

Eberhard Hartung, Milos Martinec und Thomas Jungbluth, Hohenheim

# Wirkung von Biofiltern

## Ammoniak- und Geruchsreduzierung bei unterschiedlicher Betriebsweise

**Um den Einfluß des Filtermaterialalters sowie unterschiedlicher Betriebsweisen und technischer Ausstattungen auf die Abscheidegrade an Ammoniak und Geruch zu untersuchen, wurden Versuche an zwei Biofiltern durchgeführt. Im Vergleich zur ersten Meßperiode mit einem 6,5 Jahre alten Filtermaterial zeigten sich nach einjähriger Nutzung des neuen Filtermaterials bei diesem keine deutlich höheren Abscheideleistungen mehr. Eine Erhöhung der Filtermaterialfeuchte hatte erst bei stark ansteigenden Filterbelastungen einen positiven Einfluß auf den Abscheidegrad an Ammoniak. Der Einsatz einer zusätzlichen Vorkonditionierung der Rohluft mit Hilfe von Sprühwäschern zeigte keinen positiven Effekt auf die Abscheideleistungen an Ammoniak und Geruch. Durch den Aufbau und Betrieb der untersuchten Biofilteranlage entstanden Gesamtkosten in einem Bereich von 12 bis 15 DM pro Mastschwein.**

Zur Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Tierställen wird zunehmend der Einsatz von Biofiltern diskutiert und gefordert, obwohl auch präventive Maßnahmen zur Emissionsminderung angewendet werden können [1]. Die Versuche zur Minderung der Ammoniak- und Geruchsemissionen durch Biofilter wurden an der Biofilteranlage des Bildungszentrums für Landwirtschaft und Umwelt in Triesdorf durchgeführt. In der ersten Meßperiode mit einem 6,5 Jahre alten Filtermaterial konnten nur niedrige durchschnittliche Abscheidegrade an Ammoniak ermittelt werden (8 % bei Biofilter 1 und 34 % bei Biofilter 2). Die durchschnittlichen Abscheidegrade an Geruch schwankten dagegen bei beiden Biofiltern in einem Bereich von etwa 60 % bis 90 % [2].

Um den Einfluß des Filtermaterialalters sowie unterschiedlicher Betriebsweisen

*Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dipl.-Ing. Milos Martinec ist Doktorand und Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Leiter des Lehrstuhles für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.*

*Das Projekt wurde finanziert vom Ministerium für Verkehr und Umwelt Baden-Württemberg.*

und technischer Ausstattungen auf die Abscheidegrade an Ammoniak und Geruch zu untersuchen, wurde eine zweite rund 17 Monate dauernde Meßperiode durchgeführt. In dieser zweiten Meßperiode sollten folgende Fragen geklärt werden:

- Wie beeinflusst das Alter des Filtermaterials den Abscheidegrad an Ammoniak und Geruch?
- Wie beeinflusst die Feuchte und Belastung des Filtermaterials den Abscheidegrad an Ammoniak und Geruch?
- Wie beeinflusst eine Vorkonditionierung der Rohluft mit Hilfe eines Sprühwäschers den Abscheidegrad an Ammoniak und Geruch?
- Welche Kosten werden durch den Bau und Betrieb der Biofilter verursacht?

Die Beantwortung dieser Fragen sollte klären, ob die im Bereich der Landwirtschaft eingesetzten biologischen Abluftfilter in ihrer derzeitigen technischen Ausführung Stand der Technik sind.

### Kenndaten

Die Versuche wurden parallel an zwei Biofiltern in Triesdorf durchgeführt. Einige ausgewählte verfahrenstechnische Kenndaten der untersuchten Biofilter nennt *Tabelle 1*.

Die ausführliche Beschreibung des Aufbaus der beiden Biofilter sowie die Anzahl und Anordnung der benutzten Meßparameter und Meßsensoren sind dem voraus gegangenen Artikel in der *Landtechnik* 5/97 zu entnehmen [2].

