

Boris Habermann, Susanne Herfort und Jens Unrath, Berlin

# Staubfiltration mit Hilfe nachwachsender Rohstoffe

Die Reduzierung von Stallstaub durch Luftfiltration kann als Maßnahme zur Verbesserung der Haltungsumwelt in der Schweinehaltung angewendet werden. Der Frage, ob sich nachwachsende, kompostierbare Rohstoffe als Filtermaterial eignen, wurde in einer Untersuchung nachgegangen. Die Ergebnisse weisen sowohl gute Filtrationsleistungen des Materials als auch dessen gute Kompostierungseigenschaften aus.

Dipl. Ing. (FH) Boris Habermann ist Ressortleiter des Ressorts Agrarökologie-Stadtökologie am Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin, Invalidenstraße 42, 10115 Berlin; e-mail: [boris.habermann@agrar.hu-berlin.de](mailto:boris.habermann@agrar.hu-berlin.de)

Dipl. Ing. Susanne Herfort ist stellvertretende Ressortleiterin des Ressorts Ernährungswirtschaft Recycling am Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte; e-mail: [susanne.herfort@agrar.hu-berlin.de](mailto:susanne.herfort@agrar.hu-berlin.de)

Dr. agr. Jens Unrath ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am dortigen Institut; e-mail: [jens.unrath@agrar.hu-berlin.de](mailto:jens.unrath@agrar.hu-berlin.de)

## Schlüsselwörter

Schweinehaltung, Stallstaub, Keime, Hanf, Flachs, Lufthygiene

## Keywords

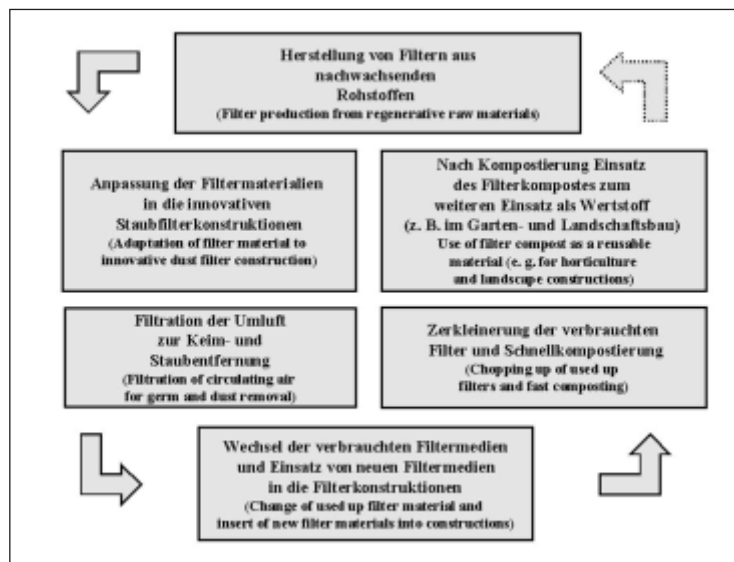
Pig keeping, animal house dust, germs, hemp, flax, air hygiene

## Literatur

- [1] Done, S.H.: Environmental factors affecting the severity of pneumonia in pigs. Vet. Rec. 128 (1991), pp. 582-586
- [2] LAGA: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Merkblatt M 10 über Qualitätskriterien und Anwendungsempfehlungen für Kompost, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin, 1995

Bild 1: Kreislauf des angewendeten Filtermaterials

Fig.1: Cycle of applied filter materials



Bei der Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere in Stallgebäuden spielt das Stallklima in Hinblick auf die Tiergesundheit und die Leistung der Tiere eine entscheidende Rolle. Dazu gehört, dass neben angepassten Lufttemperaturen, optimierter Luftfeuchte und sorgfältig gesteuerter Luftzirkulation die Staubbelastung so gering wie möglich sein sollte. Zusätzlich fordert das Gesundheitsrecht unbedenkliche Arbeitsplätze für das Stallpersonal.

Quellen für Stäube in Tierhaltungsanlagen sind vor allem das Futter, beeinflusst durch die Art der Futterzusammensetzung und Futtervorlage, sowie die Einstreu und das Aufwirbeln bereits abgesetzter Partikel. Die Partikelgrößenverteilung und Partikelkonzentration im Stall werden von der Zahl der Tiere (Tierlebensmasse) und der Tieraktivität bestimmt. Große Schwankungen der Partikelkonzentration im Tages- und Jahresverlauf sind die Folge.

Deshalb sollte eine Gesamtsystemlösung mit Hilfe nachwachsender Rohstoffe entwickelt werden, welche in der Lage ist, die Staubproblematik in Tierhaltungsanlagen zu minimieren. Der Gedanke eines Stoffkreislaufes des Filtermaterials war eine Maßgabe für die Untersuchungen und wird in Bild 1 dargestellt. Dieser Stoffkreislauf ermöglicht die innerbetriebliche Kompostierung und Nutzung des verbrauchten Filtermaterials.

