

# Emissionen von luftgetragenen Stäuben und Mikroorganismen

*Emissionen von Stäuben und Mikroorganismen spielen bei der umwelthygienischen Risikoabschätzung bestehender und geplanter Tierhaltungsanlagen zunehmend eine Rolle. Vorgestellt werden Stallluftkonzentrationen und Emissionsstärken von inhalierbaren und alveolengängigen Stäuben wie auch von luftgetragenen Bakterien und Pilzen. Es zeigte sich, dass die Hühnerhaltung pro Großvieheinheit (GVE) die höchsten Partikelkonzentrationen und -emissionen im Vergleich zu Rinder- und Schweineställen aufwies. So betrug etwa die Quellstärke für inhalierbaren Staub 3165 mg/h und GVE, was die von der Rinderhaltung ausgehenden Emissionen um den Faktor 22 übertraf und die der Schweinehaltung um den Faktor 4.*

Dr. med. vet. Jens Seedorf ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Tierhygiene und Tierschutz der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bünteweg 17p, 30559 Hannover; email: jseedorf@bakum.tiho-hannover.de.  
Die hier dargestellten Ergebnisse stammen aus einem von der EU finanziertem und abgeschlossenem Forschungsvorhaben mit der Projekt-Nr. PL900703.

## Schlüsselwörter

Staub, Mikroorganismen, Emissionen

## Keywords

Dust, microorganisms, emissions

Neben den Emissionen von Gasen und Gerüchen rücken immer mehr auch die partikelförmigen Freisetzungen aus Ställen in den Mittelpunkt öffentlichen Interesses. So wird befürchtet, dass Emissionen von Stäuben und Mikroorganismen ähnliche Gesundheitsgefährdungen in der Anwohnerschaft von Tierställen hervorrufen könnten, wie sie arbeitsmedizinisch für das Stallpersonal schon mehrfach beschrieben worden sind [1].

Vor diesem Hintergrund werden Ergebnisse über stallinterne Partikelkonzentrationen und daran assoziierte Emissionsraten der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung vorgestellt.

## Luftgetragene Keime und Stäube im Stall

**Zusammensetzung und Wirkung**  
Partikelförmige Luftinhaltsstoffe der Nutztierställe gehören zu den komplex zusammengesetzten Stäuben. Im Gegensatz zu vielen Industriestäuben lassen sich beim Stallstaub belebte und unbelebte Bestandteile unterscheiden. Für eine organische Zusammensetzung des Staubes sprechen Rohproteingehalte bis 50% der Gesamtmasse [2].

An den in der Stallluft dispers verteilten Staubpartikeln sind Mikroorganismen adsorbiert. Zu ihnen gehören Bakterien, Viren, Pilze und Hefen. Dieser Mikrokosmos kann ferner von Einzellern (Protozoen) und Vorratsmilben besiedelt sein.

Der größte Teil der Luftkeime ist den Gattungen der Staphylokokken und Streptokokken zuzuordnen, die zu etwa 80% an der Gesamtkeimflora in der Stallluft beteiligt sind. Diese Bakterien stammen vornehmlich von der Körperoberfläche und dem Kot der Tiere. Neben diesen Gram-positiven Bakterien existieren mit Anteilen von 0,5% noch Gram-negative Bakterien, wie etwa *Escherichia coli*, einem Fäkalkeim. Die in der Stallluft vertretenen Pilze machen ungefähr 2% der Mikroflora aus [3], wobei dieses von der Einstreuqualität abhängig ist.

Der vornehmlich apathogenen Natur der regelmäßig in der Luft kulturell nachweisbaren Mikroorganismen stehen verschiedene Erreger gegenüber, deren infektionsbiologisches Potential auch über den Luftweg ausgeübt werden kann. Vertreter dieser infektiö-

Staubbestandteile	Erkrankungen
- Futtermittelbestandteile (Getreide, Antibiotika, Wachstumsförderer)	- Schleimhautirritationen
- Tierische Proteine (Urin, Epithelien, Serum)	- Allergische Rhinitis
- Fäkalien (Darmflora, Darmepithelien, Nahrungsbestandteile)	- Exogene allergische Alveolitis (EEA)
- Schimmelpilze	- Organic dust toxic syndrome (ODTS)
- Pollen	- Bronchiale Hyperreagibilität
- Getreidemilben, Insektenbestandteile	- Berufsbezogenes Asthma
- Mineralstäube	- Chronisch obstruktive Pulmonalerkrankungen
- Gram-negative Bakterien	
- Endotoxine	
- $\beta$ -1,3-Glukan-Histamin	
- Mikrobielle Proteasen	
- Partikelgebundenes $NH_3$	
- Infektionserreger	

Tab.1: Staubinhaltsstoffe mit potentiell gesundheitsgefährdender Wirkung [4] und assoziierte Krankheitsbilder

Table 1: Potentially harmful dust components [4] and associated diseases

sen Agentien sind etwa Pasteurellen, Viren der Maul-und-Klauenseuche oder auch Schimmelpilze aus der Gruppe der Aspergillen. In der Tabelle 1 sind die bereits bekannten und potentiell gesundheitsgefährdenden Staubinhaltsstoffe wie auch die damit verbundenen Erkrankungen zusammengefasst.