### Austausch des Filtermaterials

In der zweiten Meßperiode wurde das alte Filtermaterial gegen neues Filtermate-

rial des gleichen Typs und der gleichen Zusammensetzung ausgetauscht. In der Anlaufphase des neuen Filtermaterials wiesen die Verläufe der Abscheidegrade an Ammoniak und Geruch deutliche Unterschiede auf. Innerhalb der ersten acht Betriebswochen sank die Ammoniakabscheidung kontinuierlich ab (Sättigungsphase). Dieser Effekt konnte nur durch eine Erhöhung der Filtermaterialfeuchte geringfügig kompensiert werden. Die Geruchsabscheidung stieg dagegen etwa bis zur vierten Betriebswoche an, um sich dann auf einem Niveau von über 84 % zu stabilisieren. Dies läßt vermuten, daß sich die für den optimalen Abbau an Geruchsstoffen notwendige Population an Mikroorganismen nach etwa einmonatigem Betrieb in dem neuen Filtermaterial etabliert hatte. Nach einer einjährigen Nutzung des neuen Filtermaterials konnten in Vergleich zur ersten Meßperiode, bei gleichen Randbedingungen, keine deutlich höheren Abscheidegrade an Ammoniak und Geruch mehr ermittelt werden. Aufgrund der altersbedingt veränderten Beschaffenheit und Struktur des 6,5 Jahre alten Filtermaterials war es bei diesem nicht möglich, Feuchtegehalte von mehr als 20 % einzustellen. Denn über die Nutzungsdauer hinweg war der größte Anteil des Fasertorfs ausgewaschen worden, so daß das verbleibende Filtermaterial eine nur sehr geringe Wasseraufnahmekapazität aufwies. Daher lief mit zunehmender Bewässerungsintensität das Wasser durch das Filterbett, ohne eine Befeuchtung des Filtermaterials zu bewirken. Im Gegensatz dazu verfügte das neue Filtermaterial auch nach einem Jahr Betriebszeit noch über eine ausreichende Wasseraufnahmekapazität, so daß es zu geringeren Wasserverlusten kam (*Tab. 2*) und auch Filtermaterialfeuchten von 40 und 50 % erreicht werden konnten.

### Auswirkungen der Befeuchtung

Bei den Versuchen zum Einfluß der Filterbettfeuchte und Filterbelastung auf die Abscheideleistungen an Ammoniak und Geruch wurden drei unterschiedliche

*Tab. 1: Ausgewählte verfahrenstechnische Kenndaten der untersuchten Biofilter*

*Table 1: Dimensions and process engineering data of the biofilters investigated*

Verfahrenstechn. Kennwerte	Biofilter 1	Biofilter 2
Filterfläche [m <sup>2</sup> ]	18 (3,0 m x 6,0 m)	30 (3,0 m x 10,0 m)
Filtermaterial-Schütthöhe [m]	0,50 <sup>1</sup> /0,28 <sup>2</sup>	
max. Filtervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> h]	756 <sup>1</sup> /1360 <sup>2</sup>	680 <sup>1</sup> /1214 <sup>2</sup>
min. Rohgas-Verweilzeit im Filter [s]	2,6 <sup>2</sup> /4,8 <sup>1</sup>	3,0 <sup>2</sup> /5,3 <sup>1</sup>
Rohluftkonditionierung	Standardbetrieb: Trockenentstaubung -Filtermatten Modifikation: Feuchtentstaubung - Sprühwäscher Kokosfaser-Fasertorf-Gemisch	
Art des Filtermaterials	erste Meßperiode: 6,5 Jahre alt	
Alter des Filtermaterials	zweite Meßperiode: neues Material	
Filterbettbefeuchtung	erste Meßperiode: manuell / Befeuchtungsautomatik zweite Meßperiode: Befeuchtungsautomatik	

<sup>1</sup> Planungswert bei Inbetriebnahme des Filters sowie bei Betrieb mit neuem Filtermaterial;

<sup>2</sup> Aktueller Wert nach 6,5 Jahren Filterbetrieb;

