variiert von -115% (Kompost) bis 4% (Biochips) bei einer durchschnittlichen Emissionsrate (Rohluft) von 0,12 bis 0,135 g/h. Die hohen N₂O-Konzentrationen nach dem Filtermaterial Kompost werden wahrscheinlich durch anaerobe Prozesse verursacht. Da aber diese Mittelwerte nur aus zehn bis zwölf Einzelmessungen berechnet wurden, ist eine genauere Aussage zu Reduktion/Produktion derzeit nicht möglich. Es können nur Trends aufgezeigt werden.

Bild 2 zeigt die Höhe des Strömungswiderstandes (Mittelwert, Minimum und Maximum) und der gemessenen Absenkung der Filtermaterialien in Abhängigkeit vom Versuchszeitpunkt bei einer Filtervolumenbelastung von 600 [m³·m⁻³·h⁻¹]. Dies ist die nach [11] maximal empfohlene Filtervolumenbelastung für Kokosfaserfasertorf.

Die geringsten Strömungswiderstände wurden bei den grob strukturierten Filtermaterialien Biochips (rund 18 Pa) und Pellets/Rinde (rund 55 Pa) festgestellt und blieben über die ganze Versuchszeit konstant. Dagegen stieg bei den

Bild 2: Strömungswiderstand und Absenkung einzelner Filtermaterialien innerhalb des Versuchs

Fig. 2: Flow resistance and lowering of various filter materials during the experiments



restlichen fein strukturierten Filtermaterialien der Strömungswiderstand um bis das Vierfache an. Dies ist im Wesentlichen auf die hohe Absenkung der Schütthöhe der Filtermaterialien durch Eigengewicht und Ablagerungen von Staub im Filtermaterial zurückzuführen. Bei fein strukturierten Filtermaterialien hat darüber hinaus auch die Materialfeuchte einen Einfluss auf die variierende Höhe des Strömungswiderstandes. Nach Befeuchtung des Filtermaterials füllen sich die kleinen Poren zwischen den einzelnen Partikeln des Materials mit Wasser, was zu einem erheblichen Anstieg des Strömungswiderstandes führt.

Die spezifische Leistungsaufnahme [W/1000 m³ geförderte Luft] lag bei Biochips in den letzten drei Versuchswochen um etwa 30% niedriger als bei Kokosfaserfasertorf. Dies gilt nur für die im Versuch eingesetzten Radialventilatoren. Für jede andere Biofilteranlage ist aus ihren Luftdurchsätzen und dem entsprechenden Strömungswiderstand der Anlage sowie den Ventilator Kennlinien die spezifische Leistungsaufnahme neu zu berechnen.

Fazit

Beim Einsatz von einem neuen Filtermaterial (Biochips) kann die gleiche Geruchsreduktion (rund 81%) erzielt werden wie bei der häufig in der Praxis eingesetzten Mischung von Kokosfaserfasertorf. Biochips zeichnen sich allerdings durch einen deutlich geringeren Strömungswiderstand aus, was zu einer Senkung der Betriebskosten (Stromkosten) führt. Weitere kontinuierliche Untersuchungen zum Einfluss der Filtermaterialien auf die Emissionshöhe von CO₂, CH₄, N₂O sind vorzunehmen. In einem weiteren Versuch werden Biochips mit 1 m Schütthöhe getestet, was eine Senkung der Baukosten (geringerer Flächenbedarf) ermöglichen könnte. Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird nach Abschluss der Untersuchungen in einem nachfolgenden Beitrag veröffentlicht.