## Gehalte in der Stallluft

Der Umfang der im Stall angetroffenen Stallstäube hängt von vielen Faktoren ab. Entstehung und Elimination von aerogenen Partikeln sind begründet durch Fütterung (trocken-flüssig), Aufstallungsform (mit und ohne Einstreu), Tieraktivität, Tierart (Haare-Federn), Fäkaltechnologie (Kotgrube-Kotbandbelüftung) oder auch dem Grad der Luftbewegung. Trotzdem lassen sich grundsätzlich graduelle Unterschiede zwischen den Nutztierarten Rind, Schwein und Huhn darstellen, wie sie in einem abgeschlossenen EU-Forschungsvorhaben herausgefunden werden konnten. Gemessen am inhalierbaren Staub (Gesamtstaub) waren in Rinderhaltungen (Kühe, Mastbullen, Kälber) etwa durchschnittlich  $0,38 \text{ mg/m}^3$ , in Schweineställen (Sauen, Absetzferkel, Mastschweine)  $2,19 \text{ mg/m}^3$  und in Ställen mit Legehennen und Masthähnchen mittlere Konzentrationen von  $3,60 \text{ mg/m}^3$  gemessen worden. Neben diesen inhalierbaren Staub-

anteilen sind besonders die alveolengängigen Staubfraktionen von gesundheitlichem Interesse, da jene Partikeldimensionen verkörpern, die mit  $< 5 \mu\text{m}$  Durchmesser die Lungenbläschen (Alveolen) erreichen können, in denen der Gasaustausch stattfindet. In Analogie zum inhalierbaren Staub wurden in Rinderställen die geringsten durchschnittlichen Konzentrationen an alveolengängigen Stäuben angetroffen, gefolgt von der Schweine- und Hühnerhaltung. Danach beliefen sich die aerogenen Gehalte auf 0,07, 0,23 sowie  $0,45 \text{ mg/m}^3$  [5].

Stallluftgetragene Mikroorganismen kommen meist nicht isoliert vor, sondern sind an Staubpartikel, in sogenannten Clustern, assoziiert, die stark variierende Keimbelastungen aufweisen können. Daher schwanken auch die aerogenen mikrobiellen Konzentrationen in weiten Grenzen. Hinzu kommt, dass auch die benutzte Sammel- und laborbezogene Aufarbeitungstechnik nicht unerheblich die Keimausbeute beeinflusst, wobei üblicherweise das kulturelle Nachweisverfahren benutzt wird, das lediglich die nach der Probenahme noch vermehrungsfähigen Mikroorganismen auf Nährböden in Form von Kolonien wachsen lässt. Werden die daraus resultierenden Keimbefunde im dekadischen Logarithmus (log) angegeben, lassen sich mesophile Gesamtbakterienkonzentrationen feststellen, die tagsüber in Rinderhaltungen bei etwa  $4,4 \text{ log KBE}$  (Koloniebildende Einheit) pro  $\text{m}^3$  Luft und in Schweineställen bei  $5,2 \text{ log KBE/m}^3$  lagen. Nicht nur mit durchschnittlich  $5,8 \text{ log KBE/m}^3$  wies die Hühnerhaltung die größte aerogene Fracht an Gesamtbakterien auf, auch bei den Luftgehalten an mesophilen Pilzen nahm diese mit  $4,1 \text{ log KBE/m}^3$  im Vergleich zu Rinder- und Schweineställen mit je  $3,8 \text{ log KBE/m}^3$  den ersten Rang unter den untersuchten Nutztierarten bei der Luftbelastung ein [6].

### Quellstärken von Stäuben und Keimen

Mit der Abluft der Ställe werden die partikelförmigen Bestandteile in die Umwelt freigesetzt. Die Emissionsrate ergibt sich dabei rechnerisch aus dem Produkt aus Stallluftkonzentration und Lufrate, die etwa über eine Kohlendioxid-Massenstrombilanz abgeschätzt werden kann. Werden die Quellstärken auf Großvieheinheiten (GVE, entspricht 500 kg Lebendgewicht) bezogen, so ergeben sich die in *Tabelle 2* und *Bild 1* er-

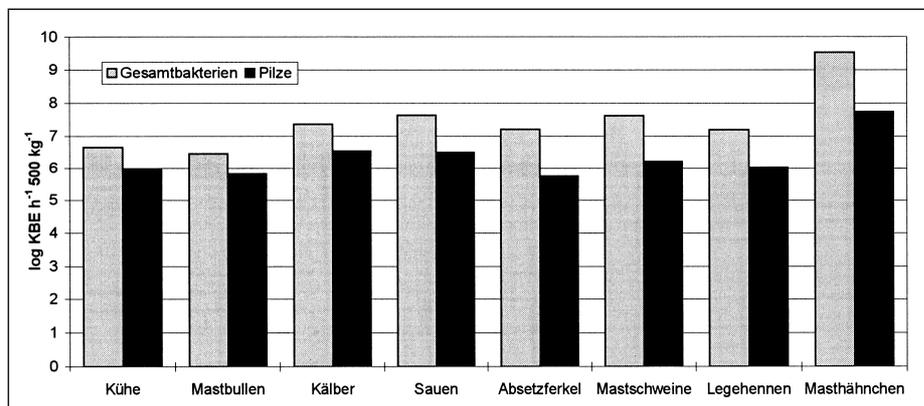


Bild 1: Emissionsraten von Gesamtbakterien und Pilzen (n = 61)