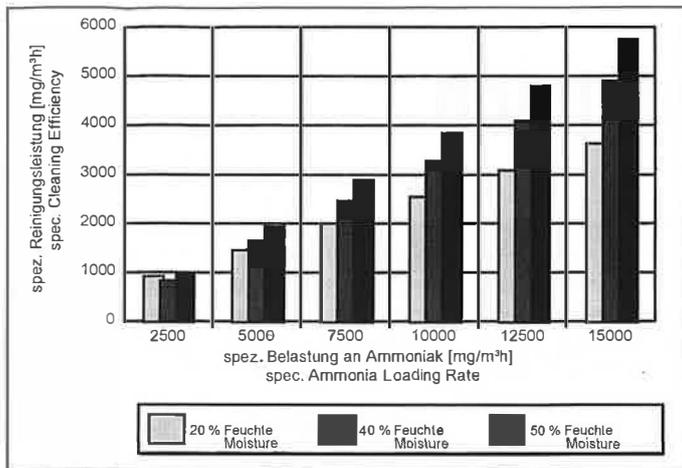


Bild 1: Einfluß unterschiedlicher Filtermaterialfeuchten auf die spezifische Reinigungsleistung des Biofilters bei steigender spezifischer Belastung an Ammoniak

Fig. 1: Cleaning efficiency of the biofilter depending on the moisture content of the filterbed material and the specific ammonia loading rate

Tab. 2: Wasserverbrauch zur Befeuchtung der untersuchten Biofilter in Abhängigkeit vom Alter des Filtermaterials

Table 2: Water use for moisturizing biofilters investigated, depending on the age of the filterbed material

Filtermaterial (20 % Filtermaterialfeuchte)	Wasserverbrauch [l/1000 m³ Luft] bei Biofilter	
	1	2
Alt	1,9	1,6
Neu	0,8	0,8

Feuchten (20 %; 40 %; 50 %) bei Biofilter 2 eingestellt. Um über den normalen Schwankungsbereich hinausgehende Filterbelastungen zu erhalten, wurde Biofilter 2 teilweise zusätzlich mit der Abluft eines zweiten Schweinestalls beschickt. Aufgrund der Witterung konnten die Randbedingungen während dieser Versuche nicht immer konstant gehalten werden. Daher waren die Ergebnisse nur bedingt miteinander vergleichbar. Erst durch den Vergleich der Beziehung von spezifischer Filterbelastung an Ammoniak zur spezifischen Reinigungsleistung an Ammoniak konnte ein deutlicher Unterschied zwischen den drei Varianten herausgearbeitet werden (Bild 1). Die Versuchsergebnisse zeigten, daß sich der Einfluß einer höheren Filtermaterialfeuchte erst mit stark ansteigenden Filterbelastungen positiv auf die Ammoniakabscheidung bemerkbar macht.

### Keine Verbesserung durch Vorkonditionierung

Die Versuche zur Vorkonditionierung der Rohluft mit Hilfe von Sprühwäschern sollten Erkenntnisse darüber geben, ob durch die zusätzliche entstaubende Wirkung und homogenere Durchfeuchtung des Biofiltermaterials eine Steigerung der Abscheideleistung von Ammoniak und Geruch erreicht werden kann. Hierzu wurde je ein Sprühwäscher parallel zur bereits installierten automatischen Bewässerungsanlage betrieben. Um eine

möglichst effiziente und ökonomische Arbeitsweise der Sprühwäscher zu gewährleisten, wurden diese ausschließlich im Intervallbetrieb eingesetzt. Bei beiden Biofiltern waren große Schwankungen in den Abscheideleistungen an Ammoniak zu verzeichnen und es kam zur Desorption von Ammoniak (Tab. 3). Im Vergleich zu den Abscheideleistungen an Ammoniak bei ähnlichen Randbedingungen ohne Vorkonditionierung kam es mit Vorkonditionierung zu keiner deutlich erkennbaren Steigerung der Abscheideleistung. Bei der Geruchsabscheidung schien sogar eine leichte Verschlechterung der Abscheideleistung einzutreten.

