

Milos Martinec und Eberhard Hartung, Hohenheim

# Ökonomische Bewertung von Biofiltern

Bei der Optimierung von Biofiltern zur Geruchsreduktion aus Schweineställen wurden an einem Mastschweinestall zwei Filtermaterialien und verschiedene Bauweisen parallel getestet. Die mittlere Geruchsreduktion betrug 70 bis 80%. Die Geruchskonzentration in der Rohluft und die Filtermaterialfeuchte beeinflussen die Geruchsreduktion am meisten. Durch Einsatz grob strukturierter Materialien wie Biochips sind höhere Schütthöhen und Filtervolumenbelastungen zu erreichen, was die Investitionskosten reduziert. Dabei steigen jedoch Strömungswiderstand und somit die Betriebskosten überproportional an. Dies ist bei der Auslegung eines Biofilters und den sich daraus ergebenden Gesamtkosten besonders zu beachten.

Dipl.-Ing. Milos Martinec war Doktorand, Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Assistent am Fachgebiet für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart; e-mail: m.martinec@enersys.de Die Arbeit wurde im Rahmen des Graduiertenkollegs „Vermeidungsstrategien klimarelevanter Gase“ der DFG durchgeführt.  
**Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com**

## Schlüsselwörter

Biofilter, Filtermaterial, Strömungswiderstand, Kosten

## Keywords

Biofilter, filter material, flow resistance, costs

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 01514 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Wie bereits in vorangegangenen Langzeituntersuchungen festgestellt werden konnte, kann beim Einsatz eines neuen Filtermaterials (Biochips – grob gehackte Kokosnussschalen) die gleiche Geruchsreduktion (~ 81%) erzielt werden wie bei der häufig in der Praxis eingesetzten Mischung von Kokosfaser-Fasertorf. Bei einer Schütthöhe von 0,5m zeichneten sich allerdings die Biochips im Gegensatz zum Kokosfaser-Fasertorf durch einen deutlich geringeren Strömungswiderstand aus, was zu einer Senkung der Betriebskosten (Stromkosten) führt [1].

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Geruchsreduktion sowie den Strömungswiderstand ausgewählter Filtermaterialien und unterschiedlicher Bauweisen zu ermitteln. Anhand der erhobenen Ergebnisse sollte eine Empfehlung für die Konstruktion und die Auslegung von Biofiltern (anhand von Planungsbeispielen für sogenannte Musterbiofilter) für die Minderung der Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Tierhaltungsanlagen vorgenommen werden sowie eine ökonomische Bewertung der untersuchten Varianten.

## Material und Methode

Fünf Biofilter geschlossener Bauweise (halbtechnischer Maßstab) wurden vom 8. 7.

1999 bis 7. 2. 2000 an einen Versuchsstall für Mastschweine [2] angeschlossen. Die bei den einzelnen Biofiltern (2,19 m<sup>2</sup> Grundfläche) verwendeten Bauweisen, Schütthöhen und Filtermaterialien sind in *Tabelle 1* aufgeführt. Die Biofilter Nr. 1 und 2 wurden wie in den vorangegangenen Untersuchungen, die zwischen dem 19. 2. und 4. 6.1999 durchgeführt wurden [1], ohne jegliche Veränderung weiter betrieben.

Die Anordnung der einzelnen Messpunkte bei der „down-stream“ und „up-stream“ Bauweise ist in der Langfassung (siehe LANDTECHNIK-NET.com) dargestellt. Die Steuerung der Anlage und die zusammenfassende Übersicht der eingesetzten Messgeräte sind [1] zu entnehmen.

## Ergebnisse

Bezüglich der Geruchsreduktion wurden teilweise erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Biofiltern festgestellt. Insbesondere in den ersten acht Versuchswochen konnte eine geringere Geruchsreduktion durch die Biofilter Nr. 3, 4 und 5 beobachtet werden. Diese wurde wahrscheinlich durch die sich noch nicht im Filtermaterial ausreichend entwickelte Population von Mikroorganismen während der Anlaufzeit der Biofilter verursacht, da im weiteren Verlauf des Versuches die Unterschiede zwischen den