Fig. 1: Emission rates of total bacteria and fungi (n = 61)

rechneten Emissionsraten für Stäube [5] und Mikroorganismen [6].

Anteilsmäßig emittierten Rinderställe um Faktor 22 und 21 weniger inhalierbare und alveolengängige Stäube als Hühnerhaltungssysteme. Bezogen auf Schweineställe lag der faktorielle Unterschied bei 4 und 6. Bei den keimbezogenen Emissionsraten der Hühner ragten besonders die Masthähnchen heraus, die an Gesamtbakterien etwa 3368 Mio. KBE/h und GVE und an Pilzen rund 55 Mio. KBE/h und GVE emittierten [6]. Damit lagen die keimspezifischen Quellstärken um das etwa 213fache beziehungsweise 53fache höher als bei den Legehennenställen, ein Umstand, der sicher auch durch die Aufstallungsart zustande gekommen ist. Das staubfreisetzende Potential der Einstreu im Falle der Masthähnchenhaltung stand dabei der einstreulosen Käfighaltung von Legehennen mit Kotbandbelüftung gegenüber.

### Fazit

Partikelförmige Luftverunreinigungen in der Nutztierhaltung tragen nicht unerheblich zur gesundheitlichen Belastung von Mensch und Tier im Stall bei. Durch das Lüftungssystem des Stalles werden diese luftgetragenen Stäube, Staubinhaltsstoffe wie auch Mikroorganismen in die Umwelt emittiert. Dabei sind graduelle Unterschiede in den Emissionsraten zwischen Rinder-, Schweine- und Hühnerhaltungssystemen zu erkennen, wobei letztere das größte Emissionspotenzial für inhalierbare und alveolengängige Stäube wie auch für kultivierungsfähige Bakterien und Pilze aufweisen. Doch sollte diese verallgemeinernde Aussage immer berücksichtigen, dass Faktoren wie Einstreu, Grad der Tieraktivität oder auch die Fütte-

rungstechnologie nicht unerheblich am Ausmaß der Emissionen beteiligt sein können. Haltungssystemvarianten sollten daher, neben Aspekten des Tierschutzes, auch auf „umweltfreundliche“ Belange hin überprüft werden.

Eine solide umwelthygienische Risikoabschätzung allein durch die Kenntnis von Emissionsraten ist nur schwer vorstellbar, solange Immissionsmessungen im Umfeld von Tierhaltungsanlagen auf breiter Basis fehlen. Es ist daher dringend angeraten, solche Messungen im Umfeld von Tierställen durchzuführen und die dabei festgestellten Immissionskonzentrationen einer biologischen Bewertung zuzuführen.

### Literatur

Bücher sind mit \* gezeichnet

- [1] Nowak, D.: Obstruktive Atemwegserkrankungen bei Landwirten: Epidemiologie und Risikofaktoren. *Atemw.-Lungenkrkh.*, 20 (1994), S. 5 – 16
- [2] Hartung, J.: Spurengase im Hühnerstallstaub. Tagungsbericht vom 15. Kongress d. Dtsch. Vet.-med. Ges., Bad Nauheim, 1983, S. 246 – 250
- [3] \* Hartung, J.: The effect of airborne particulates on livestock health and production. In: *Pollution in Livestock Production Systems*. Ap Dewi, I., R.F.E. Axford, I.F.M. Marai and H. Omed (eds.), CAB International, Wallingford, UK, 1994
- [4] Donham, K.J.: Respiratory disease hazards to workers in livestock and poultry confinement structures. *Sem. Respir. Med.*, 14, (1993), pp. 49 – 59
- [5] Takai, H., S. Pedersen, J.O. Johnsen, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schröder, K.H. Linkert, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk, J.H.M. Metz and C.M. Wathes: Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *J. agric. Engng. Res.* 70 (1998), pp. 59 – 77
- [6] Seedorf, J., J. Hartung, M. Schröder, K.H. Linkert, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, S. Pedersen, T. Takai, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk and C.M. Wathes: Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in Northern Europe. *J. agric. Engng. Res.*, 70 (1998), pp. 97 – 109

Tab. 2: Emissionsraten von Stäuben aus der Nutztierhaltung (n = 329)

	Rinder		Schweine		Hühner	
	Inh. Staub	Alv. Staub	Inh. Staub	Alv. Staub	Inh. Staub	Alv. Staub
mg/h GVE	145	24	762	85	3165	504

Table 2: Dust emission rates from livestock (n = 329)