### Kosten

Die Fixkosten der vorhandenen Biofilteranlage lagen (ohne Eigenleistungsanteil) bei etwa 1,52 DM pro m³ installierte Abluftleistung. Durch eine alternative Bauausführung (15 cm statt 20 cm dicke Druckkammerwände) und einen Eigenleistungsanteil von 50 % könnten die Fixkosten auf rund 1,19 DM pro m³ installierte Abluftleistung vermindert werden. Bei den variablen Kosten entfielen etwa 60 % auf den Stromverbrauch sowie jeweils etwa 20 % auf die Wasserkosten und die Kosten für die Pflege und Wartung der Biofilteranlage. Durch den Aufbau und Betrieb der untersuchten Biofilteranlage entstehen Gesamtkosten in einem Bereich von 12 bis etwa 15 DM pro produziertes Mastschwein. Der zusätzliche Einsatz einer automatischen Bewässerungsanlage fällt mit einer Erhöhung der Gesamtkosten um rund 0,5 DM pro

Mastschwein kaum ins Gewicht. Dagegen entstehen durch den Einsatz eines Sprühwäschers in Abhängigkeit von seiner Betriebsweise zusätzliche Kosten von etwa 2 DM bis 6 DM pro Mastschwein. In Bezug auf die Geruchsabscheidung stellt der Biofilter eine Alternative zum Biowäscher dar, wenn auch bei einem wesentlich höheren Platzbedarf. Für die Abscheidung von Ammoniak sind die in der landwirtschaftlichen Praxis eingesetzten Biofilter in ihrer heutigen Form und Betriebsweise als nicht effektiv und ökonomisch zu bewerten.

### Zusammenfassung

Im Vergleich zu den Versuchen der ersten Meßperiode mit dem 6,5 Jahre alten Filtermaterial zeigten die Ergebnisse der zweiten Meßperiode, daß das neue Filtermaterial bereits nach einjähriger Nutzung keine deutlich höheren Abscheidegrade an Ammoniak und Geruch mehr aufwies. Eine Erhöhung der Filtermaterialfeuchte zeigte erst bei stark ansteigenden Filterbelastungen einen positiven Einfluß auf den Abscheidegrad an Ammoniak. Auf die Geruchsabscheidung wirkt sich eine höhere Materialfeuchte nur sehr gering aus. Der Einsatz einer zusätzlichen Vorkonditionierung der Rohluft mit Hilfe von Sprühwäschern zeigte keinen positiven Effekt auf die Abscheideleistungen an Ammoniak und Geruch. Durch den Aufbau und Betrieb der untersuchten Biofilteranlage entstanden Gesamtkosten in einem Bereich von 12 bis etwa 15 DM pro Mastschwein. Der Einsatz einer automatischen Bewässerungsanlage erhöhte die Gesamtkosten pro Mastschwein um etwa 0,5 DM; der Betrieb einer Vorkonditionierung steigerte die Gesamtkosten dagegen um rund 2 bis 6 DM.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98218 erhältlich.

### Schlüsselwörter

Biologische Abluftreinigung, Biofilter, Ammoniak, Geruch, Abscheideleistung

### Keywords

Biological air purification, biofilter, ammonia, odour, cleaning efficiency

Tab. 3: Abscheideleistungen an Ammoniak und Geruch der Biofilter bei Vorkonditionierung

Table 3: Reduction of ammonia and odour emissions while using spray cleaner

Abscheideleistung	Variante	Biofilter 1		Biofilter 2	
		Tagesmittelwerte	Gesamtmittelwert	Tagesmittelwerte	Gesamtmittelwert
Ammoniak	II	-15 % - 56 %	27 %	1 % - 69 %	38 %
	III	-6 % - 51 %	28 %	-23 % - 61 %	38 %
	Geruch	II	66 % - 84 %	78 %	69 % - 90 %
	III	74 % - 83 %	79 %**	80 % - 93 %	87 %*

\*n = 2; \*\*n = 3; Variante II: Einsatz Vorkonditionierung im Zeitraum von 9,00 - 21,00 Uhr, ges. Sprühzeit 4,8 h/d; Variante III: Einsatz Vorkonditionierung im Zeitraum von 0,00 - 24,00 Uhr, ges. Sprühzeit 14,4 h/d