## Material und Methode

### Erfassung des Gesamtstaubes

Zur Erfassung des Gesamtstaubes kam ein gravimetrisches Verfahren zum Einsatz. Mit Hilfe einer Pumpe, welche 3,5 l Luft pro Minute durch einen Filter drückte, wurde der Staub erfasst. Anschließend wurde der Feinfilter ausgewogen, die Staubmasse bestimmt und mit dem Luftstrom verrechnet.

### Erfassung der aeroben Gesamtkeimzahl

#### AGI-30 Impinger

Hierbei wird ein Luftstrom über eine definierte Zeit durch eine spezielle Waschflasche, in der sich eine Nährlösung befindet, geleitet. Durch eine sehr feinporige Verdüsung der Luft in der Waschflasche wird eine hohe Abscheidung erreicht.

### Kompostierung

Laboruntersuchung zur Kompostqualität erfolgten in Anlehnung an das Methodenbuch zur Analyse von Kompost, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

### Stalleinheit und Filtrationsanlage

Die Untersuchungen fanden in einem Flachdeckenteil mit zwölf Buchten statt (25 Läufer pro Bucht). Das Lüftungssystem im Stall war als Unterdrucklüftung mit Rieseldecke ausgelegt. Als Raumvolumen des Stalles wurden ~ 310 m<sup>3</sup> ermittelt.

Tab. 1: Im Versuch eingesetztes Filtermaterial

Table 1: Tested filter materials

Filter	Material und Dicke
Typ 1 (Grobfilter)	Flachsvlies 7 mm
Typ 2 (Feinfilter)	SEK Armierungsmatte mit Juteträgerstruktur, 30 % Sisal, 70 % Hanf, 5 mm
Typ 3	Mischung aus Hanffasern mit einem Polypropylen-Stützge- webe, 60 mm

Die Staubfiltrationsanlage wurde fest ins Abteil integriert. Die Staubfiltrationsanlage funktionierte nach dem Umluftprinzip unabhängig vom vorhandenen Lüftungssystem. Die staubbeladene Umluft aus dem Abteil wurde auf der einen Seite angesaugt und anschließend durch zwei Filterkassetten geleitet. Anschließend gelangte die gereinigte Umluft durch den Ventilator zur Austrittsöffnung und wurde dort wieder im Raum verteilt.

#### Filtermedien und Lüfterleistung

Im ersten Versuchsdurchgang kamen ein Grob- und Feinfilter zum Einsatz. Der 2. und 3. Versuchsdurchgang war durch den Einsatz von nur einer Filterkassette (mit einem Filter) gekennzeichnet. Dieses Filtermaterial war deutlich dicker und bestand aus einer Mischung aus Hanffasern mit einem Polypropylen-Stützgewebe, welches ansonsten als Dämmstoff eingesetzt wird. Die Materialien und Abmessungen der Filter werden noch einmal in *Tabelle 1* zusammengefasst.

Die Luftfiltrationsanlage wurde nach den folgenden Angaben ausgelegt:

- Fördervolumenstrom maximal bei 250 Pa Widerstand: 1.300 m<sup>3</sup>/h
- Leistungsaufnahme maximal: 285 W
- Leistungsregelung: 0 bis 100 % stufenlos

#### Ergebnisse

Die während der drei Versuchsdurchgänge gemessenen Staubkonzentrationen am Eintritt in die Filtrationsanlage sowie an deren Austritt werden in *Tabelle 2* dargestellt. Dabei sind in allen Versuchen Anlagenwirkungsgrade von über 60 % festzustellen. Der

Datum	Eintritt [mg/m <sup>3</sup> ]	Austritt [mg/m <sup>3</sup> ]	Wirkungsgrad Anlage in %
22. 10. 2003	1,7	0,5	71
12. 11. 2003	3,6	1,4	61
19. 11. 2003	2,6	0,5	81

Tab. 2: Ermittlung der Staubkonzentrationen

Table 2: Recording dust concentrations

Datum	Eintritt [KE/m <sup>3</sup> ]	Austritt [KE/m <sup>3</sup> ]	Wirkungsgrad Anlage in %
22. 10. 2003	42000	1500	96
12. 11. 2003	150000	23000	85
19. 11. 2003	98000	13000	87

Tab. 3: Aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ)