Tab. 1 Versuchseinstellung

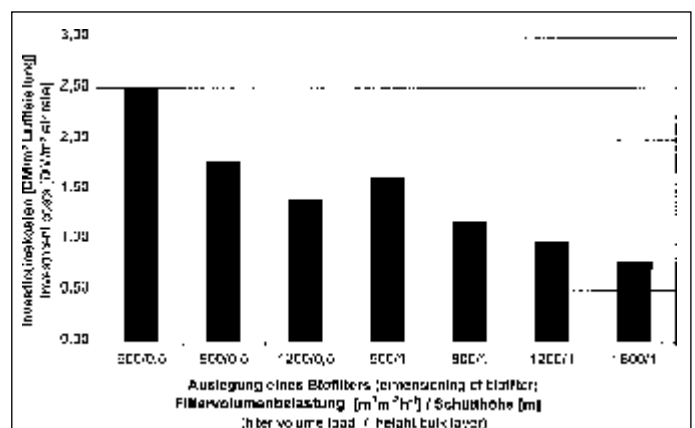
Table 1: Experimental set-up

Biofilter Nr.	Filtermaterial	Schütthöhe in m	Bauart
1	Biochips *	0,5	up-stream
2	Kokos-Torf *	0,5	up-stream
3	Biochips	1	down-stream
4	Biochips	1	down-stream
5	Biochips	1	up-stream

\* Fortsetzung der vorgehenden Untersuchung

Bild 1: Investitionskosten von unterschiedlich ausgelegten Musterbiofiltern (Standardausstattung, befüllt mit Biochips, für 400 Mastplätze

Fig. 1: Investment costs of differently dimensioned model biofilters (standard equipment), filled with biochips for 400 fattening pigs



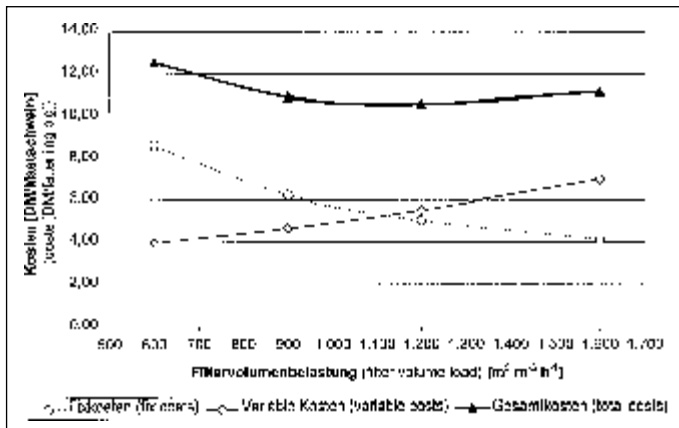


Bild 2: Kostenentwicklung in Abhängigkeit von der Filtervolumenbelastung eines Musterbiofilters mit Standardausstattung für 400 Mastplätze, befüllt mit 1 m Biochips

Fig. 2: Cost development, depending on filter volume load a model biofilter (standard equipment), filled with biochips for 400 fattening pigs

einzelnen Biofiltern deutlich geringer ausfielen und im Vergleich dazu die aus der ersten Hauptversuchsphase übernommenen Biofilter Nr. 1 und 2 eine höhere und weniger schwankende Geruchsreduktion während der gesamten Untersuchungen aufwiesen. Die berechnete mittlere Geruchsreduktion bei den Varianten mit 0,5 m Schütthöhe wies bei Biochips (69,6%) und Kokos-Torf (70,1%) kaum Unterschiede auf. Bei den „down-stream“-Varianten konnte der höchste mittlere Abscheidegrad von 73,3 und 75,5% erreicht werden (Tab. 2). Bei dem Filter Nr. 5 wurde der niedrigste mittlere Geruchsabscheidegrad von 57,1% festgestellt. Wenn die negative Reduktion von -42,6%, die vermutlich durch einen Auswertungsfehler entstand, herausgenommen wird, beträgt der mittlere Geruchsabscheidegrad von Filter Nr. 5 61,5% (Tab. 2). Im Mittelwert lag die Geruchsreduktion des Filters Nr. 5 im Vergleich zu den anderen Varianten (Nr. 1, 3 und 4) um etwa 15 bis 20% niedriger, was im Vergleich zu den anderen Biofiltern durch einen geringeren Wasserverbrauch und einen höheren Anteil von trockenen Stellen im Filtermaterial erklärt werden kann. Insgesamt zeigten die Ergebnisse, dass eine steigende Geruchskonzentration in der Rohluft eine Verbesserung der Geruchsreduktion bei allen Varianten verursachte und die Filtervolumenbelastung keinen eindeutigen Einfluss auf die Geruchsreduktion hatte.

Für die Kostenschätzung von Biofiltern mit unterschiedlicher Auslegung wurde in Excel ein spezielles Datenblatt erstellt, in das Tierzahl, Temperaturzone (DIN 18910), maximale Filtervolumenbelastung, Schütthöhe, Preise der einzelnen Bauvorgänge, Baukomponenten sowie Strom und Wasser eingegeben werden können. Auf Basis dieser Daten folgt die Berechnung der notwendigen Filterfläche und des Filtervolumens sowie die daraus resultierenden Fixkosten [3, 4]. Bei der mit dem Betrieb des jeweiligen „Musterbiofilters“ verbundenen Berechnung der Stromkosten wurde anhand der in den eigenen Untersuchungen gewonnenen Datenbasis jeweils einem Abluftvolumenstrom oder einer Filtervolumenbelastung der entsprechende mittlere Strömungswiderstand des Filtermaterials zugeordnet und dazu der nach Erwartungswerten geschätzte Strömungswiderstand einer Zentralabsaugung addiert.