Table 3: Aerobe total germ number

Tab. 4: Wertgebende Eigenschaften und Inhaltsstoffe verschiedener Komposte

Table 4: Valuable properties and ingredients of various composts

Parameter	Kompost			nach LAGA-Merkblatt [2]
	1	2	3	
löslicher Salzgehalt (g/l)	3,6	4,8	3,7	2-8
pH-Wert	7,4	6,9	6,8	7,0-8,3
Stickstoff (N-gesamt) (% TS)	0,46	1,15	0,86	0,8-1,5
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> lösl., mg/l FM)	547	675	663	500-2000
Kalium (K <sub>2</sub> O lösl.) in mg/l FM	1094	1176	1143	1000-5000
Pflanzenverträglichkeit (%)*	108	103	101	100
TS: Trockensubstanz (dry matter)	FM: Frischmasse (fresh mass)			

höchste Wert wurde am 19. 11. 2003 mit einem Wirkungsgrad von 81 % gemessen. In der Literatur werden Richtwerte von 1 mg/m<sup>3</sup> für den Gesamtstaub angegeben [1]. Mit Hilfe der entwickelten Filtrationsanlage kann dieser Richtwert noch unterschritten werden (*Tab. 2*).

Die deutliche Reduzierung der Staubkonzentration in der Stallluft führte auch zu einer Verringerung des Gehaltes an aeroben Keimen. Hierbei waren Anlagenwirkungsgrade von bis zu 96 % zu verzeichnen (*Tab. 3*). Ein Grenzwert für die Reduktion von Lungenentzündungen wird in der Literatur mit 10000 KBE/m<sup>3</sup> [1] angegeben. Mit Hilfe der Luftfiltration konnten Konzentrationen noch unter diesem Wert erreicht werden.

Die Kompostierung der Hanf- und Flachsfaserfilter stellt eine sehr sinnvolle Alternative zur Entsorgung herkömmlicher Filter aus synthetischen Materialien dar. Abfälle aus Naturfasern können problemlos einer Kompostierung zugeführt werden. Die eingesetzten Filter in den Stallanlagen, die aus 100 % Naturfasern (Hanf) bestehen, zählen demzufolge zu den geeigneten Biofiltern.

Bei der ordnungsgemäßen Kompostierung, die immer mit einer Temperaturerhöhung im Kompost verbunden ist, kommt es zu einer erheblichen Zunahme von Mikroorganismen, welche die organische Substanz abbauen. Krankheitserreger werden ebenso abgetötet. Die Abtötung der Krankheitserreger und der keimfähigen Pflanzenteile und Samen hängt von verschiedenen Faktoren ab (Verweildauer, Temperatureinwirkung, Anwendung bestimmter technischer Verfahren). Gute Kompostqualität zeichnet sich durch hohen Nährstoffgehalt, geringen Schwermetallgehalt und hygienische Unbedenklichkeit aus.

Der fertige Kompost wurde deshalb nach bestimmten Qualitätskriterien untersucht. Es hat sich gezeigt, dass in der Regel die Prüfkriterien erfüllt werden und die Komposte eine gute Qualität aufweisen (*Tab. 4*).

Der Gesamtstickstoffgehalt des Kompostes 1 ist relativ gering. Ursachen hierfür können in der zu hohen Menge an zugegebenem Fasermaterial zum Komposter 1 liegen, denn aufgrund des weiten C/N-Verhältnisses von Hanf (80:1) reichen anscheinend 101 Gülle nicht aus, den durch den Hanf verursachten Stickstoffmangel auszugleichen.

Ähnlich verhält es sich mit dem erhöhten pflanzenverfügbaren Stickstoff des Kompostsubstrates 2. Auch hier muss während der Kompostierung darauf geachtet werden, dass das Verhältnis der hinzuzufügenden Gülle mit den anderen Komponenten bezüglich der Stickstoffversorgung stimmt.

#### Zusammenfassung

Eine Integration einer autonom arbeitenden Staubfiltrationsanlage in eine vorhandene Stallanlage brachte vielversprechende Resultate. Die Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich der Minimierung der Staubbelaftung durch Filter aus nachwachsenden Rohstoffen weisen auf die guten Filtrationsleistungen der Materialien hin. So sind Wirkungsgrade bei der Staubfiltration von bis zu 80 % zu erreichen. Gleichzeitig lässt sich die Staubkonzentration innerhalb des Stalles um bis zu 45 % reduzieren. Einhergehend mit den Reduktionsraten für Staub konnten die Mikroorganismen in der Stallluft reduziert werden.

Die Qualität des gewonnenen Kompostes, bestehend aus biologisch abgebauten Filtermaterialien, liegt im Wesentlichen im Rahmen der geforderten Kriterien für Kompost.

Folgende Aspekte müssen in nachfolgenden Analysen noch ausführlicher untersucht werden: Die Filtermaterialien, die sich für die Staubfiltration am besten eignen, waren kaum kompostierbar, da sie ein Strukturmaterial aus Polypropylen enthielten. Dieses Strukturmaterial ist aber erforderlich, um die notwendigen Filterdicken zu erhalten und damit die Filterwechselzeiten zu reduzieren. Es müsste ein Filter entwickelt werden, der ein biologisch abbaubares Strukturmaterial enthält wie etwa Kartoffelstärke.