Für einen beispielhaften Stall mit 400 Mastschweinen wurden daher unterschiedlich ausgelegte und mit Biochips befüllte Musterbiofilter mit Standardausstattung hinsichtlich ihrer Investitionskosten verglichen (Bild 1). Durch die Erhöhung der Filtervolumenbelastung von  $600 \text{ m}^3$  auf  $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  sowie der Schütthöhe von 0,5 auf 1 m, konnte die Fläche des Biofilters von 112 auf  $21 \text{ m}^2$  verkleinert werden und dadurch auch die Investitionskosten für ei-

nen Biofilter um mehr als das Dreifache (von 2,49 auf  $0,80 \text{ DM} \cdot \text{m}^{-3}$  installierter Luftleistung) gesenkt werden. Die geschätzten Investitionskosten bei den zwei höchsten Belastungsvarianten liegen unter denen, die [3] und [5] ermittelt haben. Bei der Auslegung mit der Filtervolumenbelastung von  $600 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  und der Schütthöhe von 1 m stiegen die Investitionskosten im Vergleich zur vorgehende Variante mit  $1200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  bei 0,5 m, da bei gleicher Filterfläche ( $56 \text{ m}^2$ ) ein tieferer Erdaushub, höhere Wände der Filterwanne sowie eine doppelte Menge von Filtermaterial erforderlich wären.

Neben den Fixkosten sind auch die variablen Kosten, insbesondere die Stromkosten von Interesse (Bild 2). Die Fixkosten können durch eine etwa 2,7fache Steigerung der Filtervolumenbelastung von etwa 8 DM auf 4 DM gesenkt werden. Dementsprechend steigen der Strömungswiderstand des Filtermaterials und damit auch die Stromkosten, die für den Anstieg der variablen Kosten von etwa 4 DM auf 7 DM verantwortlich sind. Die Gesamtkosten sinken mit steigender Filtervolumenbelastung, erreichen jedoch bei etwa 1100 bis  $1200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  ihr Minimum ( $\sim 10,60 \text{ DM}$ ). Dabei kann das durch die hohe Absorption und die mikrobielle Abbaurate gegebene Potenzial des Filtermaterials, das auch eine höhere Filtervolumenbelastung zulassen würde [3, 5], nicht voll ausgeschöpft werden.

## Fazit

Hinsichtlich der Reduktion von Geruch konnten teilweise Unterschiede zwischen den verschiedenen Filtermaterialien und Bauweisen festgestellt werden, die jedoch im Wesentlichen auf die ungleichmäßige Befeuchtung des Filtermaterials zurückzuführen sind. Beim Einsatz von einem neuen Filtermaterial (Biochips) kann die gleiche Geruchsreduktion erzielt werden wie bei der häufig in der Praxis eingesetzten Mischung von Kokosfaser-Fasertorf. Das Filtermaterial beeinflusst jedoch in hohem Maße den Strömungswiderstand des Biofilters und dadurch die variablen Kosten (Stromkosten). Bei der Planung eines Biofilters muss auf ein optimales Verhältnis der Dimensionierung zu dem Gesamtkosten des Biofilters geachtet werden. In weiterführenden Untersuchungen sollte überprüft werden, welche Betriebszeiten bei Biofiltern mit grob strukturiertem Filtermaterial wie etwa Biochips ohne bedeutende Verschlechterung der Geruchsreduktion erreicht werden können.

Tabelle 2: Geruchsreduktion der untersuchten Filtermaterialien und Bauweisen

Table 2: Odour reduction of biofilter materials examined and construction

Biofilter Nr.	Biochips (1)	Kokos-Torf (2)	Biochips (3)	Biochips (4)	Biochips (5)
Mittelwert [%]	69,9	70,1	73,3	75,5	(57,1) 61,1*
Median [%]	67,8	69,0	78,2	80,6	(68,9) 68,9*
Min [%]	41,7	50,6	40,0	33,3	(-42,6) 20,6*
Max [%]	91,9	91,1	94,9	94,0	(87,9) 87,9*
Standardabweichung [%]	13,9	10,9	14,4	14,9	(28,9) 20,5*
Standardfehler des Mittelwertes [%]	2,8	2,2	2,9	3,0	(5,9) 4,3*
Probenanzahl [n]	24	24	24	24	(24) 23*

\* Werte wurden berechnet ohne den einmalig aufgetretenen Wert (Messfehler) von -42,6%